

**IMPACTO E CONSUMO ENERGÉTICO EMBUTIDO
EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS.**

Dissertação de Mestrado

***Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia PIPGE
Instituto de Eletrotécnica e Energia IEE
Universidade de São Paulo. USP***

***FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São
Paulo.***

orientador prof. Dr. Ualfrido Del Carlo

***Arq. Roberta C. Kronka
n.º USP 1873073***

janeiro 1998

INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA - USP
BIBLIOTECA

8896

***IMPACTO E CONSUMO ENERGÉTICO EMBUTIDO
EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO - TÉCNICAS
CONSTRUTIVAS.***

*Dissertação de Mestrado
apresentada ao
Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia PIPGE
do Instituto de Eletrotécnica e Energia IEE
da Universidade de São Paulo. USP ,
para obtenção do grau de mestre.*

orientador prof. Dr. Ualfrido Del Carlo

*Arq. Roberta C. Kronka
n.º USP 1873073*

janeiro 1998

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de analisar uma construção em madeira de reflorestamento, o eucalipto, nos aspectos ambientais e energéticos.

Desta forma, analisou-se o Projeto Experimental do Instituto de Eletrotécnica e Energia.

Procurou-se mostrar o Cenário Mundial em que este projeto está inserido, ressaltando os quadros de Produção Florestal e Energética, bem como os Impactos Ambientais que construções convencionais vem causando na utilização de materiais construtivos que emitem CO₂.

A partir deste quadro geral, pretende-se mostrar que a Arquitetura tem um importante papel na relação do Homem com o Meio Ambiente, e que novas soluções devem ser analisadas frente a preocupação mundial com Impactos Energéticos e Ambientais.

ABSTRACT

This work aims to analyse a wood construction, which used reforestacion wood, in terms of Environmental and Energetic aspects.

In this way, the Experimental Building of Electrotechnic and Energy Institute was analysed.

It had been shown the Global Scenario that this project was inserted, emphasizing the Florestal Production, Energy Production, and Environmental Impacts that convencional materials constructions had been generating with CO₂ emissions. Consequently, with this Scenario, it must be shown that the Architecture have na importance in the conection between the Man and the Environment, and new solutions must be analysed to face the World's concern with Energetics and Environmental Impacts.

Agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Ualfrido Del Carlo, pela orientação de todo o trabalho, pela paciência, pelo enriquecimento proporcionado com a realização desta pesquisa e pelo encaminhamento das minhas atividades acadêmicas.

Ao apoio financeiro da FAPESP, sem o qual não seria possível a realização desta Dissertação.

Ao meu pai, pela ajuda na obtenção dos dados junto ao Instituto Florestal do Estado de São Paulo.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Andrade Roméro pela ajuda na obtenção dos dados do Panorama Energético, bem como na prontidão em atendimentos.

Ao Prof. Murilo Tadeu Werneck Fagá, pelo apoio ao trabalho, principalmente na etapa final.

Aos diretores do Instituto de Eletrotécnica e Energia, Carlos Américo Morato de Andrade, e Adnei Melges de Andrade, pelo apoio dado ao desenvolvimento de todo o trabalho.

À Leni e ao Sérgio pela ajuda na digitalização das imagens contidas neste trabalho.

À Flávia e Nazaré, pela paciência e ajuda nas etapas burocráticas do trabalho.

A todos professores que participaram na realização dos trabalhos das disciplinas que foram base para a realização desta pesquisa.

À Fátima biblioteca pela ajuda.

Aos meus amigos pela paciência e opiniões no trabalho.

E à minha família, pelo apoio e paciência por todo este período.

A estas pessoas pertencem os mérito desta Dissertação.

Índice

Figuras:

- Fig. 01 - Classificação dos países membros e não membros da OCDE.
- Fig. 02 - Área de florestas requeridas para suprir uma fábrica de celulose branqueada de 500.000 toneladas/ano
- Fig. 03 - Evolução da Devastação Florestal no Estado de São Paulo.
- Fig. 04 Perspectiva dos painéis medidos da fachada frontal e da posterior
- Fig. 05 Processo para obtenção da energia embutida em um construção

Fotos:

- Foto 01 - Vista Geral do Terreno
- Foto 02 - Modificação do terreno para o acesso
- Foto 03 - Murro de arrimo executado com compensado e blocos de concreto.
- Foto 04 - Marcação do Terreno
- Foto 05 - Furação do Terreno
- Foto 06 - Alinhamento das estacas
- Foto 07 - Nivelamento da superfície das estacas
- Foto 08 - Vigamento Principal do piso
- Foto 09 - Colocação dos painéis do piso
- Foto 10 - Junta entre os painéis do piso.
- Foto11 - Painei base da fachada principal
- Foto12 - Painéis empilhados no local .
- Foto13 - Colocação inicial dos painéis
- Foto14 - Colocação dos painéis
- Foto 15 - Montagem das tesouras no IPT .
- Foto 16 - Colocação da 1º tesoura
- Foto 17 - Colocação das tesouras
- Foto 18 - Confecção das vigas da asa
- Foto 19 - Colocação das vigas da asa no telhado
- Foto 20 - Vista Geral Cobertura
- Foto 21 - Iluminação Zenital
- Foto 22 - Revestimento externo dos painéis
- Foto 23 - Revestimento Interno
- Foto 24 - Circulação salas
- Foto 25 - Circulação Externa
- Foto 26 - Colocação da janela - poliuretano expandido
- Foto 27 - Vista Geral - Colocação das portas e janelas.
- Foto 28 - Colocação da Instalação Elétrica
- Foto 29 - Estacas de eucalípto
- Foto 30 - Vigamento principal
- Foto 31 - Secagem da madeira

Gráficos:

- Gráfico 01 - Produção Mundial de Eletricidade por fonte.
- Gráfico 02 - Dependência Externa de Energia.
- Gráfico 03 - Florestas Plantadas no Mundo.
- Gráfico 04 - Florestas Plantadas por km²
- Gráfico 05 - Consumo Mundial em Fibras em milhões de m³
- Gráfico 06 - Contribuição dos Gases no Efeito Estufa - Aquecimento Global
- Gráfico 07 - Contribuições para o Efeito Estufa
- Gráfico 08 - Consumo Energético dos materiais utilizados no prédio em madeira
- Gráfico 09 - Consumo Energético dos materiais utilizados no prédio convencional
- Gráfico 10 - Consumo Energético utilizado no Estabilidade / Estrutura
- Gráfico 11 - Consumo Energético nos materiais utilizados na Vedação / Vedos
- Gráfico 12 - Consumo Energético das Famílias dos materiais utilizados no prédio em madeira.
- Gráfico 13 - Consumo Energético das Famílias dos materiais utilizados no prédio convencional.
- Gráfico 14 - Consumo Total de Energia

Tabelas:

- Tabela 01 - Consumo Mundial de Energia Primária
- Tabela 02 - Equivalências de Produtividade Florestal
- Tabela 03 - Produtividade de Madeira Reflorestada - Brasil e Mundo.
- Tabela 04 - Produção Brasileira de Madeira Nativa.
- Tabela 05 - Evolução da madeira nativa e cultivada no Brasil.
- Tabela 06 - Perspectivas Relacionadas ao suprimento de Matéria-Prima, a partir de Reflorestamentos.
- Tabela 07 - Preços médios de madeira no Estado de São Paulo
- Tabela 08 - Inventário Global do Carbono
- Tabela 09 - Massa de Carbono a ser fixada Globalmente
- Tabela 10 - Órgãos da Construção do Edifício
- Tabela 11 - Medidas dos painéis e vãos - desvio padrão
- Tabela 12 - Conteúdo Energético implantação / terrapleno - madeira.
- Tabela 13 - Conteúdo Energético comunicação / vãos - madeira
- Tabela 14 - Conteúdo Energético proteção Zenital Cobertura - madeira
- Tabela 15 - Conteúdo Energético proteção Estabilidade / Estrutura - convencional
- Tabela 16 - Conteúdo Energético vedação / vedos - convencional
- Tabela 17 - Família dos Materiais.
- Tabela 18 - Consumo Energético no Transporte dos materiais
- Tabela 19 - Consumo Energético na construção dos edifícios.
- Tabela 20 - Consumo Energético na mão de obra
- Tabela 21 - Custo do edifício.

ABREVIACES / SIGLAS

CFC - clorofluorcarbonos.

FAO - *Food and Agricultural Organization.*

FAU - *Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.*

IEE - *Instituto de Eletrotécnica e Energia.*

IEA - *International Energy Agency.*

IEA/USP - *Instituto de Estudos Avançados - Universidade de São Paulo.*

IPT - *Instituto de Pesquisas Tecnológicas.*

NAFTA - *North America Free Trade Agreement.*

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development.*

OCDE - *Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econmico.*

OLADE - *Organizacion Latino-americana de Energia.*

PIPGE - *Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia*

TEP - *Tonelada Equivalente de Petróleo.*

GLOSSÁRIO

- abaulamento** - torção de peças de madeira tanto no sentido longitudinal como no transversal.
- antropogênicas** -, relativo à geração do homem, dos fenômenos de sua reprodução.
- beirais** - proteção do telhado na fachada.
- bitolas** - seção da madeira
- caibros** - peças estruturais do telhado com seção 4x4 cm
- celulose** - carboidrato constituinte fundamental da madeira, extraído para a fabricação de polpa para papel. Resíduo resultante da deslignificação parcial ou total da madeira. Quimicamente vem a ser um polissacarídeo.
- ciclo de abate** - ou corte, é o intervalo entre duas explorações principais de um mesmo talhão florestal, estipulado previamente sob planejamento; período programado para corte.
- clonadas** - conjunto de indivíduos descendentes de um só indivíduo por propagação vegetativa.
- compensado** - é o processo pelo qual se obtém chapas de madeira a partir da aglutinação de suas fibras; normalmente são revestidos por folhas de madeira.
- contraventamento** - travamento estrutural dos painéis, no caso, na diagonal destes.
- coníferas** - ordem de essências resinosas gimnospermas, em contraposição às das ordens das "não coníferas" ou folhosas, angiospermas.
- efeito estufa** - efeito de aquecimento global causado pela emissão de poluentes, principalmente o CFC, e do CO₂.
- empenadas** - torção de peças de madeira no sentido longitudinal.
- extrativista** - empregado no texto no sentido de extrair e não repor.
- fachada** - vista, elevação
- florestamento** - estabelecimento de uma floresta pelo homem onde nunca houve cobertura florestal.
- gang nail** - peça metálica utilizada para conexão de vigas estruturais do piso, e para estrutura do telhado - tesouras; peças utilizadas em substituição dos pregos.
- layout** - arranjo de ambientes e mobiliário utilizado em edificação.
- lambris** - peças com 3 cm de espessura utilizada para revestimento dos painéis; as peças são dispostas verticalmente.
- madeira roliça** - madeira sem ser processada, industrializada, ainda em forma de toras.
- manejo florestal** - é um ramo da dasonomia que trata da prévia aplicação de sistemas silviculturais que propiciem condições de uma exploração anual ou periódica dos povoamentos, sem afetar-lhes o caráter de patrimônio florestal permanente.

megareflorestamento - reflorestamento em maiores proporções (ver definição de reflorestamento).

montantes - peça estrutural utilizada para o painel com seção 4x9cm

painéis de madeira compensada - painéis revestidos com placas de madeira de aglutinadas sem a adição de resinas, é revestido com madeira laminada.

painéis de madeira aglomerada - é um painel produzido com partículas de pinus e eucalipto aglutinadas com resina sintética.

paredes portantes - paredes que podem ser carregadas por dois ou mais homens.

pingadeiras - tábuas dispostas de maneira horizontal

reflorestamento - indica o plantio ou formação de maciços em local onde antes havia outros povoamentos florestais, ao contrário de florestamento.

resgate de carbono CO₂ - o termo se refere a captura ou aprisionamento do dióxido de carbono existente na atmosfera;

ripas - peças estruturais para suporte das telhas, com seção de 4x2 cm

rotação - é o período de tempo que vai desde o início de formação de massa florestal até uma época especificada em que se considera maduro o produto de modo a determinar a exploração silvicultural do maciço. Intervalo de tempo que separa duas passagens consecutivas sobre um mesmo ponto da floresta, de um corpo de uma dada natureza, de um corte de desbaste.

silvicultura - é o ramo da ciência florestal (dasonomia) que trata da propagação e cultivo dos povoamentos naturais e artificiais. Antigamente era definida como ciência e arte, ao mesmo tempo. Do latim : silva - vegetação arbórea florestal.

sinteco - produto impermeabilizante utilizado para acabamento do piso.

sistema construtivo - método construtivo (peças estruturais, vedação, telhado etc.)

tábuas aplainadas - tábuas niveladas, tornadas planas por uso de plaina.

tábuas para fechamento - tábuas utilizadas nos painéis para a vedação dos mesmos.

tesouras - peças estruturais do telhado com formato triangular.

usinagem - processamento, industrialização da madeira para obtenção de peças serradas, lambris, etc.

valor agregado - valor embutido, acrescentado com a realização de um serviço.

vedação - fechamento / revestimento.

vigas treliçadas - vigas estruturadas com desenho em formato de treliças.

zenital - relativo à zênite, cobertura.

Apresentação

O presente trabalho pretende analisar o sistema construtivo utilizado no Edifício Experimental do Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo (IEE/USP) do ponto de vista Energético, ou seja, da energia utilizada em seus materiais construtivos. Partiu-se, desta forma, da comparação entre este edifício com um outro "hipotético", com a mesma planta e layout, ou seja, um edifício igual ao de madeira só que construído com materiais convencionais. Este edifício hipotético encontraria-se no mesmo terreno com as mesmas condições de implantação, entorno e de clima.

O Edifício Experimental foi construído com madeira de reflorestamento, *eucalipto*, nos moldes do sistema construtivo utilizado amplamente nos Estados Unidos⁽¹⁾ e muitos países desenvolvidos, o "platform construction".

Este projeto está inserido em um contexto muito mais amplo, que envolve a Produção Florestal, Atividade Industrial, a Proteção e Recuperação Ambiental. Haverá porém, uma concentração nos aspectos de consumo energético dos materiais utilizados nos dois projetos, procurando ressaltar as vantagens da utilização de madeira de reflorestamento na construção civil.

O trabalho está dividido nas seguintes partes:

- *aspectos da Produção Florestal*, onde pretende-se comparar o Brasil com os outros países, além de caracterizar a nossa produção atual; neste capítulo será dada uma maior atenção para a produção e consumo de madeira de reflorestamento, especialmente o eucalipto;
- *aspectos ambientais* da utilização de madeira de reflorestamento para a construção civil, onde ressalta-se aspectos de resgate de CO₂; também será levantado neste capítulo o potencial de geração de empregos frente a

⁽¹⁾ Inicialmente este sistema foi utilizado no Estados Unidos da América, sendo atualmente utilizado em muitos outros países desenvolvidos: Canadá, Suécia, Finlândia e Japão (ver detalhes históricos sobre o sistema construtivo no capítulo sobre este sistema).

possibilidade de utilização da madeira de reflorestamento para a construção civil;

- o *sistema construtivo* caracterizado a partir de um histórico e sua utilização atualmente no mundo; todo o sistema construtivo será caracterizado a partir do Projeto Experimental do IEE . Também será analisado o potencial da utilização de edificações com estrutura em madeira: com a geração de empregos, incremento de nossa indústria madeireira, etc. ;

- o *consumo energético* da construção em madeira, onde serão levantados todos os aspectos desde a produção da matéria prima, transporte e utilização desta em canteiro.

Optou-se por uma abordagem mais ampla para visualizar-se melhor o contexto em que esta inserido este Projeto Experimental do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP.

Não se tem porém, a pretensão de que o trabalho esgote todos os aspectos desta problemática.

Resumo/ Abstract	iv
Agradecimentos	v
Índice figuras, fotos, gráficos e tabelas	vi
Abreviações	vii
Glossário	ix
Apresentação	xi

ÍNDICE:

<u>Introdução</u>	01
<u>1-Aspectos da Produção Florestal</u>	08
1.1- O Brasil no contexto mundial	09
1.2 - O Brasil e sua competitividade no mercado mundial	13
1.3- A Evolução da Produção e o Consumo no Brasil	
- 1.3.1- a tradição extrativista	15
-1.3.2 - a devastação Florestal no Estado de São Paulo	21
1.4 - Considerações Finais	31
<u>2-Aspectos Ambientais de Construções em madeira</u>	
<u>de Reflorestamento - O resgate de CO₂</u>	32
2.1- Antecedentes - O efeito Estufa	33
2.2 - Carbono na Biosfera	36
2.3 - O Projeto FLORAM	40
2.4 – Considerações Finais	41

3- Sistema Construtivo de edificações em madeira

de Reflorestamento.

	42
3.1- Introdução	42
3.2- Histórico	43
3.3- Estado da Arte	44
3.4 Sistema Construtivo utilizado no IEE/USP	45
3.5 - Descrição do sistema construtivo	46
1- implantação / terrapleno	48
2- consolidação terreno / fundações	50
3- estabilidade - estrutura	52
4- proteção zenital / cobertura	58
5- vedação / vedos	59
6- circulação/ pavimentos	60
7- comunicação / vãos	61
8- conforto ambiental / paramentos	62
9- mecanização/ equipamento eletro-mecânico	62
10- equipamento hidro-sanitário	62
Potencialidades das Edificações com Estrutura de Madeira	63

4- Análise Energética

4.1- Introdução	70
4.2 - O consumo Energético dos materiais de construção	71
4.3 - Método Utilizado	74
consumo de energia nos materiais empregados	74
hora / pessoa de trabalho nos materiais e serviços	75
custo econômico	75
transporte dos materiais	75
4.4- Divisão da Edificação em funções: os Órgãos da construção	77
4.5 - Aspectos relacionados com a produção dos materiais construtivos utilizados	79

4.5.1 - prédio com estrutura em madeira	79
4.5.2 - prédio hipotético	82
4.6 - Consumo Energético das famílias de materiais	86
4.7 - Consumo Energético no Transporte	89
4.8 Equipamentos utilizados na construção	89
4.9 Utilização da mão de obra	89
4.10 Energia Total Consumida	91
Considerações Finais	92
<u>Conclusões Finais</u>	94
<u>Bibliografia</u>	99
<u>Anexos</u>	105
anexo 01- Tabela Órgãos da Construção	106
anexo 02- Conteúdo Energético Convencional / Madeira	108
anexo 03- Energia Utilizada para Transporte	122
anexo 04- Custo dos Materiais Utilizados	130
anexo 05 - Índices utilizados na composição dos materiais no prédio convencional	141
anexo 06 - Consumo Energético das máquinas utilizadas na construção dos prédios.	143

INTRODUÇÃO

A opção de construir edifícios em madeira de reflorestamento, no caso o eucalipto, deve-se não só ao fato da madeira ser um material construtivo mais barato, mas principalmente por ser um material de Baixo Impacto Energético e Ambiental, pois consome pouca energia para ser produzido além de servir de elemento de resgate de CO_2 , ou seja, acaba sendo uma importante arma para as reduções do efeito estufa. Além das análises ambientais, realizou-se uma comparação do ponto de vista do consumo energético dos materiais construtivos entre este edifício e um convencional. Este trabalho reflete uma crescente preocupação com a necessidade de conservação de Energia, devido não só ao esgotamento de nossas reservas, mas também aos crescentes impactos ao Meio Ambiente e suas consequências danosas. A partir do Panorama Energético tanto Mundial como do Brasil, pretende-se mostrar a importância atual no sentido da realização de esforços para uma redução no Consumo Energético e conseqüentemente dos Impactos Ambientais.

Panorama Energético

- situação Mundial

A partir de uma breve caracterização do Panorama Energético Mundial pretende-se mostrar como vem se comportando o Consumo Energético e quais seriam as prováveis tendências, ou seja, procura-se inserir o Projeto de Madeira de Reflorestamento, como um das alternativas para a redução do consumo energético.

Procurou-se mostrar neste item como se encontram distribuídos os países produtores e consumidores de Energia, bem como sua distribuição nas estatísticas energéticas internacionais.

A OCDE⁽¹⁾ dividiu os 100 países maiores produtores e consumidores de energia em dois grandes grupos: os países membros, que totalizavam 24 em 1992, e os países não membros, entre eles o Brasil que somam 76.

Pode-se observar a subdivisão abaixo:

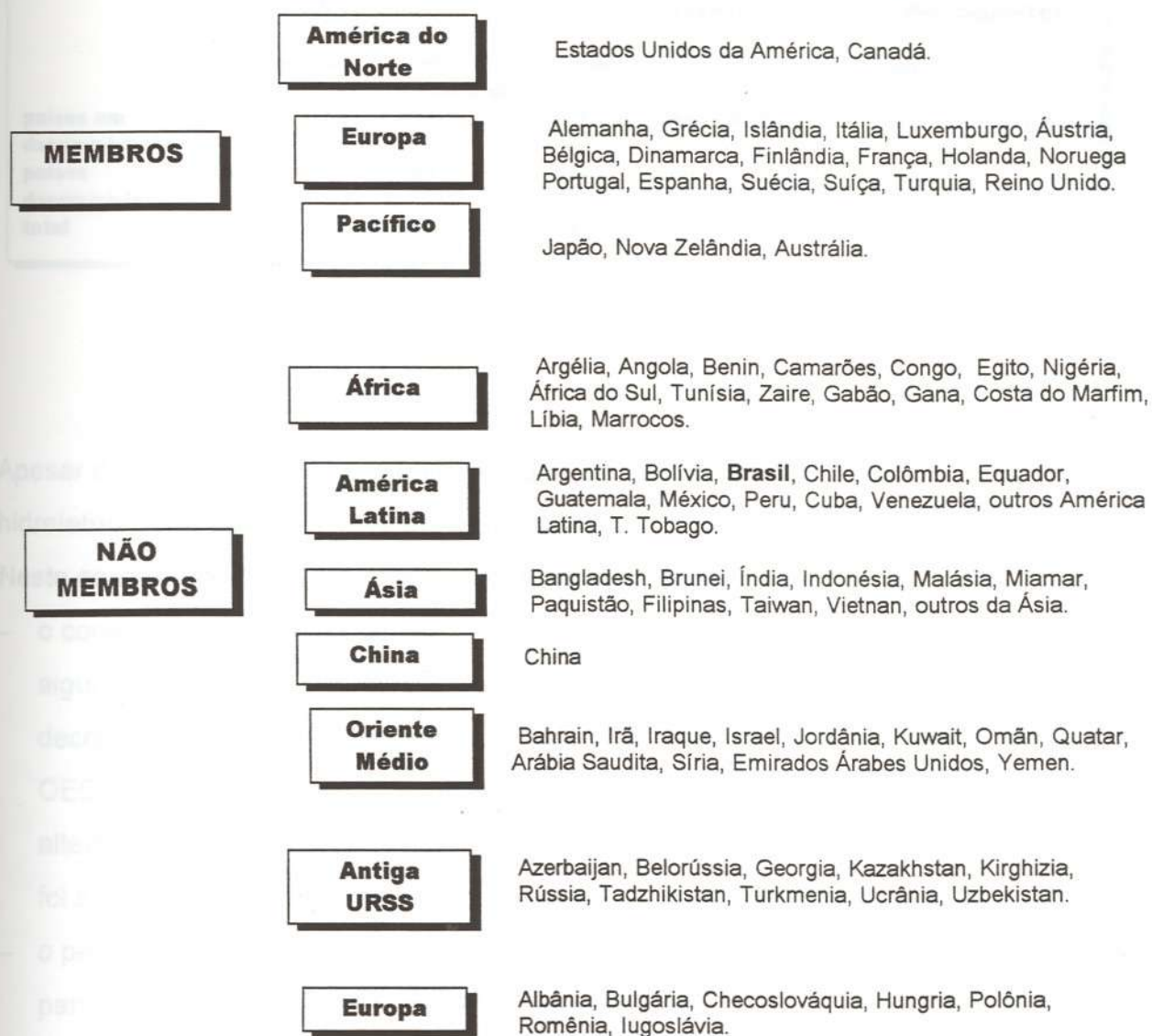


Fig. 01 - Classificação dos países membros e não membros da OCDE.

Fonte - Roméro, Marcelo, tese de doutorado.

⁽¹⁾ Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (**OCDE**) foi fundada em 1961, em Paris, com o objetivo de promover políticas que visem a expansão econômica e os níveis de vida dos países membros e dos não membros mas em vias de desenvolvimento. Em 1974 foi criada, a partir da OECD a Agência Internacional de Energia (**AIE**), com o objetivo de promover uma cooperação energética entre os países membros, visando reduzir a dependência com relação ao petróleo, desenvolver pesquisas para o uso racional de energia, além de desenvolver fontes alternativas de energia.

O consumo mundial de energia primária se apresenta distribuído mundialmente da seguinte maneira:

	CONSUMO MUNDIAL DE ENERGIA PRIMÁRIA						
	Consumo Energético (x10⁶ TEP)			População (x10⁹)		Consumo Energético Per Capita(TEP)	
	Comercial	Não Comercial	Total		Comercial	Não Comercial	Total
países em desenvolvimento	1850	709	2559	4050	0.45	0.18	0.63
países desenvolvidos	6031	221	6252	1190	5.10	0.18	5.28
total	7881	930	8811	5240	4.50	0.18	1.86

Tabela 01 - Consumo Mundial de Energia Primária
Fonte: Goldemberg, José - "*Energy, Environment and Development*", pp.13.

Apesar do Brasil ser o 10º produtor mundial de eletricidade e o 3º produtor mundial de hidreletricidade, ainda não pertence ao OCDE.

Neste contexto pode-se caracterizar a seguinte situação:

- o consumo de Energia cresceu, no período de 1974 a 1994, quase 2%,⁽²⁾ com algumas diferenças regionais : a partir de 1992 o consumo energético teve um decréscimo na CEE (Comunidade Econômica Européia) e países membros da OECD devido às medidas de uso racional da energia e utilização de fontes alternativas de energia implementadas; o aumento de consumo energético na Ásia foi significativo ; e diminuiu na antiga URSS e na Europa Central.
- o petróleo continua sendo a maior fonte de energia, tendo porém uma queda na sua participação total de 50%, em 1974 , para 40% em 1994. Os países membros da OPEP ainda são os produtores anuais.
- o consumo do gás natural vem crescendo significativamente, e a utilização de fontes renováveis de energia cresceu de 3% para 10% no período analisado.
- a produção de eletricidade cresceu 4% nos países não membros da OECD.

⁽²⁾ European Commission - "*Annual Energy Review*"

A produção mundial de eletricidade é responsável por quase 1/3 da produção mundial de energia primária e as estimativas indicam que o consumo só tende a crescer. A produção mundial, no ano de 1995 ⁽²⁾ foi de 12.841.102 GWh, sendo que 64,2% foram produzidas por fontes térmicas, 17,9% por usinas termo-nucleares, 14,39% por usinas hidroelétricas e 3,6% por outras fontes de energia.

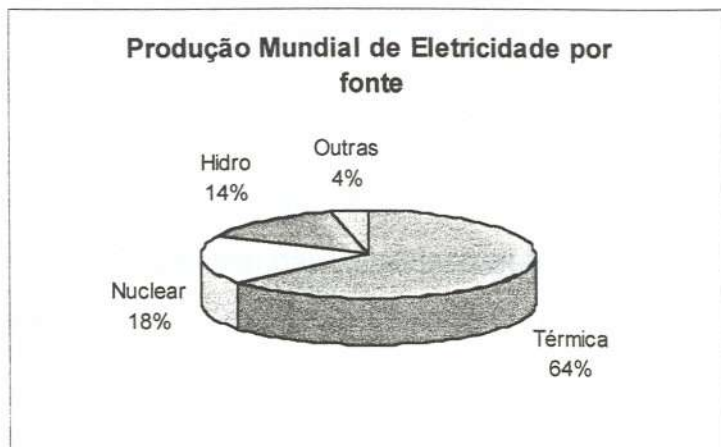


Gráfico 01 - Produção Mundial de Eletricidade por fonte.
Fonte: European Commission - "Annual Energy Review"

Cerca de 75% da produção mundial está concentrada em 20% dos países produtores e 9,5% dos países do mundo, sendo que apenas 19 países produzem mais de 100.000 GWh, totalizando todas as fontes de produção : nuclear, hídrica, térmica convencional, etc.

Os Estados Unidos são o maior produtor, sendo responsável por $\frac{1}{4}$ da produção mundial, seguido pela Rússia, responsável por 9,3% desta produção. O Brasil ocupa a 10ª posição, produzindo aproximadamente $\frac{1}{10}$ da produção do maior produtor. Com relação a hidro-eletricidade, que é a terceira fonte produtora mundial de eletricidade, o Brasil é o terceiro produtor mundial, com 11,5% da produção mundial, ficando atrás apenas do Canadá e dos Estados Unidos⁽²⁾.

Os três maiores consumidores de eletricidade são os Estados Unidos, Reino Unido e Canadá; o Brasil ocupa a 8ª posição⁽²⁾.

Analisando o período de 1960 a 1990, observa-se que o Brasil apresentou um dos maiores crescimentos, comparado aos países industrializados, quanto ao consumo final de eletricidade, superando inclusive o Japão. Na década de 70 o Japão teve um crescimento a uma taxa de 5,0% a/a, enquanto que o brasileiro cresceu 10,6% a/a

Na década de 80 os consumos brasileiros continuaram a crescer acima das médias internacionais variando em torno de 5,8% a/a enquanto que na maioria dos países desenvolvidos cresceu a taxas 3,0% a/a ⁽³⁾.

Convém observar que apesar das taxas de consumo dos países desenvolvidos serem menores, não houve redução do PIB - Produto Interno Bruto - nos mesmos., o que indica o uso racional de energia com melhoria no rendimento energético. O caso da França é um bom exemplo, onde logo após o 1º choque do petróleo, foram implementados regulamentos para o uso racional de energia, conseguindo a redução de 50% no consumo, entre 1974 e 1989, no setor de novas habitações ⁽³⁾.

Existe no Brasil um grande potencial para a conservação de Energia Elétrica que deve alcançado, não prejudicando porém o desenvolvimento econômico. Além disso existem as variáveis ambientais que devem ser consideradas. A conservação de energia elétrica faz com que haja uma conservação, indireta, das fontes primárias utilizadas, com a consequente preservação do meio ambiente (redução das áreas inundadas, redução das emissões de CO₂, etc.)

- Brasil

Como já observado no item anterior, o Brasil é um grande produtor de eletricidade, sendo ainda o terceiro maior produtor de hidroeletricidade.

No período de 1970 a 1996, a economia brasileira cresceu a uma taxa média anual de 4,5%, a Oferta Interna de Energia - OIE - cresceu 4,4% a/a .

A participação dos derivados de petróleo no consumo final de energia foi de 33% em 1970, de 43% em 1979, retrocedeu a 31% em 1985, e atualmente encontra-se no patamar de 1970 ⁽⁴⁾.

A capacidade instalada do setor elétrico foi quintuplicada no mesmo período. Em 1996 contava com 60,8 GW. Em operação, proporcionando 92% de geração hidráulica. O

⁽³⁾ ROMÉRO, Marcelo de Andrade - "Método de Avaliação do potencial de Conservação de Energia Elétrica em Campi Universitários: O caso da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira.", tese de doutorado apresentada à FAU/USP; p13,14.

⁽⁴⁾ BEN - "Balanco Energético Nacional 1997 - Ano base 1996"

consumo de eletricidade neste período cresceu 7,9% a/a. A participação da eletricidade no consumo final de energia passou de 16% em 1970 para 39% em 1996..

A hidroeletricidade, a lenha e os produtos da cana-de-açúcar contribuem para uma alta participação das fontes renováveis (59% da OIE) na Matriz Energética Brasileira.

O Programa do Álcool, iniciado em 1975 teve grande participação nestes dados.

O Setor Industrial, aumentou sua participação no consumo final de energia de 31% para 39%. Já o Setor Residencial apresentou participação decrescente (de 34% para 16%), em função da substituição da lenha por GLP. Estima-se que 97% dos domicílios estejam utilizando GLP e gás de cidade

Apesar da política de redução da dependência externa de energia, ainda podemos observar uma maior demanda em relação a produção e a necessidade de importação. Os esforços no sentido de racionalizar o consumo de energia ainda são mínimos, e ainda existe um imenso potencial a ser explorado.

Pode-se observar no gráfico a seguir como se apresenta a nossa *Produção* e a *Demanda* de Energia(Dependência = Demanda - Produção) :

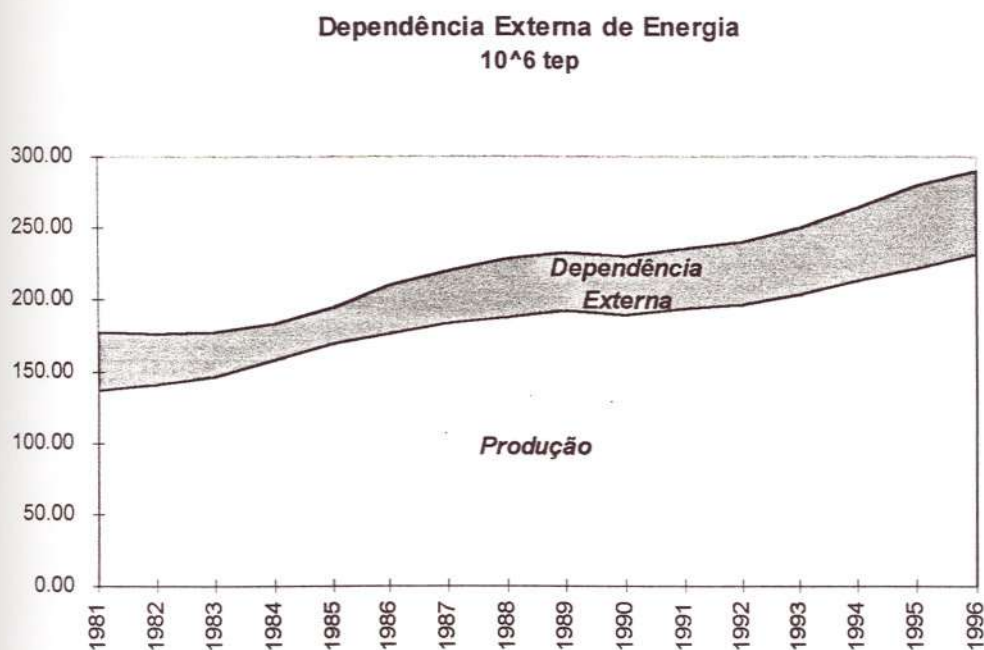


Gráfico 02 - Dependência Externa de Energia.
Fonte: BEN - "Balço Energético Nacional 1997 - Ano base 1996"

O Brasil, a exemplo dos países desenvolvidos deve implantar medidas de conservação de energia e aumento da eficiência energética. O país ainda não possui medidas efetivas para o controle e a redução do consumo energético .

Sendo a Arquitetura um elo importante de ligação entre a utilização da energia e os usuários, este trabalho pretende contribuir com mais elementos para que engenheiros, projetistas e arquitetos passem a tomar medidas eficientes neste sentido.

A utilização de edificações em madeira de reflorestamento, material construtivo de baixo consumo energético e baixo impacto ambiental, vem a ser uma alternativa para este quadro atual, onde a economia de energia passa a ser uma necessidade premente.

FLORESTAL

ASPECTOS DA PRODUÇÃO FLORESTAL

ASPECTOS DA PRODUÇÃO FLORESTAL

Procurou-se neste capítulo, caracterizar um quadro com a produção e utilização da madeira no mundo e em nosso país. Houve porém um maior enfoque no Brasil, uma vez que foi necessário justificar a utilização de madeira de reflorestamento na construção civil. Desta forma caracterizou-se os aspectos qualitativos e quantitativos da nossa produção florestal, a partir de uma evolução histórica focalizando-se na situação atual e justificando a utilização de madeira de reflorestamento, *Eucalyptos Grandis* para este fim.

Este capítulo estrutura-se da seguinte maneira:

1. o Brasil no contexto mundial da Produção e do Consumo.
2. a evolução da produção e o consumo no Brasil.

1.1 - O Brasil no contexto mundial

Apesar dos recursos tecnológicos existentes atualmente, não se sabe qual é a área segmentada e estratificada de florestas com relativo grau de acurabilidade. Facilmente encontram-se de 10 a 15 estimativas diferenciadas as quais correspondem a interesses mais diversos. Não se tem uma fonte confiável de quanto existe de florestas plantadas. Informações desta natureza são estratégicas e por conseqüência valiosas para governos e empresas⁽¹⁾.

Durante a década passada as estimativas listadas pela FAO⁽²⁾ indicavam uma área de 04 bilhões de hectares, ou 31% da superfície global, com cerca de 2,5 a 4 milhões de florestas extensas, com florestas plantadas e naturais. Cerca de 50% é explorável.

A melhor estimativa prevê um estoque médio por ha. de 110 m³ por hectares totalizando um volume de 310 bilhões de m³, dos quais aproximadamente 100 bilhões são de coníferas. A disponibilidade tem diminuído ao longo do tempo em

⁽¹⁾ Villela Filho, Adhemar - "Uma visão estratégica do suprimento de madeiras ao setor florestal" - pp. 4e5

⁽²⁾ FAO - Food and Agricultural Organization - ONU.

virtude de políticas ambientais, falta de infra-estrutura e distância dos mercados consumidores.

Neste contexto, cerca de 50% das florestas naturais estão localizadas no Brasil, Canadá e a antiga União Soviética⁽³⁾. Já a distribuição de florestas plantadas não obedece linearmente uma relação de magnitude como para as naturais, significando que grandes países não tem sempre o melhor e maior estoque. Entretanto, destacam-se a antiga União Soviética, China e, Estados Unidos. Adicionalmente, o Japão tem tradição secular de plantar florestas, preservando ao máximo este patrimônio como reserva estratégica, importando em larga escala produtos florestais "in natura" de outras regiões.

O Brasil apresenta grande competitividade em eucalipto e promissora posição em coníferas. Como tendência geral é consolidada a necessidade de ampliação das áreas com florestas plantadas com o objetivo de se garantir a sustentabilidade da produção florestal. Nos gráficos a seguir pode-se observar o posicionamento do Brasil perante alguns países do mundo.

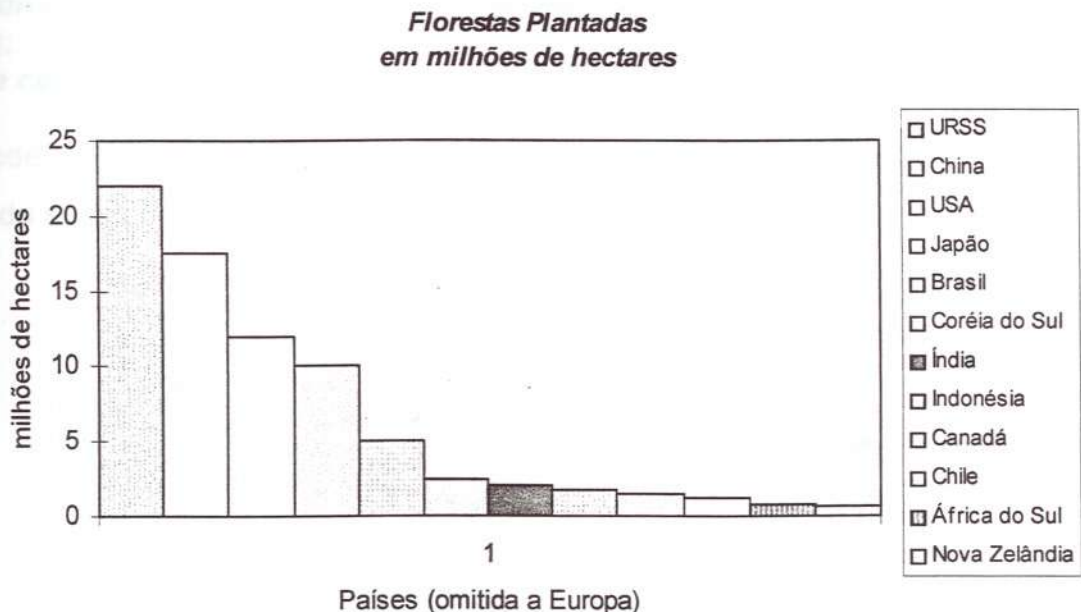


Gráfico 03 - Florestas Plantadas no Mundo.

(Fonte: Adhemar Villela Filho, "Uma visão Estratégica do Suprimento de madeiras do setor Florestal" 1995, pp.05)

⁽³⁾ Villela Filho, Adhemar - "Uma visão estratégica do suprimento de madeiras ao setor florestal" - pp. 4.

Florestas Plantadas por km2

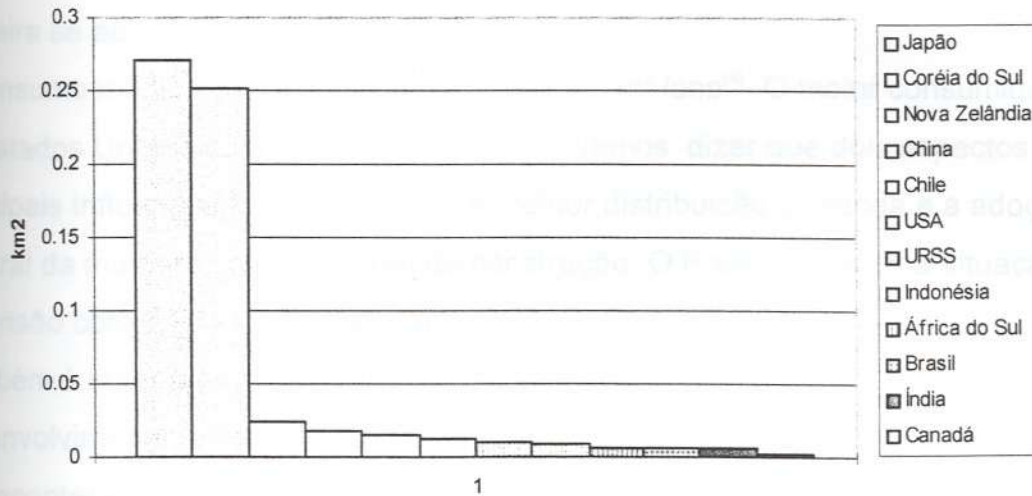


Gráfico 04 - Florestas Plantadas por km²
(Fonte: Elaboração própria a partir do gráfico anterior e das áreas dos países em questão)

A madeira é estratificada em termos de produto florestal de consumo, em 3 segmentos:

- **energia primária** (fuelwood);
- para **construção civil**, execução de mobiliário e de embalagens (solid e building);
- **papel e celulose** (pulpwood) .

Como podemos ver no gráfico a seguir, o consumo mundial de madeira se distribui da seguinte forma:

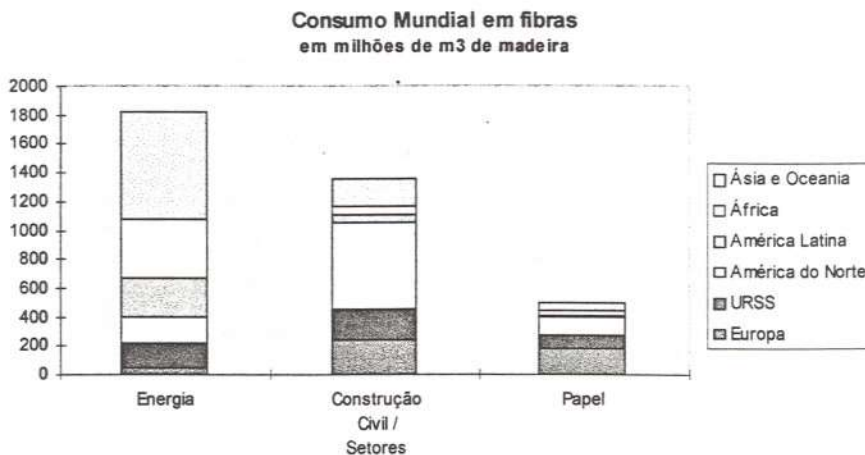


Gráfico 05 - Consumo Mundial em Fibras em milhões de m³
(Fonte: Adhemar Villela Filho, "Uma visão Estratégica do Suprimento de madeiras do setor Florestal" 1995, pp.06)

Do total de madeira consumida no mundo, 53% corresponde à madeira não industrial (lenha)⁽⁴⁾. Podemos observar que atualmente, o consumo mundial de madeira se aproxima dos 3,5 bilhões de m³.

O consumo médio per capita mundial é de 0,67 m³ /ano⁽⁴⁾. O maior consumidor é os Estados Unidos com 2,23 m³ /ano⁽⁴⁾. Poderíamos dizer que dois aspectos principais influenciam nesta posição: a melhor distribuição de renda e a adoção cultural da madeira como material de construção. O Brasil ocupa uma situação em ascensão com 0,83 m³ /ano per capita⁽⁴⁾.

Também é importante observar que nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento, a procura da madeira se concentra na área de Energia, o que já não acontece nos países desenvolvidos, onde há uma maior demanda de produtos com maior valor agregado, como materiais para construção (madeira serrada, painéis, etc.) e papel para impressão e embalagens. A demanda para madeira não industrializada, a lenha, cresce nestes países a uma taxa semelhante a do aumento da sua população 2%^a a⁽⁵⁾. Já a madeira industrializada (construção civil / embalagens, papel / celulose) tem comportamento diferenciado para diferentes setores⁽⁵⁾.

⁽⁴⁾ Villela Filho, Adhemar - "Uma visão estratégica do suprimento de madeiras ao setor florestal"- pp.6

1.2 - O Brasil e sua competitividade no mercado Global

Em decorrência de suas condições climáticas favoráveis, o Brasil apresenta uma grande competitividade em relação aos outros países. Estas condições climáticas favoráveis fazem não só com que tenha uma produtividade muito maior (tempo de crescimento menor) quando comparados com a média dos outros países, mas também com relação à diversidade de suas florestas. No seguinte exemplo, pode-se observar este fato:

Área de florestas requeridas para suprir uma fábrica de celulose branqueada de 500.000 toneladas/ano:



Fig. 02 - Área de florestas requeridas para suprir uma fábrica de celulose branqueada de 500.000 toneladas/ano (Fonte: Adhemar Villela Filho, "Uma visão Estratégica do Suprimento de madeiras do setor Florestal" 1995, pp. 10)

As equivalências de produtividade industrial resumem-se:

Local	Espécie ou Gênero	toneladas celulose por hectare
Canadá	Coníferas	3,5
Escandinávia	<i>Spruce</i>	6
Brasil	<i>Eucalipto</i>	18,5

Tabela 02 - Equivalências de Produtividade Florestal

(Fonte: Adhemar Villela Filho, "Uma visão Estratégica do Suprimento de madeiras do setor Florestal" 1995)

A grande variável *tempo*, no desenvolvimento da madeira tem resposta mais rápida no Brasil.

⁽⁵⁾ Villela Filho, Adhemar - pp.9e10

O mesmo fator é observado para análise do plantio de florestas de Pinus e Eucaliptus para a produção de serrados e compensados, focando somente no setor de produtos sólidos.

Observa-se na tabela a seguir, que a vantagem comparativa em termos de crescimento no Brasil é inquestionável:

Local	Espécie	m ³ /hectare/ano	Rotação (anos)
Brasil	<u>Pinus taeda</u>	25	20/25
Brasil	<u>Eucaliptus</u>	40	7/15
Brasil	<u>Pinus tropical</u>	35	20
Chile/ Nova Zelândia	<u>Pinus radiata</u>	25	20/25
Estados Unidos	<u>Pinus taeda</u>	12	30
África do Sul	<u>Pinus patula</u>	19	25
Escandinávia	<u>Picea abies</u>	5	60
Suécia	coníferas	3	60/100

Tabela 03 Produtividade de Madeira Reflorestada - Brasil e Mundo.

(Fonte: Adhemar Villela Filho, "Uma visão Estratégica do Suprimento de madeiras do setor Florestal" 1995)

Com este quadro pode-se estabelecer uma visão competitiva do Brasil frente aos países do Hemisfério Norte e também aos do Sul que tem limitações de espaço e de clima.

Adicionalmente tem-se uma dispersão de clima e solos, permitindo testar uma gama de diversas espécies, de espaçamentos, escolha de material genético e técnicas diferentes de manejo.

Apesar da associação deste crescimento rápido e custos baixos, resta uma reflexão sobre quais seriam os entraves para o país avançar em mercados e tecnologias de produtos e processos.

Poderíamos apontar como os principais pontos neste processo:

- falta de uma política industrial definida para o setor de produtos derivados da madeira, exceção feita ao setor de papel e celulose mais articulado e estruturado;
- baixo conteúdo tecnológico no processo industrial;
- florestas mal manejadas para produtos de alto valor agregado;
- baixa diversificação de produtos oferecidos no mercado;

- visão errônea dos problemas ambientais.

1.3 - A Evolução da Produção e o Consumo no Brasil

1.3.1.- A Tradição Extrativista

Do início de nossa colonização até meados do século passado pode-se caracterizar uma *política extrativista*. A abundância de madeiras nativas fez com que houvesse uma exploração sem o menor controle e sem nenhuma política florestal para reposição da mata explorada⁽³⁾.

Basicamente dois fatores diferentes contribuíram para a destruição de nossa mata nativa:

- para o plantio de culturas como a cana-de-açúcar e o café ;
- para exploração da madeira nativa, principalmente para exportação, construção de estradas de ferro e produção de energia; esta característica da exploração da madeira ocorreu principalmente na Região Sul do país, onde observamos a utilização de madeira nas construções.

A Região Sul do Brasil merece uma maior atenção quanto a este aspecto, uma vez que concentrou por muito tempo a produção madeireira nacional⁽⁶⁾.

A partir do século XIX, a extração de madeiras passou a desempenhar um papel relevante tanto na renda da exportação quanto no desenvolvimento industrial do país.

O desenvolvimento da navegação a vapor (permitindo maior tonelagem de transporte por viagem), a implantação de redes ferroviárias conectadas a

(6) CLARO, Anderson - "Produção de Casas de Madeira em Santa Catarina"; pp. 38,39e 40.

(6) CLARO, Anderson - "Produção de Casas de Madeira em Santa Catarina"; pp. 38,39e 40.

terminais marítimos, bem como o desenvolvimento internacional de ramos industriais que utilizam intensamente a madeira, como matéria prima (mobiliário, papel, materiais de construção), criaram novas condições para o regime republicano que se instalou no final do século XIX. Apressado em colonizar o território e ampliar a produção da economia, o novo regime iniciou um processo de exploração nunca visto e que liquidou grande parte da mais rica floresta de coníferas da Hemisfério Sul (Floresta das Araucárias), bem como da riquíssima Mata Atlântica (canelas, imbuías, cedros, perobas, entre outras essências florestais).

Basicamente pode-se distinguir, na atividade florestal brasileira quanto à produção de madeira, alguns fatores que estão transformando a configuração espacial da produção, bem como seus aspectos qualitativos, ou seja a utilidade que vem sendo dada à produção.

A crescente procura de matéria-prima a nível mundial e nacional, principalmente para a produção de papel e, aliada à extrema valorização das terras próximas a esses centros produtores, ocasionou um deslocamento da produção de madeira dos tradicionais centros produtores do Sul do país. Para este movimento, contribui sem dúvida, o desmatamento das matas nativas do Sul, bem como o aumento à acessibilidade às matas nativas do Amazonas e do Pantanal Mato-Grossense⁽⁷⁾.

A política de colonização da Região Central do Brasil com grandes investimentos feitos em estradas, energia elétrica, pesquisa física e mapeamento, sem dúvida foram os grandes indutores da atividade extrativista mineral e vegetal na região. Pode-se dizer, que este período se caracterizou por uma ausência de política florestal. A "inesgotável" abundância de matéria prima fazia com que a expansão da "produção", se efetivasse a qualquer custo. O abastecimento do mercado externo era muito mais importante que o desenvolvimento de um mercado interno bem como de nossa produção florestal. Priorizou-se, por este aspecto, interesses do Primeiro Mundo.

⁽⁷⁾ Florestar Estatístico - 1994/95 pp. 27 a 44.

Observar na tabela a seguir, o comportamento da produção brasileira de madeira nativa na década de 70 (produções de 1970,1975 1980 e 1990 segundo os Estados):

Produção brasileira de madeira nativa em 1970, 1975, 1980 e 1990 segundo os Estados (em mil m³):

ESTADO	1970	1975	1980	1990
Rondônia	35	45	257	452
Acre	16	31	129	238
Amazonas	543	772	1203	1847
Roraima	30	5	24	57
Pará	1375	1708	5577	6453
Amapá	60	78	99	108
Maranhão	28	88	314	350
Piauí	14	25	367	412
Ceará	21	29	1761	1820
Rio Grande do Norte	19	5	177	256
Paraíba	7	32	155	145
Pernambuco	43	31	151	167
Alagoas	28	17	37	29
Fernando de Noronha	-	-	-	-
Sergipe	6	99	14	12
Bahia	153	277	713	741
Minas Gerais	849	244	430	390
Espírito Santo	469	213	117	120
Rio de Janeiro	9	37	33	25
São Paulo	104	286	203	167
Paraná	6266	6072	2868	2013
Santa Catarina	1412	1773	1538	1205
Rio Grande do Sul	445	1334	323	316
Mato Grosso do Sul	119	436	823	1039
Mato Grosso	-	64	939	1360
Goiás	800	117	449	670
Distrito Federal	-	-	-	-
TOTAL	12851	13815	18712	20392

Tabela 04 - Produção Brasileira de Madeira Nativa.

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, série Nacional anos de 1970, 1975 e 1980.

Pode-se observar que, enquanto os Estados de Minas Gerais , Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul concentravam em 1970 e 1975 73,5% da extração de madeira nativa, em 1980 essa participação era de apenas 28,2% do total.

Por outro lado , o grupo de estados formados por Amazonas, Pará, Ceará, Bahia, Mato Grosso do Sul e Goiás teve sua participação aumentada de 23,4% para 61,

3% neste mesmo período. Os demais estados, fora os dois grupos citados, também tiveram sua participação aumentada de 3,1% para 10,5%. Na última década porém houve o crescimento na produção total foi de 8%, bem inferior à década anterior, o que pode ser reflexo da utilização de madeiras de reflorestamento.

Deve-se observar porém, que as estatísticas relativas à extração de toras nativas, principalmente na Região Amazônica, não levam em consideração a extração ilegal, que é de grande volume e escapa à fiscalização e ao controle.

Outro importante fator a ser observado neste período é o grande crescimento da produção de madeira principalmente para papel e celulose.

Observar na tabela abaixo a evolução desta produção.

Evolução da Produção de madeira nativa e cultivada no Brasil - 1975-90 (em mil m³):

PRODUTO	1975	%	1980	%	1990	%
Madeira Nativa	13815	44	18712	31.9	20392	24.3
Madeira Cultivada:	16978	55.2	38937	68.1	63321	75.6
Toras	5577	18.2	6682	11.4	9457	11.3
p/ papel	11401	37.0	33255	56.7	53864	64.3
TOTAL	30795	100	58649	100	83713	100

Tabela 05 - Evolução da madeira nativa e cultivada no Brasil.

Fonte: Extraído de Silvicultura/ 1992 - IBGE.

Neste período a produção de madeira para papel e celulose quadruplicou⁽⁸⁾.

Este crescimento explica-se, por um lado, pelo retorno mais rápido que a produção de papel propicia e, complementarmente, pela *política de incentivos fiscais* para a aplicação na silvicultura, estimulada nas últimas décadas. Por outro lado, explica-se pela crescente falta de matéria-prima próxima aos centros produtores, o que viabilizou o desenvolvimento de grandes projetos silviculturais.

Maiores detalhes quanto a estas questões serão levantados no item seguinte, onde se caracteriza melhor o caso do Estado de São Paulo, que é atualmente o maior produtor de madeira do Brasil para papel e celulose.

⁽⁸⁾ FUNATURA - Fundação Pró-Natureza/ IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Renováveis; pp. 28 a 31.

Atualmente observa-se o seguinte quadro referente à produção de madeira em nosso país:

**PERSPECTIVAS RELACIONADAS AO SUPRIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA,
A PARTIR DE REFLORESTAMENTOS.**

Segmento de Papel e Celulose:

- consumo atual * : 35 milhões m³
- consumo projetado para o ano 2010 : 70 milhões m³
- início do déficit de madeira de reflorestamento : 2004
- déficit acumulado de madeira no ano 2010 : 382 milhões

Segmento Madeira para Energia:

- consumo atual * : 52 milhões m³
- consumo projetado para o ano 2010 : 92 milhões m³
- início do déficit de madeira de reflorestamento: 2002
- déficit acumulado de madeira no ano 2010 : 725 milhões m³

Segmento Madeira Sólida:

- consumo atual * : 20 milhões m³
- consumo projetado para o ano 2010 : 80 milhões m³
- início do déficit de madeira de reflorestamento: 2007
- déficit acumulado de madeira no ano 2010 : 246 milhões m³

TOTAL PARA O SETOR FLORESTAL :

- consumo atual * : 108 milhões m³
- consumo projetado para o ano 2010 : 242 milhões m³
- início do déficit de madeira de reflorestamento: 2004
- déficit acumulado de madeira no ano 2010 : 1.35 milhões m³

(* dados relativos ao ano de 1996.)

Tabela 06 - Perspectivas Relacionadas ao suprimento de Matéria-Prima, a partir de Reflorestamentos.
Dados relativos ao ano de 1996.

Fonte : Sociedade Brasileira de Silvicultura "Subsídios para um programa de reflorestamento no Brasil" pp.07

Pode-se observar que a madeira para energia ainda é o destino final da maioria da nossa produção florestal, com quase 50 % da produção total. Com todo o nosso potencial florestal observa-se que as estimativas são de déficit de madeira nos próximos 10 anos.

É interessante observar que o segmento com maior valor agregado, a madeira sólida apresenta a menor porcentagem da nossa produção atual, com 18%.

Na produção de madeira para energia a uma “devolução” de CO₂ para a atmosfera, sendo que com a madeira sólida o CO₂ fica aprisionado. Estes aspectos ambientais serão discutidos com maior profundidade no capítulo seguinte.

Na tabela seguinte podemos observar a diferença de valores da madeira produzida para energia, e construção civil:

Preços Médios (U\$/m³) de madeira no Estado de São Paulo, 1994.		
<u>Região</u>	<u>Finalidade</u>	<u>U\$/m³</u>
Campinas	energia	5,05
	serraria	17,63
Ribeirão Preto	energia	5,96
	serraria	19,05
Vale do Paraíba	energia	4,16
	serraria	12,40

Tabela 07 - Preços médios de madeira no Estado de São Paulo
Fonte: Florestar Estatístico novembro 1994 / fevereiro 1995, pp.51

Pode-se observar as diferenças das preços entre a madeira para energia e para a serraria. Este valor agregado justificaria a concentração de investimentos em madeira para serraria, além disso os aspectos ambientais também são muito mais favoráveis.

1.3.2 - A Devastação Florestal no Estado de São Paulo

Para caracterizar a exploração florestal no Estado de São Paulo, é importante citar o processo de Industrialização ocorrido na primeira metade deste século (1900-1950).

A ausência de carvão ou petróleo, e a insuficiência do aproveitamento do potencial hídrico, fizeram com que a lenha fosse a única alternativa de fonte energética.

A Mata Atlântica fazia parte da grande floresta costeira do Brasil, que atravessava a nossa costa desde o Rio Grande do Sul até o Rio Grande do Norte. Contudo, devido ao nosso processo de colonização, que concentrou as populações nas faixas litorâneas, houve uma degradação acelerada destas áreas⁽⁹⁾.

No trecho paulista, desde o início da colonização, a opção mais viável foi a utilização de madeira para lenha, ou até mesmo a destruição da mata para dar lugar a outras culturas, como cana de açúcar, algodão, café, uma vez que o comércio da madeira trazia um custo muito elevado de transporte.

Neste processo, no início deste século, uma população que se encontrava a 2,2 milhões, em quatro séculos, tinha destruído aproximadamente 40.000 km² de floresta nativa paulista. O restante da mata, cerca de 170.000 km² representou uma reserva energética de imensas proporções, sendo base do desenvolvimento industrial do estado (a madeira utilizada para lenha era de lei, mais densa que a de reflorestamento, e com maior teor calorífico).

Com a crescente dificuldade no abastecimento de lenha e carvão e a crescente necessidade de importação de celulose e papel, o estado de São Paulo, começou investir em reflorestamento. Em 1901, começaram a aparecer os primeiros incentivos por parte da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo; em

⁽⁹⁾ DEAN, Warren - "A Floresta como fonte de Energia na Urbanização e na Industrialização de São Paulo - 1900-1950".

1909 consolidam-se estes incentivos com uma formação de reservas florestais. Nesta fase houve a introdução do reflorestamento do *Eucaliptus* em São Paulo⁽¹⁰⁾. Três fases se destacam para reflorestamento do Estado até o período analisado: a primeira, de 1905 a 1958, em que o plantio foi desenvolvido por algumas empresas, devido principalmente à assistência técnica do Estado, a segunda, de 1958 a 1966, quando o Estado assume a liderança dos plantios, ao mesmo tempo que funciona como pólo irradiador; a terceira, que se inicia com a Lei Federal 4771 de 1965, caracterizada pelos reflorestamentos incentivados pelo Governo Federal, quando o Estado volta praticamente, à mera condição de gerador de tecnologia setorial, além de coordenar e fiscalizar o reflorestamento extensivo desenvolvido pela iniciativa privada.

Nesta terceira fase, além dos incentivos fiscais do Governo Federal, a iniciativa privada se vê altamente estimulada a investir em São Paulo, porque aos incentivos se juntavam também fatores de ordem tecnológica, representados pelo "know-how" da silvicultura já desenvolvido no Estado.

Até 1928, toda esta produção do eucalipto era voltada para fins energéticos, e não supria a demanda de lenha e carvão para o estado. Nesta época, a Companhia Paulista de Estrada de Ferro teve a iniciativa de destinar 2/3 da sua produção para a construção civil, uma vez que o valor da árvore como matéria-prima era muito maior que como combustível. Além disso, já se pesquisava a possibilidade de utilização do eucalipto para a produção de papel. Neste quadro de mudança na utilização do eucalipto, agravam-se as dimensões da crise energética. Como conseqüência, as estradas de ferro e as indústrias continuavam a retirar seu combustível do "restante" da mata nativa⁽⁹⁾.

No começo dos anos 50, o cultivo de eucalipto estava ainda no início. O plantio progredia num ritmo lento, de somente 4.000 hectares por ano, em comparação a um consumo anual de 190.000 hectares de mata nativa. A emergente crise no suprimento de lenha e carvão, encontrou outra solução ainda que parcial: a

⁽¹⁰⁾ MONTAGNA, Ricardo G. - "Análise panorâmica da Situação Florestal e efeito da Lei dos Incentivos fiscais em São Paulo."

utilização maciça de combustíveis fósseis - *petróleo, óleo diesel e gás liquefeito* - e a ampliação da rede elétrica⁽⁹⁾.

Neste contexto, podemos caracterizar o período de 1920 a 1950, como uma fase de intenso desmatamento, onde cerca de 2,5 milhões hectare/década foram destruídos, sendo que apenas 18,2% deste desmatamento foi repostos⁽¹⁰⁾.

Em 1965 foi promulgado o Código Florestal Nacional - Lei 4771, que tratava de incentivos fiscais aplicados ao reflorestamento. O código vigorou até 1988. Neste período se iniciam a entrada e engajamento do setor privado no processo⁽⁷⁾.

Nesta fase, instalaram-se as indústrias de papel e celulose, devido não só aos incentivos, mas também à pressão dos países do Primeiro Mundo diante da poluição ambiental que estavam produzindo (branqueamento com cloro, etc.). Em detrimento do desenvolvimento e benefício do capital internacional, os aspectos ambientais foram extremamente prejudicados.

Evolução da Devastação Florestal no Estado de São Paulo.



Cobertura Vegetal 1886



Cobertura Vegetal 1907



Cobertura Vegetal 1920



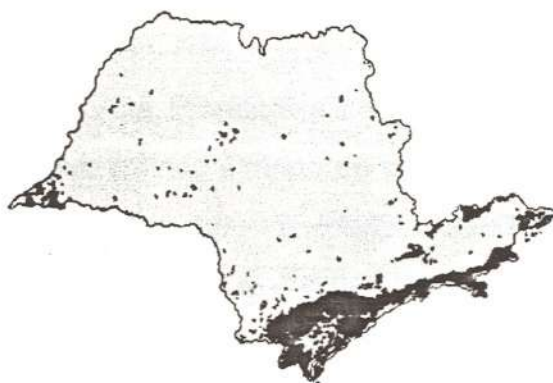
Cobertura Vegetal 1935



Cobertura Vegetal 1962



Cobertura Vegetal 1973



Cobertura Vegetal 1982

Fig. 03 - Evolução da Devastação Florestal no Estado de São Paulo.
Fonte : Instituto Florestal.

Apesar da legislação pertinente prever a conservação do Meio Ambiente, com proteção da flora, fauna, solo e água, estes objetivos só foram atingidos como consequência e não como objetivo principal, pois os incentivos fiscais não despertaram igual atração aos diferentes investidores, deixando de estimular pequenos e médios projetos e adotando modelos concentradores, em função do interesse empresarial voltado para a produção de papel e celulose..

A falta de preocupação com o estudo dos impactos ambientais, que possibilitassem ao Governo orientar uma política de desconcentração, teve como consequência a instalação de complexos industriais em regiões muitas vezes com comprometimento sob o ponto de vista do meio ambiente. Implantaram-se novos projetos industriais, induzidos pelas florestas incentivadas que se instalaram. Assim os maciços florestais contínuos que se estabeleceram, tiveram em comum com a agricultura e a pecuária a característica de monoculturas extensivas que pressionaram na década de 70, sobretudo o ecossistema dos cerrados.

O Estado de São Paulo se atualmente destaca por ser o principal produtor de madeira em toras da Região Sudeste : 78,4% da produção da região Sudeste é do Estado de São Paulo , sendo que 99% desta produção provem de florestas plantadas, destinadas a atender industrias de celulose, chapas, fibras e painéis de madeira ⁽⁸⁾.

Brasil

Atualmente, o eixo principal da política Florestal a ser adotada pelo Estado de São Paulo baseia-se no Substitutivo n.º1 do Projeto de Lei n.º53, de 1992 (Lei de novembro de 1996). Caracteriza-se por ser um **Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável**, onde se procura fazer uma associação entre conservação, utilização sustentada e educação ambiental.

O plano consiste na divisão do Estado em um mapa de *Capacidade de Uso e Aptidão Florestal* (agropecuária, várzeas não trabalhadas, reflorestamentos e pastagens, florestas de proteção e reflorestamento, e florestas de proteção).

Resta-nos saber se o processo de divisão do Estado levou em conta as aptidões das áreas, ou houve algum interesse político envolvido.

O processo de urbanização e a necessidade de aumento contínuo da produção agrícola e pastoril tem exigido derrubada de florestas. Este fenômeno por sua vez, deve ser encarado seriamente, determinando limites a sua prática.

Os países desenvolvidos têm programas de preservação, existindo uma consciência de que a terra não deve ser utilizada somente pelo seu valor econômico. Algumas das florestas são preservadas para manter sua biodiversidade, e outras manejadas para produção de madeira, conservação da fauna, da flora, solo, qualidade da água e recreação.

A moderna administração de florestas é baseada na exploração através do múltiplo uso, incluindo produção sustentada de madeira, enquanto se mantém o sistema biológico da floresta⁽¹¹⁾.

É pensamento em muitos países desenvolvidos apoiar e transferir seus conhecimentos de sistemas sustentados para outros países.

A regeneração natural ou artificial das florestas de maneira científica procurando harmonizar sua exploração racional com a preservação ambiental em nosso país é um desafio para a sociedade brasileira que tem até hoje uma preocupação⁽¹¹⁾ imediatista, o que nos tem levado a taxas inaceitáveis de depredação ambiental. Um programa de plantação racional de árvores naturais e exóticas pode levar o Brasil a ser um dos maiores produtores de madeira do mundo sem destruir a biodiversidade, preservando o solo e a qualidade da água, assim como garantindo áreas de lazer para a população.

O manejo florestal deve ser dimensionado para obedecer a especificidade de cada floresta, incluindo porém:

- 1- manutenção das florestas ao longo dos cursos d'água e em áreas de importância para a preservação da vida selvagem;
- 2- preservação de árvores matrizes para regeneração natural;
- 3- aumento do ciclo de abate para melhorar a conservação do solo;

⁽¹¹⁾ Del Carlo, Ualfrido "Edificações experimentais com Estrutura de madeira"

- 4- onde a erosão pode ser significativa providenciar patamares de retenção e diminuição da velocidade da água;
- 5- os santuários ecológicos devem ser preservados e mantidos pelo governo;
- 6- um misto de floresta preservada e floresta manejada tem sido a melhor prática gerando mais riqueza para a vida da floresta⁽¹¹⁾.

Não existe nenhuma evidência de que projetos que vêm obedecendo a estas recomendações possam vir a comprometer ou provocar a extinção de algum tipo de vida selvagem.

No futuro, a exploração de florestas nativas de maneira predatória e não sustentada, deverá ser cada vez mais reprimida internacionalmente e mesmo internamente⁽¹¹⁾.

Atualmente não é discutível a grande importância que os produtos de base florestal destinados à construção civil vem adquirindo à níveis regionais e globais. As exigências por qualidade e desempenho incidem-se não somente no produto acabado, mas em toda a etapa de produção. As noções de ciclo de vida, de reciclagem ou de resíduo zero são critérios desenvolvidos à parte e recentemente estão sendo incorporados no conceito de qualidade dos produtos destinados à Construção Civil.

No caso dos produtos de base florestal, é imprescindível que os profissionais envolvidos desde as etapas primárias de extração florestal até os designers industriais tenham consciência de todo os aspectos produtivos pensados de maneira global, o que é cada vez mais um problema comum à todas as áreas envolvidas, e não somente dos especialistas de cada etapa da cadeia⁽¹²⁾.

Nos últimos anos, as organizações não governamentais vêm desempenhando um papel bastante importante nos países com maior consciência ecológica. A certificação Florestal tem sido considerada uma das formas mais eficazes de estimular a adoção do manejo sustentado em todos os tipos de floresta. Trata-se de um selo de conformidade técnica para produtos provenientes de recursos

naturais renováveis, ou ainda um veículo de informação ao consumidor que esteja procurando adquirir produtos cujo processo produtivo tenha sido adequado do ponto de vista ambiental e florestal .⁽¹²⁾

Segundo dados de 1993 da Agência de Proteção Ambiental norte-americana, havia em onze (11) países, treze (13) programas de certificação cobrindo um largo espectro de produtos.

Toda esta atividade que vem tomando impulso recentemente, tem sido gerenciada a nível mundial pelo FSC (Forest Stewardship Council ou Conselho de Manejo Florestal) que agencia os organismos não governamentais de auditoria. Esta organização reúne e sintetiza os conceitos e diretrizes elaboradas para o desenvolvimento ecológico nos últimos cinco anos, como por exemplo a Tropical Action Plan da FAO⁽¹³⁾, as metas para o ano 2000 do ITTO⁽¹³⁾, para as florestas tropicais, o Protocolo de Helsinki e o Protocolo de Montreal, para as florestas boreais, a Agenda 21 e outros. Basicamente se objetiva o manejo florestal dentro de três diretrizes : ambientalmente correto, socialmente benéfico e economicamente viável. Ainda dentro da tendência atual de globalização no que se refere aos produtos e processos da construção civil, está em curso a elaboração da série de normas ISO 14000 que pretende lançar bases e critérios para a certificação ambiental e que terá certamente um alcance bem mais amplo a partir de então.

Já é visível atualmente a preocupação em alguns empresários do setor em caracterizar os seus produtos com cunho ambiental. Com os recursos naturais praticamente esgotados nas regiões sul e sudeste do Brasil, a madeira nativa se tornou um bem caro, escasso e com qualidade declinante. E é desta maneira que as espécies exóticas de reflorestamento, como o eucalipto (*Eucalyptus spp*) se tornam cada vez mais viáveis e atrativas do ponto de vista econômico..

É conhecido o grande potencial de competitividade florestal do Brasil, com os baixos custos de produção e grande produtividade das florestas.

⁽¹²⁾ Noce, Luiz Gustavo Della - "Desenvolvimento de um Sistema de Vedação em Painéis de madeira para Habitação", pp.1-7.

⁽¹³⁾ FAO - Food and Agricultural Organization, ITTO - International Tropical Timber Organization.

Segundo dados do setor, o Brasil possui 3200000 hectares ⁽¹⁴⁾ de área plantada de eucalipto, o que significaria 550 mil empregos diretos totalizando aproximadamente cerca de 4 milhões de empregos ⁽¹⁵⁾ em todo o processo. ⁽¹⁶⁾ Indiretamente sabe-se que o eucalipto pode desempenhar a função de preservador das matas nativas além de protetor contra fogo. Hoje em dia 52% da produção nacional de eucalipto é destinada à lenha e apenas 24% à construção ⁽¹⁴⁾.

Empresas do setor de papel e celulose, que sempre possuíram uma faixa de mercado bastante estabilizada tecnológica e economicamente, devido à recente crise mundial do papel, começam a manejar florestas de eucalipto para produção de madeira serrada para construção civil ⁽¹⁷⁾, deslocando grande capital e mão de obra para esta fatia que lhes parece altamente promissora.

É necessário, entretanto, que se desenvolva produtos de qualidade que incorporem as inovações ambientais, sociais e tecnológicas dentro das universidades, centros de pesquisa e organismos privados. Nota-se uma grande mobilização nos setores de base florestal no sentido de incrementar a produção de matéria-prima, sem contudo ter a resposta no outro lado do processo, que seriam os arquitetos, designers e engenheiros civis.

Não se pode esquecer que o Brasil apresenta uma carência na qualidade de produtos destinados à construção civil, não só em termos de desempenho final dos produtos oferecidos como em termos de opções disponíveis no mercado. Também é importante lembrar que o déficit habitacional Brasileiro aponta para a falência das iniciativas estatais, o que faz com que haja a necessidade de iniciativas como as cooperativas habitacionais privadas, os financiamentos sobre os materiais de construção, os aluguéis populares e a auto-construção. Através

⁽¹⁴⁾ Associação Brasileira dos Produtores de Madeira . 1996

⁽¹⁵⁾ Del Carlo, Ualfrido - "Proposta de Programa Nacional para Desenvolvimento de Habitações com Estrutura de Madeira"

⁽¹⁶⁾ Levando em consideração toda a cadeia produtiva desde a floresta até a utilização da residência : engenheiros agrônomos, florestais, biólogos, mão de obra para plantio, corte, transporte, processamento da madeira, carpinteiros, arquitetos, etc. .

⁽¹⁷⁾ A ARACRUZ tem desenvolvido pesquisas pioneiras na utilização de eucalipto na construção civil com a clonagem de suas árvores. .

de dados do IBGE de 1990, a carência estimada de domicílios no Brasil para a população situada na faixa de até 3 salários mínimos é de 10.205.329 unidades. Considerando-se um crescimento urbano médio anual de 2%, a carência para o ano 2000 seria de 12,4 milhões de habitações ⁽¹⁵⁾.

Neste contexto a utilização de madeira de reflorestamento para a construção civil, seria uma boa alternativa. Pois além da criação de empregos diretos e indiretos utilizar-se-ia o nosso potencial florestal, que como viu-se é subaproveitado.

1.4 - Considerações Finais

As condições favoráveis de solo e clima em nosso País permitem um crescimento mais rápido, de até vinte vezes, para florestas replantadas em relação aos países de clima frio ou temperados⁽¹⁵⁾.

A indústria de papel conseguiu desenvolver em nosso país práticas florestais dentro de padrões altamente competitivos a nível internacional⁽¹⁸⁾. Este conhecimento pode ser rebatido para o campo da construção industrializada, ou seja, utilização de madeira de reflorestamento para a construção civil em sistemas pré-fabricados e racionalizados. Estaremos desta forma contribuindo com Meio Ambiente (com o resgate de CO₂) na utilização de madeira na construção civil, além de gerar empregos neste processo⁽¹⁹⁾.

O Brasil já possui um estoque considerável de florestas plantadas com mais de vinte anos com árvores de diâmetro superior a quarenta centímetros o que as inviabiliza para o uso nos picadores de fábricas de papel e painéis de fibra⁽¹⁵⁾, sendo entretanto possível seu aproveitamento para produção de componentes para habitações.

Existe no País uma indústria de máquinas e equipamentos para beneficiamento de madeira para fornecer e desenvolver equipamentos para industrialização de casas de madeira.

A tecnologia da secagem é dominada tanto a nível de pesquisa como de engenharia e produção de secadores.

O mercado produz uma grande gama de fungicidas, inseticidas, tintas e vernizes para proteção da madeira.

O uso de madeira de reflorestamento, com sementes selecionadas ou clonadas, passando pela minimização dos custos de plantio, manejo, corte e transporte, seria um importante ponto para a geração destes empregos (biólogos e

⁽¹⁸⁾ Claro, Anderson - "A produção de Casas de Madeira em Santa Catarina" pp. 31-32

⁽¹⁹⁾ Ver capítulo seguinte os aspectos ambientais de construção de madeira, onde vemos que a madeira utilizada na construção civil funciona como elemento de resgate de CO₂

engenheiros agrônomos e florestais, além da mão de obra na floresta e para o transporte da produção, novas serrarias, arquitetos e mão de obra para a construção de edificações em madeira.).

Estes pontos levantados sobre a potencialidade de desenvolvimento de um projeto mais amplo para utilização da nossa madeira de reflorestamento na construção civil, devem ser analisados e difundido para que possamos explorar o nosso potencial florestal ainda subutilizado além de gerarmos empregos fixos em nosso País

**ASPECTOS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DE
CONSTRUÇÕES
EM MADEIRA DE REFLORESTAMENTO.
O RESGATE DE CO₂**

ASPECTOS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DE CONSTRUÇÕES EM MADEIRA. O RESGATE DE CO₂.

Pretende-se abordar neste capítulo os aspectos ambientais referentes a utilização de madeira de reflorestamento na construção civil. Para isto, mostra-se a possibilidade de utilização de madeira nas construções como elemento de resgate de Carbono , promovendo desta forma uma redução nos danos do Efeito Estufa.

2.1 - Antecedentes - O Efeito Estufa

Pode-se observar, nas ultimas décadas, estudos concentrados nos efeitos provenientes de poluições de diversas fontes.

A poluição das águas já chegou a ser reduzida em alguns casos, principalmente no que diz respeito a sólidos suspensos, demanda bioquímica de oxigênio, e um grande rol de substâncias químicas, promovendo um retorno de determinadas espécies de peixes aos rios, lagos, estuários e mares antes comprometidos⁽¹⁾. Já no que diz respeito às áreas extremamente urbanizadas e industrializadas, tanto dos países de Primeiro como de Terceiro mundo, estamos muito longe de solucionar o problema.

A poluição do ar também tem sido controlada em muitas chaminés e canos de escape, graças a filtros, e lavagens químicas e catalisadores para remoção de gases poluentes. Visa-se especialmente reduzir emissões de óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos, monóxido de carbono, cloro, flúor, amônia, metais pesados e organoclorados, para citar apenas alguns dos poluentes mais comuns. Contudo tem sido muito difícil observar melhorias significativas, principalmente em bolsões climáticos sujeitos a calmarias constantes.

Ultimamente nota-se uma concentração de esforços no sentido de controle dos depósitos de lixo, rejeitos industriais e de mineração, que ao contrário das

emissões líquidas e gasosas, não se diluem no meio ambiente, acumulando-se perigosamente em terrenos que vão sendo ocupados pela urbanização da periferia das cidades, locais onde tem havido sérios problemas de contaminação⁽¹⁾.

Atualmente, novas formas de poluição passaram a desafiar autoridades, técnicos e cientistas, na medida em que substâncias aparentemente inócuas e inertes como o gás carbônico e os cloro fluorcarbonetos passaram a se revelar como causadores de efeitos globais, não mais localizados ou regionais, mas ameaçando a Biosfera como um todo, particularmente na atmosfera.

A extensão dos problemas está a exigir soluções da mesma dimensão. O controle das conseqüências da redução da camada de ozônio da estratosfera, provocadas pelos gases CFC (clorofluorcarbonos), induziu a abertura de novos caminhos para entendimentos de caráter global e assim foi firmado um grande compromisso Internacional - Convenção de Viena (1985) e Protocolo de Montreal (1987) - com vigência desde o início de 1989⁽¹⁾. Estes documentos estabelecem metas físicas para a redução gradativa da produção dos CFC, estimada em mais de um milhão de toneladas anuais até o final do século⁽¹⁾.

No caso do "Efeito Estufa", o problema é muito mais complexo na medida em que é maior o número de causas do fenômeno, e por causa da extensa dispersão das origens pontuais de emissão de CO₂ constituindo a existência de pequenas, médias e grandes fontes.

Uma parte significativa do "Efeito Estufa" será controlada simultaneamente com a substituição dos CFC, já que estes gases são responsáveis por 17% do fenômeno, desde que as alternativas em desenvolvimento sejam menos retentoras de calor dos que os CFC.

Outra fração importante na equação responsável pelo "Efeito Estufa" é a do metano (CH₄), que contribui com 19% para o incremento do fenômeno⁽¹⁾. Como as principais fontes emissoras antropogênicas são agriculturas irrigadas (arroz, por exemplo), torna-se difícil agir no sentido de controlar o problema por este lado.

⁽¹⁾ "Projeto FLORAM - uma plataforma" - Estudos Avançados USP.- pp.63

Outras fontes importante de CH₄ são os manguezais e os banhados, sendo o Pantanal do Mato Grosso uma expressiva área emissora natural.

Pode-se observar no gráfico abaixo as contribuições dos gases para o Efeito Estufa:

**Contribuição dos Gases no Efeito Estufa
Aquecimento Global**

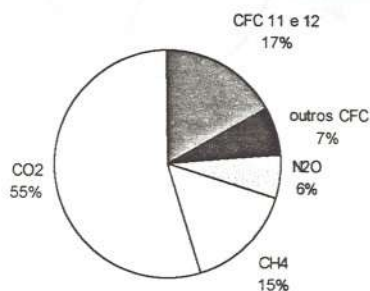


Gráfico 06 - Contribuição dos Gases no Efeito Estufa - Aquecimento Global
Fonte : Goldemberg, José - "*Energy, Environment and Development*", pp.67

A maior causa do efeito estufa, entretanto, situa-se nas **emissões de CO₂**, que representam 55% do fenômeno. Entre as formas emissoras antropogênicas destacam-se as queimas de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) em indústrias, nas termelétricas, nos automóveis e nas habitações (calefação no inverno, cozinhar). Tem importância expressiva, também, as queimadas periódicas de fitomassa para preparação do solo para o plantio e as grandes queimadas em florestas nativas.

No gráfico abaixo pode-se observar as contribuições para o efeito estufa:

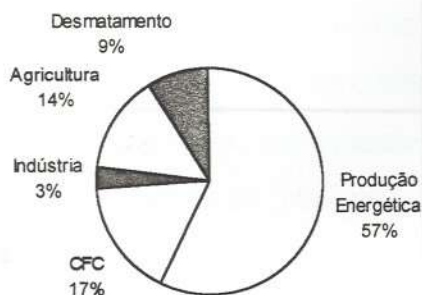
Contribuição para o efeito Estufa

Gráfico 07 - Contribuições para o Efeito Estufa - Aquecimento Global
 Fonte : Goldemberg, José - "*Energy, Environment and Development*", pp.67

As conseqüências ecológicas do efeito estufa são graves, como por exemplo, o degelo polar e conseqüentemente uma elevação dos níveis dos mares causado por um aumento da temperatura por +3,0 °(resultaria numa elevação no nível do mar em 0,60 cm). Como o gelo polar é atualmente o maior refletor da insolação solar sua redução resultaria numa diminuição da reflexão e conseqüentemente em aquecimento ainda maior.

Este quadro ilustra porque os cientistas de todo mundo estão seriamente preocupados com o atual distúrbio do balanço de O₂ e CO₂ e do equilíbrio energético.

2.2 - Carbono na Biosfera

O destino final do excedente de carbono lançado na atmosfera, desde o início da Revolução Industrial em 1850, é o fundo dos oceanos, onde sob a forma de carbonatos e bicarbonatos, estão depositados 41000 Gt de Carbono (97% do total), enquanto a atmosfera retém 700 Gt (1,6%) e toda biomassa terrestre, apenas 600 Gt (1,4%), conforme podemos conferir a seguir:

Inventário Global do Carbono (Gt) :

CARBONO NA FITOMASSA CONTINENTAL	
em decomposição (húmus)	1000-3000
florestas, vegetais vivos	600-830
total continental	1600-3860
FITOMASSA OCEÂNICA	
nas camadas superficiais	
- em decomposição	1620
- viva	30
- carbonatos e bicarbonatos	600
nas camadas profundas:	
- matéria orgânica	1700
- carbonatos e bicarbonatos	38000
total oceânico	41950
total global	44190 - 46500

Tabela 08 - Inventário Global do Carbono
 Fonte: Projeto FLORAM - Uma Plataforma - pp. 97 anexo A.

A transferência do CO₂ excedente da atmosfera para os oceanos não se dá na mesma velocidade que as emissões das fontes antropogênicas para a atmosfera. Esse descompasso provocou, desde 1850 até hoje um incremento de concentração de 290 para 345 ppm , o que significa 115 Gt (115 bilhões de toneladas) de carbono excedente no ar. Neste ritmo já podem ser previstas, com um nível de confiabilidade razoável, algumas perturbações climáticas, e uma elevação significativa do nível dos oceanos em decorrência do efeito estufa.

Massa de Carbono a ser fixada globalmente:**Cálculo:**

- concentração de CO ₂	346 ppm
- nível de CO ₂ considerado aceitável: (nível pré-industrial)	292 ppm
- redução a ser conseguida	54 ppm

Equivalência:

1ppm CO₂ 2,130 GtC = 2,130 x 10⁹ C
 (U.S. Department of Energy, Carbon Dioxide Information
 Center)

Portanto, 54 ppm equivalem a :

115 x 10⁹ tC, ou massa de carbono a ser
 fixada globalmente.

Tabela 09 - Massa de Carbono a ser fixada Globalmente
 Fonte: Projeto FLORAM - Uma Plataforma - pp. 97 anexo B

É necessário a urgente reversão deste processo uma vez que poderão ocorrer alterações de fenômenos meteorológicos, quebrando bruscamente o equilíbrio climático, com catástrofes em dimensões imprevisíveis⁽¹⁾. Nos últimos 20 anos as emissões de carbono tem crescido à uma taxa de 0,9% ao ano⁽¹⁾.

A ruptura do equilíbrio climático poderá ser desencadeada por diversos mecanismos. O mais estudado é o efeito da "realimentação positiva" do aquecimento da terra sobre si mesma. A fotossíntese pouco se altera com o aquecimento, porém é na respiração e decomposição que se observam as maiores danos. Estas aumentam sensivelmente com o aquecimento, principalmente nas regiões temperadas e frias, no inverno. Esse fenômeno tem conseqüências desastrosas nas latitudes médias e altas do hemisfério norte, onde está a maior massa continental (75%) do planeta.

O desequilíbrio fotossíntese - respiração e o aquecimento progressivo que dele resulta são fenômenos localizados nas regiões temperadas e frias do hemisfério norte, para as quais a elevação de temperatura é o dobro da média global.

A evaporação provocada pelo aumento da temperatura também é outro efeito preocupante. Como o vapor d'água também produz o "efeito estufa", a maior concentração de umidade no ar tende a aumentar ainda mais a retenção de calor, o que provocará mais evaporação. Neste fenômeno estuda-se o efeito de "freio" do processo, que pode representar a maior quantidade de nuvens formadas com o aumento da umidade.

A ordem de grandeza do tempo disponível para reversão dos níveis de CO₂ na atmosfera é de 20 a 30 anos, tempo extremamente escasso para a implantação das transformações energéticas necessárias, diante do vulto, dos custos e demais impactos que tais transformações representam.

Neste contexto destaca-se a possibilidade de fixação de CO₂ atmosférico na fitomassa, através de florestamentos e reflorestamentos.

Convém observar que o *reflorestamento acaba sendo de extrema importância* neste processo, principalmente quando *comparado à florestas nativas*. A produção líquida de O₂ na floresta manejada é maior que na nativa, uma vez que

na nativa a biomassa vegetal é decomposta naturalmente, liberando CO₂ e gastando O₂, enquanto que na floresta manejada grande parte da biomassa é retirada antes de ser reduzida.

Um metro cúbico (1m³) de madeira retira do ar aproximadamente um mil e oitocentos quilos (1800kg) de CO₂ do ar. Neste processo as árvores devolvem para a atmosfera mais de mil quilos (1000kg) de oxigênio ⁽²⁾.

E é neste contexto que se insere este trabalho, uma vez que a utilização de madeira de reflorestamento na construção civil aumentaria a fixação de Carbono da atmosfera, além de aumentar o valor agregado à madeira utilizada, que vem sendo utilizada em nosso país de uma maneira ainda incipiente, com a concentração de uso para energia e celulose.

Ao analisar o projeto Experimental do IEE/USP temos:

- 300 m² de área total construída
- **108 toneladas de CO₂ armazenadas.** (para a taxa de 1.8 t CO₂/m³, 60 m³ totais de madeira consumida)

Para construções nos moldes da executada no IEE tem-se o aprisionamento de CO₂ na ordem de **0,36 t CO₂/m²**

Fazendo uma projeção, e com o déficit habitacional de 10 milhões de habitações, para residências construídas em madeira, nos moldes do IEE, com 50 m², teríamos um aprisionamento de 180 x 10⁶ t CO₂

Tendo como base os dados da tabela n^o 09, este aprisionamento representaria quase 1% do que deve ser aprisionado mundialmente.

2.3 - O projeto FLORAM

Em todo este processo de desmatamento e reflorestamento nota-se uma crescente preocupação com a questão do meio ambiente.

Dada a nossa extensão e vocação florestal, observa-se que nos últimos anos houve uma crescente pressão internacional quanto ao destino dado as nossas matas.

Um importante fato neste processo ocorreu em 1988, no Congresso realizado em Hamburgo, na Alemanha, sobre clima e desenvolvimento - "*Climate and Development*" - , onde o Brasil foi desafiado a realizar estudos sobre a fixação de carbono da atmosfera em fitomassa, uma vez que o nosso país possui uma das maiores reservas florestais do planeta ⁽¹⁾.

Deste desafio nasceu o Projeto *FLORAM* , onde pesquisadores do IEA/USP - Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo - propuseram um megareflorestamento, associando florestamentos e reflorestamentos, com o objetivo de resgatar o Carbono da atmosfera ⁽³⁾ .

O importante é que o projeto ressalta a possibilidade e necessidade de uma conjugação entre a industrialização de produtos florestais e a preservação do meio ambiente, não prejudicando o nosso desenvolvimento em detrimento de pressões internacionais. Deixa-se bem claro que não podemos "pagar" o preço de um desenvolvimento já atingido por países que não tiveram estes cuidados ambientais.

O projeto teve muita repercussão no exterior, sendo inclusive premiado no início de dezembro de 1996, com o prêmio "*Hopes for the Future for a Sustainable World*" (Esperança para o Futuro de um mundo Sustentável), concebido pela Academia Internacional de Ciência.

⁽²⁾ Forest Industries - 1989 - "*Timber and the Environment: A Guide to Timber Species*", Australian Forestry Council.

⁽³⁾ Traumann, Thomas - "Vitória dos vilões: Projeto engavetado pelo governo, e criticado por ecologistas recebe prêmio internacional."- revista Veja, 27/11/1996, pp. 100.

Com o prêmio recebido pela equipe de pesquisadores da Universidade de São Paulo, aconteceu um "renascer" de um estudo que estava arquivado na gaveta, esquecido aqui no Brasil (o Projeto FLORAM data de 1990).

Foi preciso o reconhecimento externo para voltarmos a falar no assunto.

2.4 - Considerações Finais

A utilização de madeira de reflorestamento para a Construção Civil é uma grande alternativa não só para suprir o déficit habitacional com um material abundante e barato, quando comparado aos materiais convencionais , mas principalmente para a manutenção e até melhoria das qualidades do meio ambiente.

Novas alternativas construtivas devem ser analisadas para que se consiga manter a qualidade de vida .

**ASPECTOS AMBIENTAIS DA UTILIZAÇÃO DE
CONSTRUÇÕES
EM MADEIRA DE REFLORESTAMENTO.
O RESGATE DE CO₂**

Sistema Construtivo de Edificações em madeira de Reflorestamento.

3.1 - Introdução

Neste capítulo, tem-se o objetivo de caracterizar o sistema construtivo utilizado no Edifício Experimental do IEE/USP. Para isto será analisado todo o processo construtivo desta edificação.

A edificação em madeira, particularmente as habitações, é um padrão para a classe média em muitos países industrializados, como os Estados Unidos, Finlândia, Suécia e Japão⁽¹⁾. No Brasil, as edificações em madeira tem sido bastante utilizadas nos estados do Sul do País, principalmente nas zonas de colonização germânica.

Todavia, a construção em madeira no Brasil é vista com desconfiança sob vários aspectos: no que se refere à durabilidade, à questão ambiental, uma vez que se associa a utilização da madeira à devastação, à incêndios e à desertificação e aos aspectos culturais e antropológicos. Há no Brasil, uma barreira cultural muito grande, onde o preconceito acaba agindo como um fator de extremo valor.

Quanto à durabilidade, pode-se comprovar que edificações em madeira, quando devidamente projetadas, construídas e mantidas, podem durar séculos. Nos aspectos ambientais, a madeira de reflorestamento é um meio de fixação de Carbono, e a sua produção é um meio de regularização dos rios, evitando enchentes e inundações, bem como as secas dos olhos d'água. A produção de madeira para a construção civil exige árvores maiores do que aquelas necessárias para a produção de celulose e carvão. A necessidade de árvores mais velhas, ou seja, de rotações mais longas, implica em menos intervenções de colheita nas florestas. Assim em uma área florestal haverá menos área sujeita anualmente ao corte.

⁽¹⁾ Ponce, Reynaldo Herrero "*Sistema Construtivo de casas em madeira de reflorestamento*"

Uma importante característica das construções em madeira é a facilidade da pré-fabricação, isto é, a possibilidade de se centrar a fabricação de parte ou da totalidade das construções, restando para o local da obra apenas operações de montagem e de acabamento interior, evitando-se assim o trabalho sob as intempéries, causados de atrasos, perda de qualidade e desperdício de materiais e de trabalho.

3.2 - Histórico

Existem muitos sistemas construtivos utilizados para a construção de edificações no Brasil. Na maioria das vezes os construtores ou carpinteiros utilizam as madeiras disponíveis no mercado.

Na época da colonização do norte do Paraná, havia grande produção de madeira serrada peroba, *Aspidosperma polyneuron*, frequente nas florestas das melhores terras da região, que foram derrubadas para dar lugar às plantações de café e de outras culturas. As principais bitolas eram de vigas de 6x12cm, e 6x16cm, caibros de 5x6cm e tábuas de 2,5cm de espessura por larguras de 20 ou 25 cm⁽²⁾. As vigas eram utilizadas para estrutura do piso das paredes e do telhado e as tábuas para o fechamento. O piso era feito de tábuas de 2,5cm de espessura aplainadas até 2,0cm e 12cm de largura.

Nas regiões mais ao Sul, onde era frequente o uso do Pinho do Paraná, *Araucária angustifolia*, usava-se principalmente como peça estrutural o pontalete de 7,5x7,5cm, principalmente na estrutura de paredes e de telhados, sendo o fechamento feito com tábuas de 2,5cm de espessura e larguras entre 25 e 30cm. Nas cidades da região norte do Paraná ainda se pode ver casas construídas há cinquenta anos em boas condições; no sul do Paraná e demais estados do sul não são raras construções executadas em pinho do Paraná com mais de cem anos.

⁽²⁾ IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Cuidados tomados em projeto asseguram uma maior durabilidade destas edificações: construção da edificação à uma certa distância do solo, de modo a evitar contato da estrutura com a umidade bem como evitar os respingos de chuva depois de rebater no solo, e existências de beirais com no mínimo 50cm, garantindo uma maior durabilidade do revestimento em madeira⁽¹⁾.

As construções em madeira também tem tido importância nas regiões de fronteira agrícola, por exemplo nos estados de Mato Grosso e Rondônia, colonizados principalmente por migrantes vindos do sul do país.

3.3 - Estado da Arte

Atualmente os sistemas construtivos utilizados de maneira mais artesanal não variam muito em relação aos utilizados na região sul do país na época da colonização, fato este que contribui para a decadência na utilização de construção em madeira. Os principais inconvenientes destes sistemas são a dificuldade de pré-fabricação e o uso de peças de grande bitola, difíceis de serem trabalhadas e manuseadas. Outros fatores importantes na decadência do uso da madeira para a construção civil foram a falta de padronização de componentes construtivos, e a falta de material impresso em linguagem acessível a carpinteiros e construtores, resultando da falta de interesse por parte das escolas de engenharia e de arquitetura na construção em madeira.

Assim, os únicos depositários dos sistemas construtivos foram os carpinteiros formados no próprio trabalho e no acompanhamento dos mais experientes. Pode-se observar, que neste processo não houve o estabelecimento do método, faltou a racionalização da construção, e em consequência falta de qualidade da madeira serrada, principalmente no que se refere aos aspectos dimensionais como o da secagem da madeira⁽¹⁾.

Ultimamente o uso da madeira tornou-se ainda mais escasso, em virtude do quase esgotamento das reservas florestais e pinho do Paraná e de peroba, o que

fez com que se passasse a utilizar várias espécies vindas da Amazônia (“pinho do norte”, “cedrinho”, etc.).

Já os sistemas construtivos utilizados por empresas variam muito entre si, mas assemelham-se ao fato de optarem por peças e estruturas mais leves. Estas empresas provavelmente não se interessam pela uniformização de sistemas construtivos, por acreditarem em uma maior competitividade garantida pela exclusividade⁽¹⁾.

Este quadro acaba gerando uma indústria madeireira ineficiente e com poucas chances de competição para a construção em madeira no país. Por outro lado a indústria madeireira não é competitiva por não dispor de um mercado seguro para uma madeira de boa qualidade. E este círculo vicioso acaba por estagnar o desenvolvimento neste setor.

3.4 - O Sistema Construtivo utilizado no Projeto Experimental

IEE/USP

O Sistema construtivo utilizado no IEE/USP baseia-se no sistema norte-americano que tem a racionalização e a padronização das peças utilizadas a sua maior característica.

Este sistema vem sendo adaptado à nossa realidade desde 1993 pelo então chefe do agrupamento de madeiras do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, o engenheiro florestal Msc. Reynaldo Herrero Ponce. Segundo Ponce, “a partir da análise dos sistemas nacionais e os disponíveis no exterior encontrou-se informações suficientes para supor que o sistema norte americano seja o mais adequado para a criação de um sistema construtivo de abrangência nacional, que consiga atender aos consumidores, além de dar o impulso necessário à nossa indústria madeireira”.

Este sistema construtivo foi desenvolvido nos Estados Unidos a partir de 1833 por Taylor, inicialmente denominado “Ballon”, em virtude da semelhança de sua

esbelta estrutura com a estrutura de um balão⁽¹⁾. O sistema utilizado inicialmente nos Estados Unidos e no Canadá, tem sido introduzido na Europa e no Japão. Como principais características deste sistema construtivo podemos observar: utilização de peças de madeira de pequena seção, paredes portantes, ausência de encaixes com uniões quase que exclusivamente por pregos, além da total flexibilidade arquitetônica, e possibilidade de construção de edificações de até quatro pavimentos. Outro importante ponto a ser salientado é a relativa facilidade de treinamento da mão de obra, uma vez que as peças são serradas na maioria dos casos em ângulo reto e o sistema não possui encaixes.

Este sistema construtivo, "Ballon", foi criado quando ainda não existiam os painéis de madeira compensada ou aglomerada, utilizados atualmente em grande escala para fechamento de paredes, coberturas forros e contra-piso. Usava-se quase que exclusivamente madeira serrada para este fim.

Como variação deste sistema surgiu o "Plataform", que difere do "Ballon" por ter a estrutura das paredes independentes da estrutura do piso. Esta característica acaba trazendo muito mais versatilidade ao projeto.

No caso do edifício executado no IEE/USP, optou-se pela utilização do sistema "Plataform", sendo desta forma analisado a seguir. Não viu-se a necessidade de um maior detalhamento do sistema "Ballon".

Convém observar que o fato de utilizar-se peças de pequenas dimensões, torna possível a utilização de madeira proveniente de florestas jovens, compostas de árvores de pequenos diâmetros. Estas circunstâncias são bastantes favoráveis a utilização de florestas reflorestadas uma vez que o nosso país é pobre de florestas nativas disponíveis nas proximidades das regiões mais populosas, onde se encontra a maior demanda.

3.5 - Descrição do Sistema Construtivo

É importante salientar que dentro do próprio sistema construtivo "Plataform", existem muitas variações. As soluções adotadas em cada projeto dependem da topografia do terreno, do tipo do solo, do clima, e até mesmo do partido

arquitetônica utilizado em projeto, etc. Por exemplo, no caso das fundações, podemos utilizar estacas em madeira ou até mesmo um fundação convencional totalmente em concreto ou alvenaria.

Desta forma haverá uma concentração nas soluções adotadas no Projeto Experimental do IEE/USP.

Para uma explicação mais didática de todas as etapas da construção, optou-se pela divisão das etapas construtivas em funções/órgãos. Esta divisão baseia-se na divisão adotada por Ariosto Mila em "O Edifício"⁽³⁾, que se encontra com detalhes no anexo 01.

FUNÇÕES	ÓRGÃOS
1- Implantação	Terraplano
2- Consolidação do terreno	Fundações
3- Estabilidade	Estrutura
4- Proteção Zenital	Cobertura
5- Vedação	Vedos
6- Circulação	Pavimentos
7- Comunicação	Vãos
8- Conforto Ambiental	Paramentos
9- Mecanização	Equipamento Eletro-Mecânico
10- Fornecimento de água, esgoto e gás.	Equipamento Hidro-Sanitário

Tabela 10 - Órgãos da Construção do Edifício
Fonte: Mila, Ariosto "O Edifício"

- 1- **Implantação/ Terraplano**
- 2- **Consolidação do Terreno/ Fundações**
- 3- **Estabilidade/ Estrutura**
- 4- **Proteção Zenital/ Cobertura**
- 5- **Vedação/ Vedos**
- 6- **Circulação/ Pavimentos**
- 7- **Comunicação/ Vãos**
- 8- **Conforto Ambiental/ Paramentos**
- 9- **Mecanização/ Equipamento Eletro-Mecânico**
- 10- **Fornecimento de água, esgoto e gás/ Equipamento Hidro-Sanitário**

⁽³⁾ Ver em Anexo 01 a tabela completa com a subdivisão dos Órgãos da Construção.

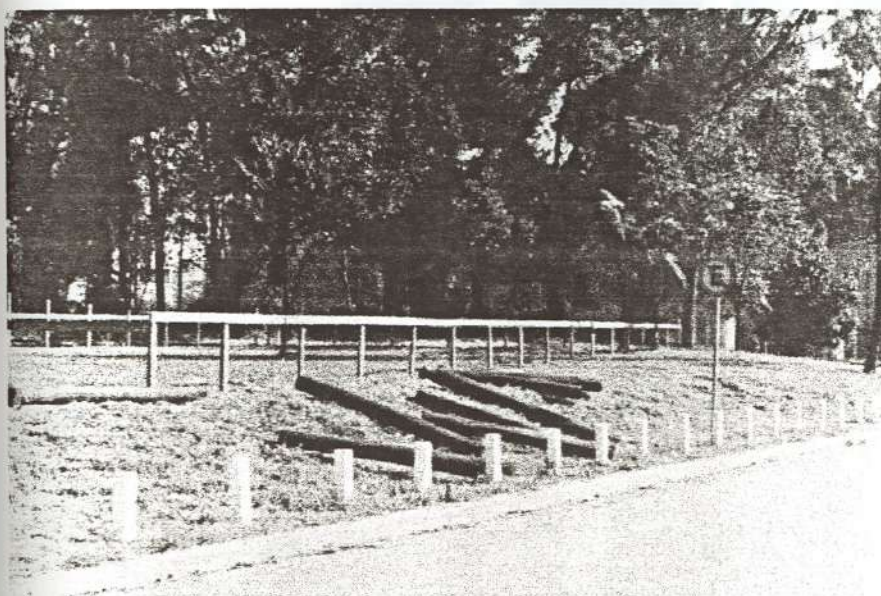
1-Implantação/ Terrapleno

Para a preparação do terreno não é observada diferenças com o sistema construtivo convencional. O terreno é preparado, de modo a ser possível o início da construção.

No caso do prédio executado no IEE/USP não houve necessidade de grandes modificações no terreno, uma vez que este já se apresentava plano.

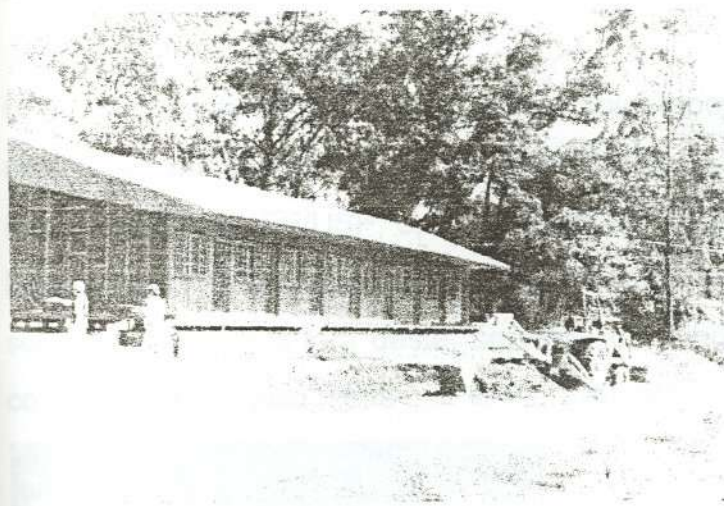
Apenas houve a necessidade de adaptações ao acesso do prédio, uma vez que este se encontrava 0.90cm acima do solo, não só por razões de proteção à estrutura mas também para os experimentos que vem sendo realizado após a construção do mesmo. A orientação do Prédio no terreno também foi feita de modo a fazer com que houvesse o maior aproveitamento da iluminação natural.

O prédio possui a sua fachada principal voltada para o NORTE; observar a fachada referida na foto n.º 02 . Observar que os beiras além de protegerem a parede que é revestida de madeira (lambris), proporciona a não incidência do sol diretamente dentro da sala.



Ao lado pode-se observar a demarcação do terreno para a colocação das estacas de madeira. Observar que o terreno é praticamente plano.

Foto 01 - Vista Geral do Terreno



Nas fotos desta página pode-se acompanhar as modificações efetuadas no terreno para o acesso à edificação, um vez que por solução estrutural este se encontra 90cm acima do nível do solo (ver detalhes nos itens seguintes).

Foto 02 - Modificação do terreno para o acesso.

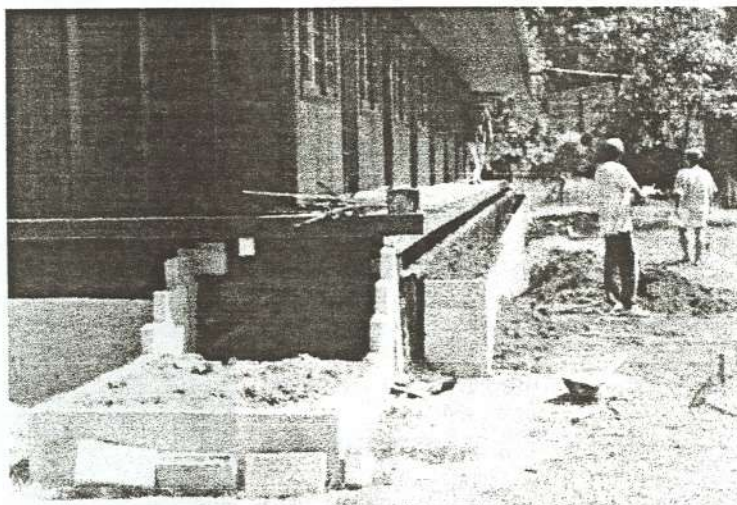


Foto 03 - Murro de arrimo executado com compensado e blocos de concreto.

2- Consolidação do Terreno/ Fundação

O tipo de fundação depende do tipo de solo, topografia, do uso da construção, do número de pisos e da carga a ser introduzida na construção. No caso do Edifício Experimental do IEE/USP, optou-se pela utilização de estacas de madeira roliça. Estas estacas são de eucalipto tratado com creosoto, estando 1m enterradas no solo e 0.90cm para fora deste, servindo de suporte para toda a estruturação do contra-piso e do piso, itens que serão explicados no decorrer deste capítulo.

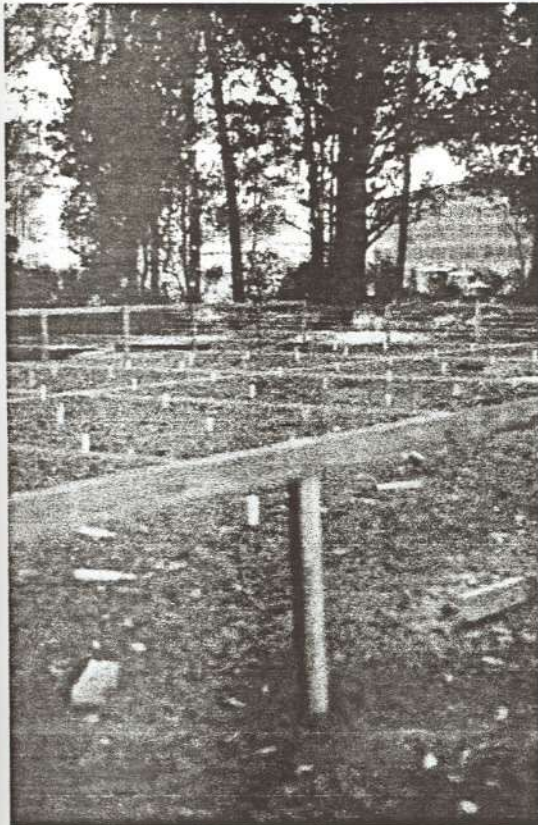


Foto 04 - Marcação do Terreno

Ao lado pode-se observar a marcação do terreno para o início da furação.

As estacas estão locadas a uma distância variando entre 1.50m a 1.80m, dependendo da solicitação estrutural.

Ao lado pode-se ver o gabarito utilizado para a locação das fotos bem como os pontos de furação já demarcados.

Utilizou-se maquinário para a execução dos furos no terreno. Estes furos tem 1m de profundidade, tendo concreto como base para recebimento das estacas. Após a fixação das estacas, há um alinhamento destas a partir do gabarito, e o posterior

acerto de suas superfícies para o recebimento do vigamento principal que dará suporte à estrutura do piso.



Foto 05 - Furação do Terreno



Foto 06 - Alinhamento das estacas

Observar ao lado as estacas já alinhadas, e abaixo a preparação da superfície das mesmas para o recebimento de toda a estrutura.

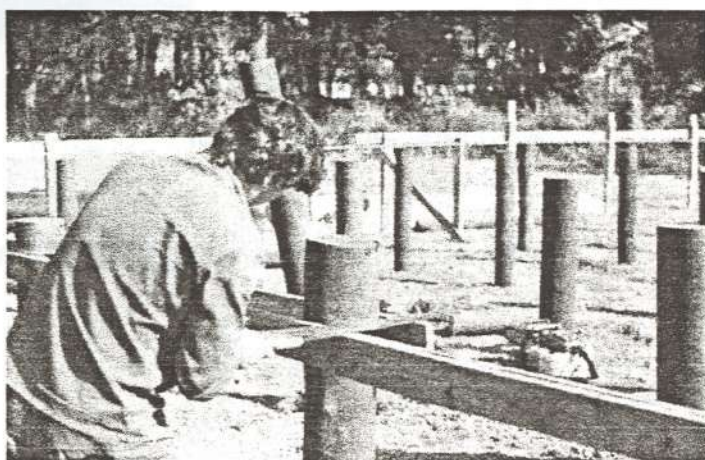


Foto 07 - Nivelamento da superfície das estacas

3 - Estabilidade/ Estrutura

O item será dividido em estrutura em piso, paredes e cobertura para um melhor entendimento de todo o sistema construtivo.

- piso

Optou-se por executar toda a estruturação do piso em madeira, pelo fato do prédio estar suspenso em relação ao solo.

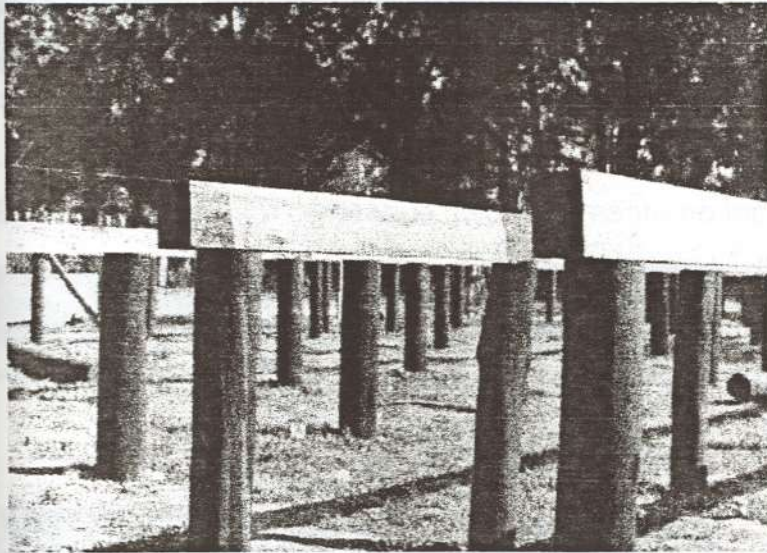


Foto 08 - Vigamento Principal do piso

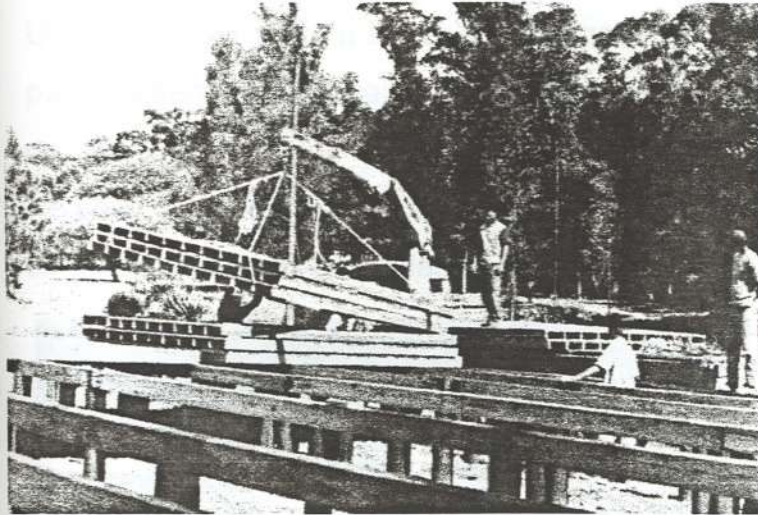
A primeira peça estrutural utilizada é o vigamento principal, com seção de 4x14cm, colocadas duas a duas como pode-se observar na foto ao lado. Por se tratar de uma parte da estrutura que fica próxima do solo, portanto mais vulnerável à

umidade, estas peças foram tratadas com CCA⁽³⁾.

Estas peças não tem um comprimento padrão para evitar a existência de juntas próximas uma da outra.

⁽³⁾ CCA - cromo, cobre e arsênico - tratamento inseticida feito sobre pressão; neste caso o tratamento foi realizado pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas)

Após todo o vigamento principal, são colocados os painéis de piso, que possuem o vigamento secundário, com um espaçamento de 30 cm, e o próprio piso.



do piso

de componentes da

Os painéis do piso foram executados no IPT, sendo trazidos até o local da obra. Procurou-se evitar ao máximo a execução

Foto 09 - Colocação dos painéis

construção na obra,

Estes painéis foram colocados mecanicamente no local. Observar na foto da

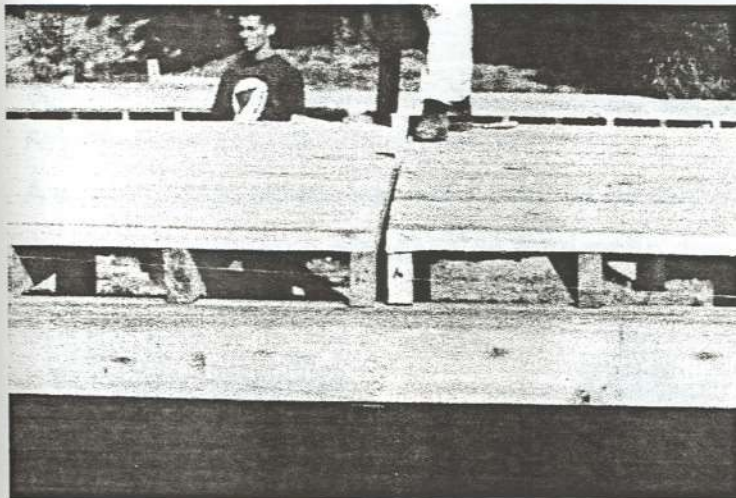


Foto 10 - Junta entre os painéis do piso.

direita: o vigamento principal, o secundário com espaçamento de 30cm, e o piso de madeira. Neste caso optou-se por deixar este piso aparente, podendo porém ser revestido com outro acabamento.

- paredes

Um importante ponto a ser observado neste sistema construtivo é o fato das paredes serem estruturais, ou seja não é necessário a utilização de pilares nem de vigas .

No caso do prédio do IEE as paredes externas são reforçadas por suportarem a carga das tesouras utilizadas para a cobertura.

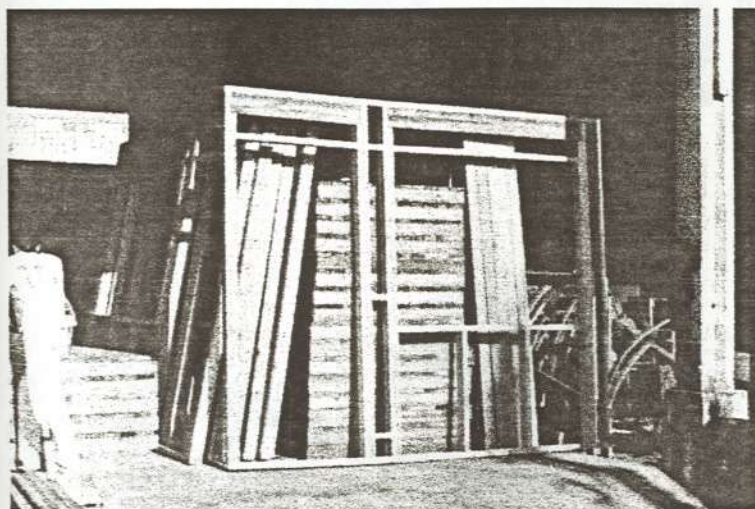


Foto11 - Painel base da fachada principal

A existência de pouca variação entre os painéis, ou seja a sua repetição em todo o edifício, facilitou o processo de fabricação dos mesmos, bem como de

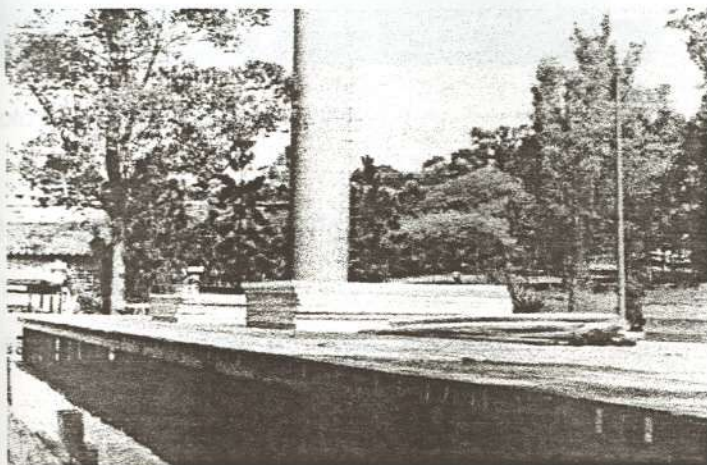


Foto12 - Painéis empilhados no local .

Observar na foto ao lado o reforço da estrutura dado ao painel, pela colocação de vigas com seção 4x14cm sobre os vãos. Este painel ao lado foi utilizado em 13 salas do Edifício Experimental.

racionalização de toda a construção.

Observar na foto ao lado os painéis empilhados para a posterior colocação. Na foto na página seguinte pode-se observar o início da colocação dos painéis.

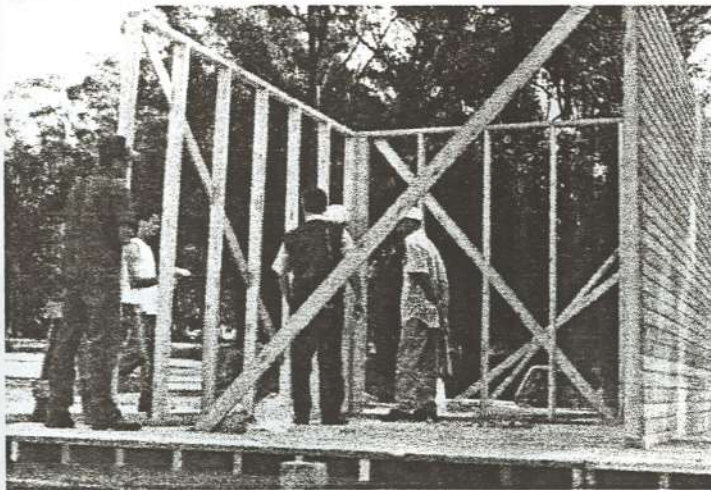


Foto13 - Colocação inicial dos painéis

O espaçamento padrão dado entre os montantes ('studs') dos painéis segue a modulação de 60cm, sendo utilizada a peça com seção 4x9cm como a padrão. As peças colocadas na diagonal funcionam como contraventamento nas paredes cegas.

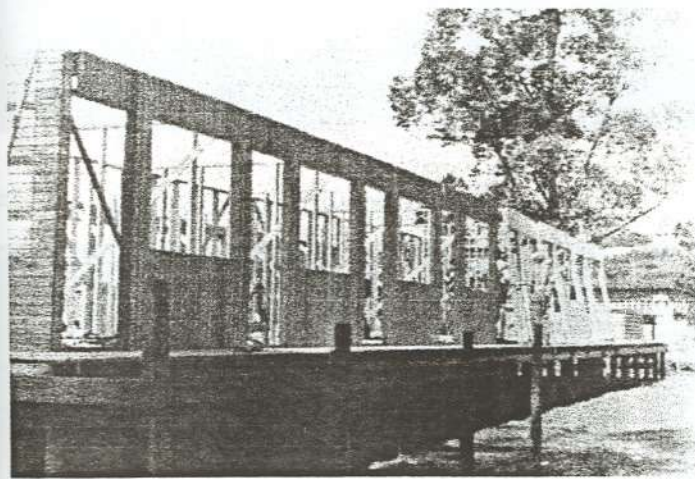


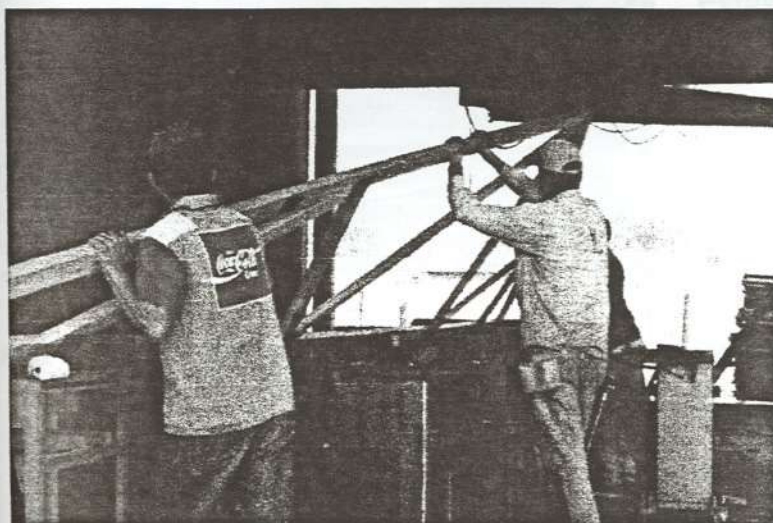
Foto14 - Colocação dos painéis

Nesta foto os painéis já estão praticamente colocados. Observar que o escoramento dos painéis só foi necessário na colocação dos primeiros painéis, no decorrer da colocação eles se travaram entre si.

No caso dos painéis externos optou-se pelo revestimento com lambris de madeira, que já vieram prontos para a obra. Os revestimentos serão mais detalhados no item 5 - vedação/ vedos.

- cobertura

A cobertura foi estruturada com tesouras pré-montadas no IPT. Estas tesoura possuem o comprimento de 10,50m sendo colocadas com um espaçamento de 1,0m uma da outra.



Ao lado pode-se observar a construção de uma destas tesouras, que foram pré-montadas no IPT. Neste caso esta sendo colocado o gangnail, com prensa mecânica, na junção das peças da tesoura.

Foto 15 - Montagem das tesouras no IPT .

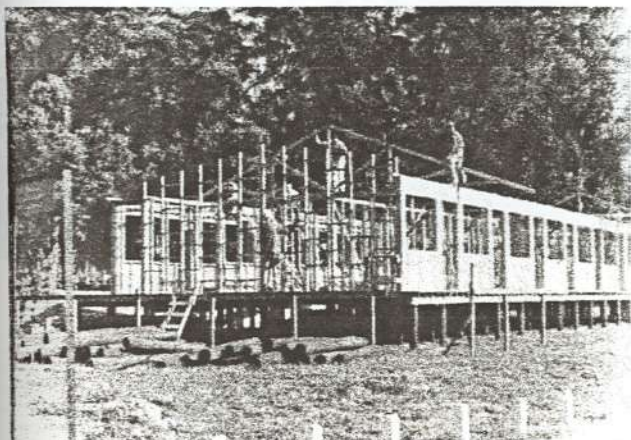


Foto -16 - Colocação da 1ª tesoura

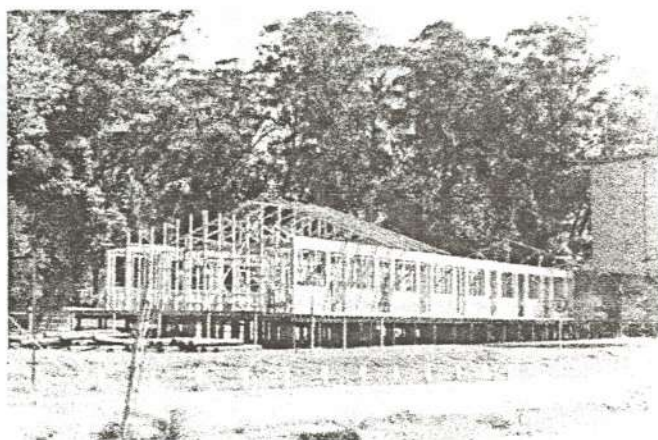


Foto 17 - Colocação das tesouras

Observar nas fotos acima, a colocação das tesouras. Na foto da esquerda a primeira tesoura a ser colocada, na da direita a seqüência das tesouras. Neste processo de colocação das tesouras houve a necessidade de escoramento somente da primeira, as seguintes foram escorando-se umas nas outras.

A estruturação da "asa" existente nas duas extremidades do edifício foi realizada por vigas treliçadas, fixadas nas tesouras já colocadas no local final.

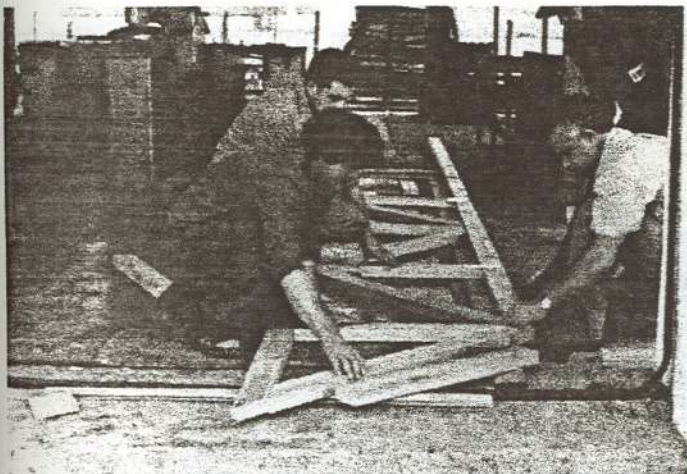


Foto 18 - Confeção das vigas da asa.

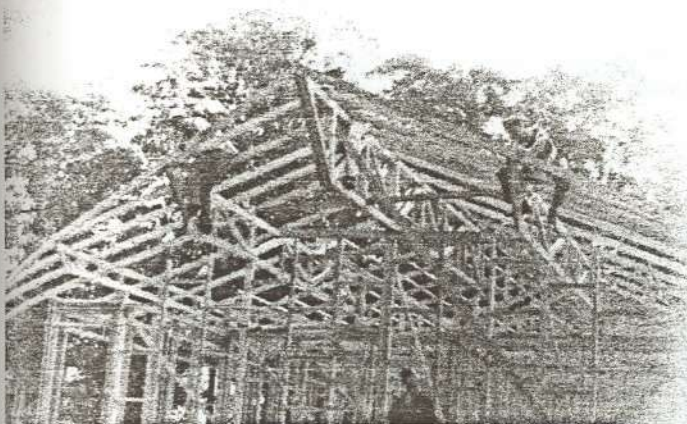


Foto 19 - Colocação das vigas da asa no telhado

Ào lado pode-se ver a confecção de uma destas vigas utilizadas para a estruturação da "asa". Estas vigas treliçadas também foram confeccionadas com peças de seção 4x9cm, e amarradas com gang-nail.

A direita podemos ver a fixação destas vigas na tesoura para a estruturação da "asa".

A utilização de tesouras eliminou a utilização convencional de caibros e ripas em um telhado, sendo necessário apenas a utilização de vigotas com seção 4x4cm sobre as mesmas, com o espaçamento de 28cm, para a colocação das telhas.

4-Proteção Zenital/ Cobertura

A telha cerâmica tipo romana foi utilizada para proteção zenital. Também optou-se pela utilização de telhas de vidro nas salas dos pesquisadores, procurando tirar o máximo de proveito da iluminação natural.

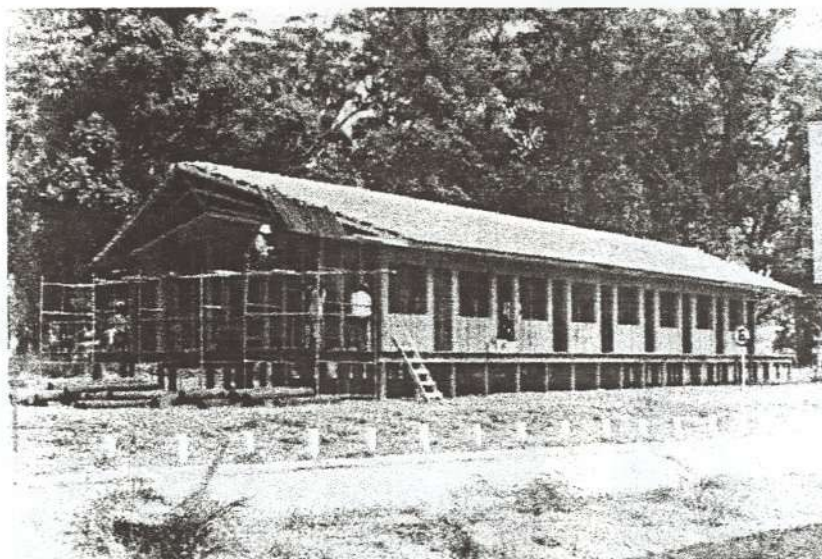


Foto 20 - Vista Geral Cobertura

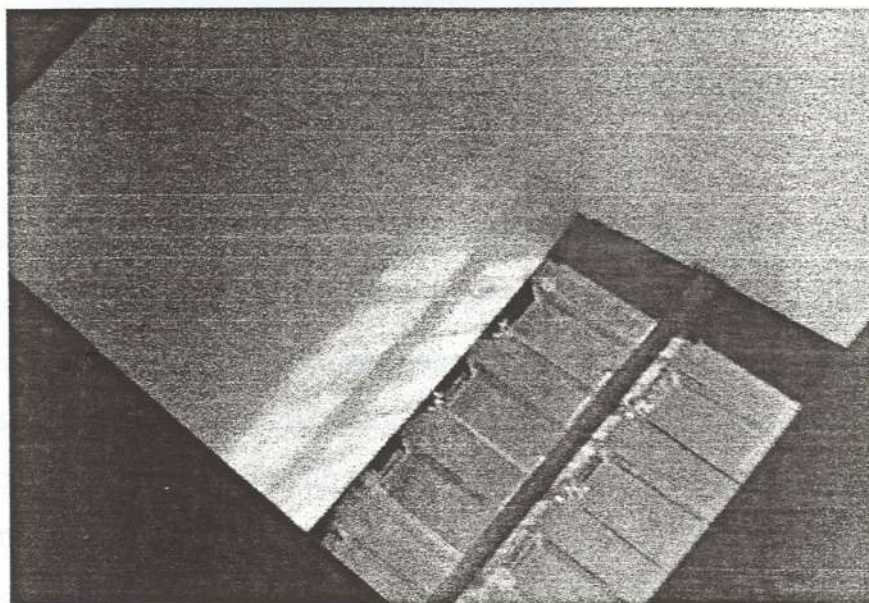


Foto 21 - Iluminação Zenital

Na primeira foto pode-se observar o prédio com as telhas já colocadas. Na outra foto, uma vista de dentro de uma sala onde podemos ver as telhas de vidro utilizadas para aproveitamento das iluminação natural.

5- Vedação/ Vedos

Basicamente foram utilizados dois tipos de vedação para o Edifício Experimental: a madeira, e placas de gesso acartonado.

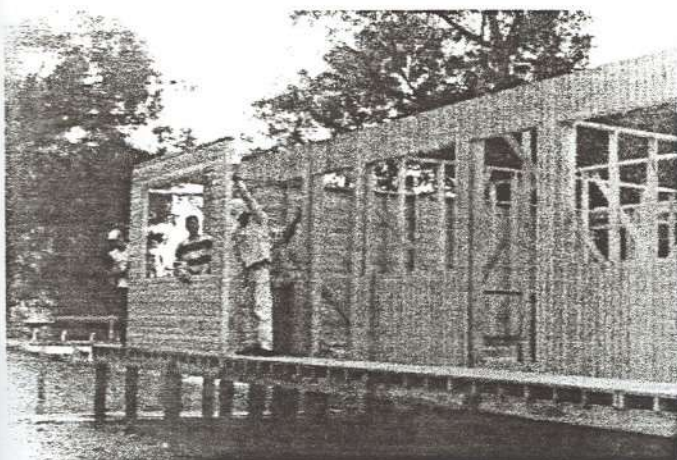


Foto 22 - Revestimento externo dos painéis

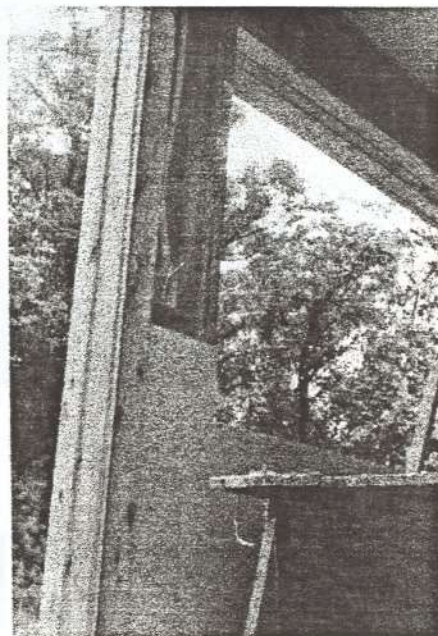


Foto 23 - Revestimento Interno

Observar que para o revestimento externo optou-se pela utilização da madeira. Nesta fachada da foto acima podemos ver que o fechamento do corredor efetuou-se com tábuas na vertical, já na exposta as intempéries as tábuas são dispostas de forma horizontal ("pingadeiras"). Observa-se na outra foto os painéis de gesso acartonado colocados no interior do edifício. Estes painéis são parafusados nos montantes de madeira e possuem a espessura de 12,5mm, pé-direito de 2,40m e largura de 120cm, acompanhando a modulação do painel de madeira, que é de 60 cm. Este fato faz com que haja uma racionalização muito maior na colocação do revestimento, evitando perdas de material bem como gastos com utilização de mão de obra.

6- Circulação/ Pavimentos

Foram utilizados dois materiais construtivos para a realização da circulação/ pavimentos : a madeira e pedra ardósia.

Na foto ao lado podemos observar a utilização de tábuas de madeira para circulação nos corredores. Estas tábuas possuem a espessura de 3,5cm e largura de 10cm. Para acabamento nestas tábuas foi utilizado o sinteco nas salas individuais, e osmocolor coloração canela e cera para as áreas externas.

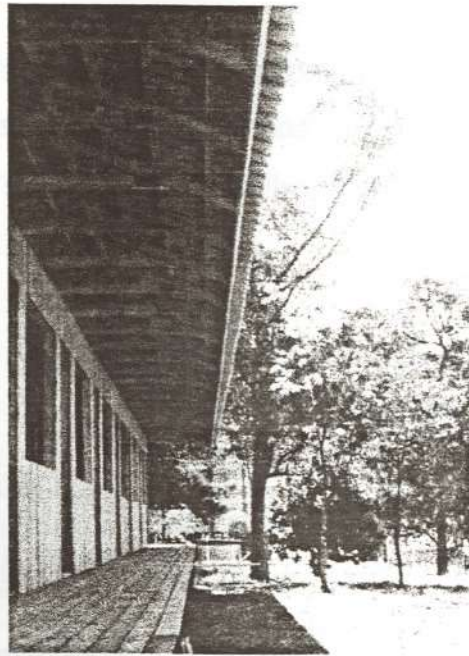


Foto 24 - Circulação salas

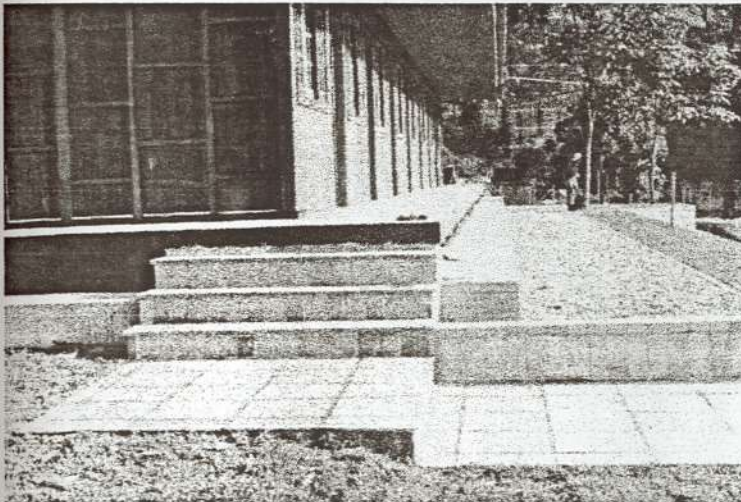


Foto 25 - Circulação Externa

Nas áreas de circulação da escada e nos sanitários, foi utilizada a ardósia como elemento de revestimento .Neste caso, foi utilizado cera para impermeabilização destas pedras.

7- Comunicação/ Vãos

Utilizou-se portas e janelas de madeira nos vãos do Edifício Experimental. Tanto as portas como as janelas foram feitos na mesma madeira utilizada no edifício, o eucalipto. Na primeira sala do edifício, que tem um tratamento diferenciado, optou-se pela colocação de caixilhos fixos de vidro.

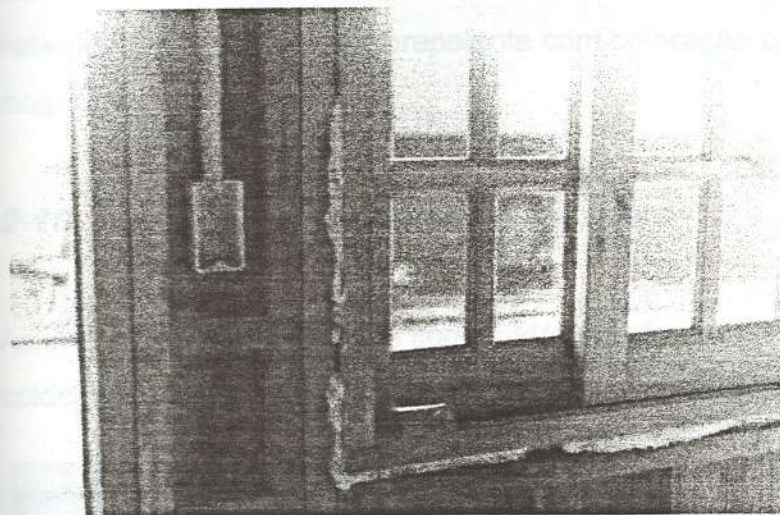


Foto 26 - Colocação da janela - poliuretano expandido

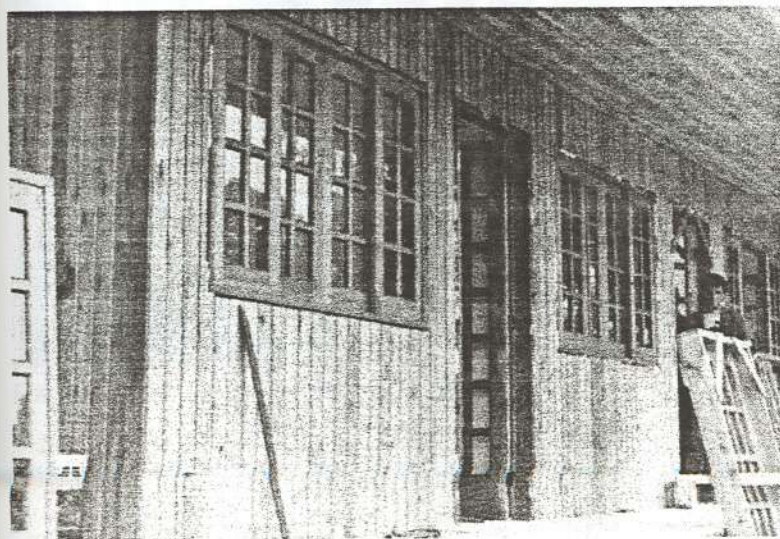


Foto 27 - Vista Geral - Colocação das portas e janelas.

Para a colocação tanto das portas como das janelas optou-se pela utilização de poliuretano expandido. Neste caso, os elementos para a comunicação são colocados em vãos com 1cm de folga de cada lado, e preenchidos com o poliuretano. Desta forma garante-se que falhas na execução dos painéis, como peças tortas, ou fora do prumo, dificultem a colocação das janelas e das portas.

8 - Conforto Ambiental/ Paramentos

Como acabamento interno, utilizou-se massa fina e pintura látex. Este acabamento foi dado sobre o painel de gesso acartonado. Pelo uso dado às salas, individual, o isolamento acústico propiciado pelos painéis de gesso e/ou os lambris de madeira, com cerca de 50 decibéis foi considerado satisfatório. No caso das paredes externas, com revestimento em madeira, utilizou-se um tratamento inseticida e hidrorrepelente com coloração cor mogno - osmocolor mogno.

9-10 Instalações Elétrica e Hidráulica

As instalações tanto elétrica como hidráulica foram efetuadas antes da colocação da vedação (painéis de gesso acartonado e lambris de madeira)

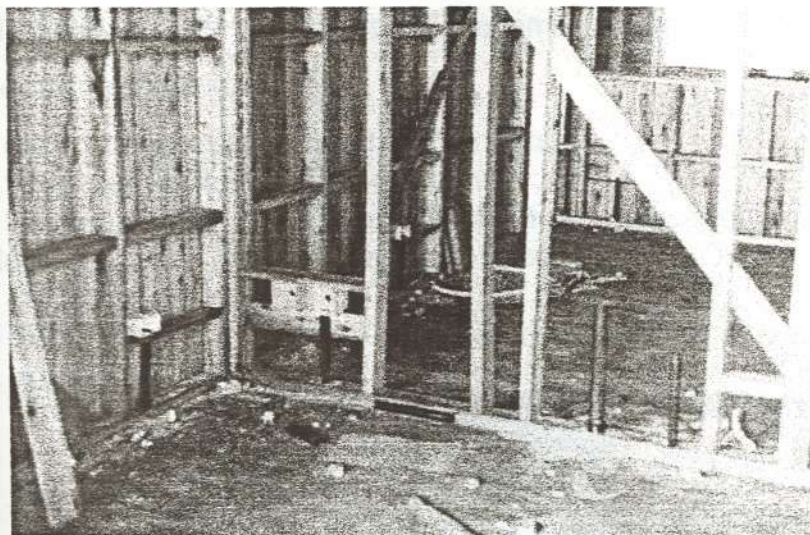


Foto 28 - Colocação da Instalação Elétrica

Como podemos ver ao lado, todo o equipamento para a instalação foi efetuado antes da vedação. Para a fixação destes elementos foram colocadas peças de madeira auxiliares.

No caso das instalações hidráulicas ocorreu o mesmo processo.

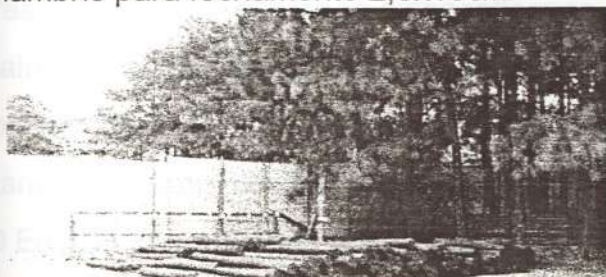
3.6 -Potencialidades das Edificações com estrutura de madeira

Para que haja um efetivo desenvolvimento da indústria da construção em madeira, com a utilização de sistemas construtivos pré-fabricados é necessário a existência de um mercado interno e externo para a utilização da madeira de reflorestamento.

A Indústria da Construção pode vir a ser o estímulo necessário ao setor madeireiro no Brasil, uma vez que a diversidade de componentes nesta área geraria um avanço significativo na utilização de madeira de reflorestamento. Atualmente encontra-se grandes dificuldades no setor da Indústria da Construção Civil. A falta de padronização das peças bem como a imprecisão do maquinário utilizado faz com que o produto tenha uma qualidade abaixo do desejado. Como exemplo temos o caso do primeiro Edifício Experimental do IEE/USP, analisado neste trabalho.

No Edifício Experimental do IEE podemos observar a utilização das seguintes peças de madeira:

- estacas com diâmetro entre 15 e 20cm;
- vigas estruturais do piso 4x14cm;
- "stud" peças básica 4x9cm utilizada nos itens: vigamento do contra piso, piso deck, estrutura paredes, estrutura cobertura;
- cobertura 4x4cm;
- piso 3x10cm ;
- lambris para fechamento 2,5x10cm.



Ao lado podemos observar as estacas utilizadas para a fundação do Edifício Experimental. Estas estacas com diâmetro entre 15e20cm são tratadas com creosoto para uma maior durabilidade.

Foto 29 - Estacas de eucalipto

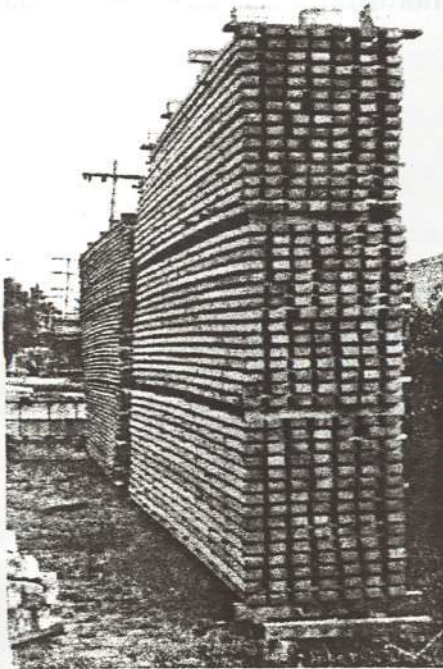


Foto 31 - Secagem da madeira

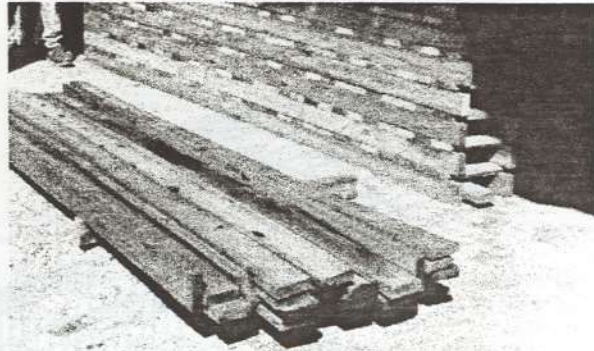


Foto 30 - Vigamento principal

Ao lado a madeira secando no pátio do IPT. Neste caso são as peças de 4x9cm antes de serem acabadas. Acima podemos observar as peças para o vigamento do piso, 4x14cm.

Um exemplo importante de como se encontra a nossa indústria madeireira bem como a qualidade da mão de obra pode ser observado no acompanhamento que foi efetuado durante toda a montagem do primeiro Edifício Experimental. Este fato fez com que fossem observadas falhas que deverão ser corrigidas em todo o processo de execução dos painéis pré-fabricados, não só na usinagem das peças (serragem, aplainamento etc. ..), mas principalmente na execução destas. Foram realizadas medidas nos painéis da fachada principal do Edifício dos Pesquisadores procurando diagnosticar os erros ocorridos na execução destes painéis uma vez que foi necessário um ajuste de mais de 4cm , para garantir a locação deste sobre a junta de dilatação. Além destas, foram efetuadas medidas para verificar as dimensões das aberturas, ou seja das portas e das janelas. O Edifício Experimental possui salas individuais dispostas em planta retangular como podemos observar na ilustração que se encontra a seguir. A colocação dos painéis tanto da fachada frontal como da posterior (oito painéis alinhados) é que provocou um erro acumulado de 4cm, deslocando o painel de sua locação sobre

a junta de dilatação, extremamente importante para a eliminação dos efeitos da transmissão mecânica - movimentação, passos de uma sala para outra.

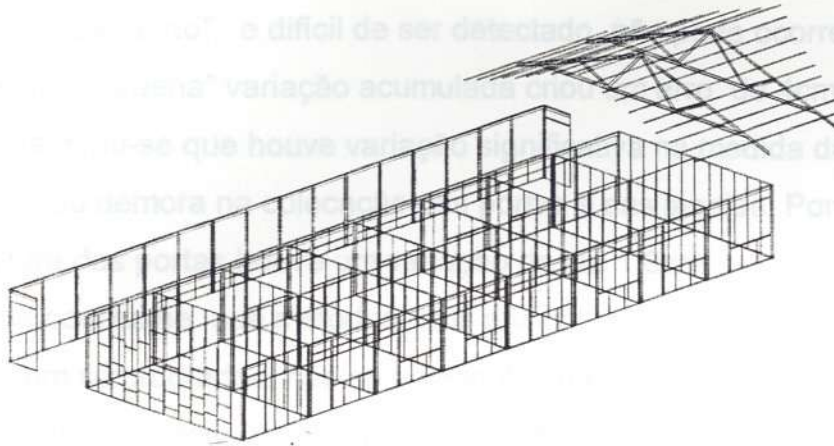


Fig. 04 Perspectiva dos painéis medidos da fachada frontal e da posterior.
Elaboração própria

Pode-se observar a partir dos dados abaixo, que desvios significativos ocorreram na medida final dos painéis, fazendo com que soluções sejam tomadas neste sentido:

PAINEL ANALISADO					
DADOS COLETADOS NA OBRA (15/09/95)					
PAINEL	COMPRIMENTO (m)	JANELA		PORTA	
		LARGURA(m)	ALTURA (m)	LARGURA(m)	ALTURA(m)
1	3.002	1.621	1.223	0.894	2.154
2	3.004	1.619	1.229	0.882	2.161
3	3.010	1.623	1.226	0.894	2.153
4	3.005	1.619	1.214	0.892	2.151
5	3.015	1.625	1.223	0.891	2.150
6	3.009	1.621	1.225	0.893	2.150
7	3.007	1.621	1.220	0.888	2.152
8	3.001	1.624	1.223	0.886	2.155
9	3.010	1.625	1.219	0.884	2.156
10	3.005	1.618	1.213	0.884	2.150
11	3.006	1.625	1.215	0.886	2.150
12	3.000	1.620	1.220	0.885	2.152
13	3.007	1.625	1.215	0.888	2.152
14	3.009	1.624	1.218	0.882	2.152
15	3.004	1.620	1.220	0.880	2.148
16	3.003				
MÉDIA	3.006	1.622	1.220	0.887	2.152
DESVIO P.	0.004	0.002	0.005	0.004	0.003
DIFERENÇA ENTRE VALORES MÁXIMOS E MINIMOS	0.014	0.007	0.016	0.014	0.013
MÉDIA DESVIO P		0.003			

Tabela 11 - Medidas dos painéis e vãos - desvio padrão.
Elaboração própria.

A partir das medidas obtidas pode-se constatar que o desvio médio na execução dos painéis, bem como das aberturas ficou em torno de 3mm. Neste caso apesar do desvio ser “pequeno”, e difícil de ser detectado, não pode ocorrer. Como já relatado, esta “pequena” variação acumulada criou um erro de 4cm.

Também observou-se que houve variação significativa na medida das aberturas, o que acarretou demora na colocação das portas e das janelas. Por exemplo, no caso da altura das portas houve um variação de até 1,6cm.

Desta forma conclui-se que métodos mais eficientes para a execução destes painéis devem ser adotados, não só na escolha do material, bem como na execução destes. No caso da escolha do material, deve-se prever a possibilidade de utilização de peças com má qualidade : empenadas, com alterações de topo, abaulamento, etc., que devido às circunstâncias tenham que ser utilizadas. Estes “defeitos” não podem afetar toda a modulação do conjunto (no caso deste projeto a qualidade da madeira deixou muito a desejar, uma vez que não houve muita opção de fornecedores devido à falta de material no mercado).

Neste caso o *desvio padrão* seria um indicativo para uma possível folga que deva ser dada nos painéis (comprimento, janelas e portas).

Outra medida que poderia ser adotada é a confecção de gabaritos, que seriam rigorosamente seguidos, garantindo assim uma maior articulação deste sistema construtivo.

Pode-se observar que mesmo com um acompanhamento técnico, as peças utilizadas geraram problemas na execução, não só pela qualidade da madeira que deve melhorar muito evitando rachaduras, nós, empenamentos, abaulamentos, etc., mas também com a eficiência do maquinário para o beneficiamento das mesmas.

O desenvolvimento tecnológico das Industrias Nacionais que detêm as grandes florestas plantadas, integradas à produção só poderá acontecer com a demanda de um mercado interno e externo de grande porte dentro da sua escala de poder de investimento e de produção.

Pode-se observar os seguintes componentes básicos na Edificação em madeira:

- 1- madeira estrutural (vigas e pilares);
- 2- madeiramento para telhado;
- 3- vedação e lambris;
- 4- compensados e painéis aglomerados;
- 5- pisos
- 6- portas e janelas.

A diversidade de usos da madeira no setor de construção nos permite maximizar o desdobro de toras de madeira obtendo um valor agregado ao produto pela exigência de cada componente da construção.

É importante ter um mercado interno forte para podermos desenvolver os produtos antes de lança-los no mercado Internacional.

Não existe no País engenheiros de Madeira capazes de gerenciar serrarias de grande porte. Arquitetos e Engenheiros têm pouco conhecimento da construção em madeira o que acarreta um acanhamento do mercado interno. A formação deste tipo de profissional é um esforço que deve ser feito pelas Universidades Brasileiras.

Internacionalmente este mercado já é muito grande e tende a crescer nos próximos anos.

Restrições nos países consumidores quanto ao uso de madeiras de florestas nativas podem gerar um aumento da demanda.

O Brasil pode aproveitar as condições favoráveis deste mercado aumentando sua participação que atualmente é insignificante em comparação com suas potencialidades.

O momento é propício para uma ação conjunta dos Institutos de Pesquisa, Universidades, Fundações Florestais, Reflorestadores e Governo, no sentido de dinamizar um programa de aproveitamento da madeira de reflorestamento. Sendo

necessário também a abertura de projetos institucionais junto às agências de apoio à pesquisa para dinamizar o processo.

ENERGÉTICA

ANÁLISE ENERGÉTICA

ANÁLISE ENERGÉTICA

4.1 - Introdução

Pretende-se, neste capítulo, realizar uma comparação do ponto de vista energético, entre o prédio com estrutura em madeira existente no IEE/USP, com um igual, do ponto de vista arquitetônico, só que executado com os materiais de construção convencionais (tijolos, blocos, cimento, etc.). Entende-se por comparação do ponto de vista Energético, os aspectos relacionados à produção, transporte e utilização dos materiais de construção utilizados nos dois projetos.

O objetivo principal desta comparação focaliza-se na importância e na necessidade de utilizar-se de meios para um menor consumo energético não só na fase de utilização do edifício, mas principalmente na fase de projeto, onde decisões importantes, como a escolha dos materiais construtivos, podem acarretar um decréscimo significativo no consumo energético.

Desta forma, procurou-se acrescentar um novo aspecto na relação Arquitetura x Energia, considerando o consumo de energia nos processos e técnicas de fabricação de materiais construtivos das edificações, bem como no seu transporte e na construção. Além disso, comparou-se a participação no custo econômico destes materiais com a participação energética.

Não podemos nos esquecer de que o projeto arquitetônico influirá também na energia necessária para a iluminação, refrigeração. As soluções no edifício, bem como as relações com o entorno, a implantação, são elementos de extrema importância no processo do projeto. Apesar desta importância, estes itens não serão abordados neste trabalho, restringindo-se apenas às técnicas e aos materiais de construção utilizados.

4.2 - O Consumo Energético dos materiais de construção

Para a realização da comparação dos aspectos energéticos dos materiais construtivos utilizados, baseou-se nos dados obtidos por Gonçalo Guimarães na dissertação de mestrado "Análise Energética na Construção de Habitações" ⁽¹⁾. Neste trabalho desenvolveu-se um método para cálculo do Consumo Energético dos principais materiais utilizados na construção civil, levando-se em conta a energia utilizada para a fabricação, transporte e construção da edificação. O método utilizado por Gonçalo Guimarães divide o processo de obtenção da energia total consumida para a execução de um edifício basicamente em três etapas: a **fabricação** dos materiais construtivos utilizados, o **transporte** destes até a obra, a **construção do edifício** propriamente dito (mão de obra empregada, maquinário utilizado, quando utilizado, etc.). Pode-se observar no esquema abaixo como funciona este processo:

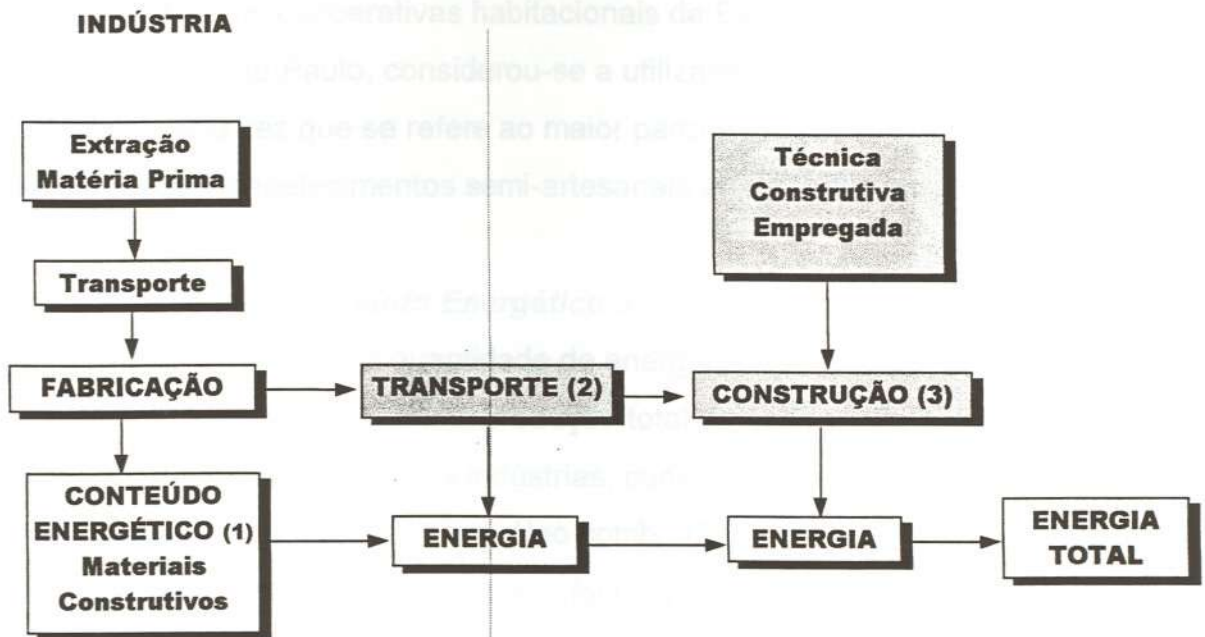


Fig. 05 Processo para obtenção da energia embutida em uma construção. Fluxograma baseado no método desenvolvido por Gonçalo Guimarães em sua dissertação de mestrado.

Elaboração própria

- (1) O Conteúdo Energético dos materiais construtivos é a somatória das energias que entram no processo de fabricação, desde a extração e transporte das matérias primas.
- (2) A Energia consumida no transporte do material construtivo até a obra utiliza os dados de Lizardo J. e Chagas N., onde o consumo médio de combustível utilizado, óleo diesel foi de 0,00384 l/T Km.
- (3) Na construção é analisado o processo construtivo, bem como os maquinários utilizados .

Para a determinação do conteúdo energético da vasta gama de materiais e processos de fabricação existentes no Brasil, o trabalho realizado partiu da pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A (IPT) sob contratação do Banco Nacional da Habitação (BNH) sobre "Oferta de Materiais de Construção Civil no Estado de São Paulo".

Esta pesquisa tomou como universo de estudo os estabelecimentos produtores de materiais de construção civil, de interesses para projetos habitacionais, em particular habitações populares.

Além das informações obtidas dos fabricantes, a pesquisa considerou informações colhidas de associações e sindicatos de produtos e das empresas construtoras, bem como cooperativas habitacionais da Estado de São Paulo. Apesar de restrita a São Paulo, considerou-se a utilização de seus dados em âmbito nacional, uma vez que se refere ao maior parque industrial do país, abrangendo desde estabelecimentos semi-artesanais até grandes indústrias modernas.

Para a determinação do **Conteúdo Energético** de cada material, partiu-se do seu **Índice Energético**, que é a quantidade de energia consumida por unidade de massa. Desta maneira, dividiu-se a produção total de cada produto pela energia consumida pelas respectivas indústrias, considerando separadamente cada forma de energia (energia elétrica, óleo comb., GLP, carvão mineral, gasolina, lenha, etc.). Mesmo procedimento foi utilizado para cálculo do número de Horas/Pessoa de trabalho por unidade de material. Foram utilizados dados de pessoal ocupado na produção industrial sem discriminação entre a mão-de-obra especializada e não especializada. Foi apresentado o consumo de

(1) Guimarães, Gonçalo Dias - 1985 "Análise Energética na Construção de Habitações"

energia, números de pessoas ocupadas na produção a produção anual das indústrias e o consumo de energia dos materiais por insumo energético por tonelada.

Nesta pesquisa realizada por Gonçalo Guimarães houve um ajuste nos valores obtidos na pesquisa do IPT/BNH, uma vez que nesta utilizou-se valores médios de consumo de energia, além da diversidade das indústrias analisadas. Neste ajuste foram estudados trabalhos correlatos, como : **CETEC** - Balanço Energético da Edificações Típicas / Brasília 1982, **IPEA** - Medições realizadas em Indústrias dentro do Programa CONSERVE / CETEC - 1984/1984, e Fundação J.P. Belo Horizonte 1982.

Além disso, realizou-se uma complementação com informações sobre matéria prima e consumo de energia de alguns materiais junto a fabricantes.

As disparidades que ainda apareceram são em parte devidas à diversidade de processos de fabricação de um mesmo material.. Um exemplo é a fabricação do cal que, em uma mesma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Cal (ABCP), apresentou um consumo de óleo combustível nos fornos de barranco descontínuo três vezes maior que nos fornos de cuba simples verticais (383 Kg e 104 Kg a óleo respectivamente). Para minimizar este problema foi aplicado um teste de sensibilidade pelo autor da pesquisa, onde pode-se detectar onde a variação do índice energético traria sensíveis alterações nos resultados finais. Com este objetivo criou-se um programa de computador onde os Índices Energéticos sofrem uma variação em 100% e 200%.

Além disso, algumas indústrias utilizam como matéria prima insumos provenientes de outras indústrias, portanto também deve ser considerado o consumo energético que estes insumos já possuem, e isto não estava ocorrendo com alguns dos dados. Por exemplo, o cimento utilizado em uma fábrica de blocos de concreto, já possui um a energia embutida. Deve ser considerado como Conteúdo Energético do bloco de concreto as somatória das

energias consumidas no seu processo de fabricação mais o conteúdo do cimento que entra neste bloco. Nestes casos os dados foram corrigidos.

4.3 - Método utilizado

Para a obtenção da energia embutida em um determinado material utilizado, ou seja o seu **Conteúdo Energético** ⁽²⁾, é necessário o prévio conhecimento de seu **Índice Energético** ⁽³⁾, bem como o processo de fabricação e sua origem (energia utilizada para o transporte do material). Foram utilizados os dados obtidos na Dissertação de Mestrado de Gonçalo Guimarães.

Optou-se por utilizar para a obtenção do Consumo de Energia, a Energia consumida em três etapas da construção : **fabricação dos materiais**, **transporte** e na própria **construção**, por ser uma maneira mais completa de análise de todo o processo. Convém observar, que para tal fim era necessário conhecer previamente as quantidades de materiais utilizados, as técnicas construtivas, e a origem destes materiais.

- consumo de energia dos materiais empregados

Este consumo foi obtido através do produto entre o Índice Energético de cada material, com a respectiva quantidade de material utilizado⁽⁴⁾. Em alguns casos, ver tabela em anexo determinados materiais já possuíam o Conteúdo Energético pronto, como é o das louças sanitárias⁽⁴⁾. No caso do prédio

⁽²⁾ **Conteúdo Energético** é obtido através do produto do Índice Energético pela massa do material em questão.

⁽³⁾ **Índice Energético** é a quantidade de Energia consumida por unidade de massa.

Hipotético, baseou-se na TCPO/PINI (Tabelas de composição de preços para orçamentos) para cálculo da quantidade de material utilizado nesta construção⁽⁵⁾

- horas/ pessoa de trabalho nos materiais e serviços

As horas/ pessoa de trabalho nos materiais foram obtidas pelo produto das quantidades de materiais empregados e seus respectivos índice hora/ pessoa de trabalho⁽⁶⁾, e somadas a este as horas trabalho dos profissionais que trabalharam diretamente na obra, sem discriminação do tipo de trabalho realizado. O índice hora foi obtido a partir de informações das indústrias envolvidas, na pesquisa realizada por Gonçalo Guimarães.

A mão-de-obra não foi analisada com um valor metabólico.

No caso do prédio Hipotético, baseou-se nos dados de utilização de mão de obra da revista Construção SP/PINI⁽⁵⁾.

- custo econômico

O custo econômico dos materiais e mão de obra foram baseados no preço de mercado, no caso do prédio Hipotético. Já no prédio executado na USP, utilizou-se os dados existentes (notas fiscais, recibos, etc.).

⁽⁴⁾ ver no anexo 02 a quantidade dos materiais utilizados no prédio com estrutura em madeira e o prédio convencional.

⁽⁵⁾ ver tabela utilizada no anexo 04

⁽⁶⁾ índices obtidos na Dissertação de Mestrado de Gonçalo Guimarães.

- transporte dos materiais

Para analisar a energia consumida no transporte dos materiais, verificou-se as quantidades e origem dos materiais utilizados no projeto. No prédio Hipotético, no caso de materiais iguais aos de madeira, considerou-se a mesma distância, e nos não utilizados pelo prédio com estrutura em madeira, adotou-se o raio de 12km, ou seja, materiais provenientes da Grande São Paulo.

O consumo médio de combustível utilizado, óleo diesel, foi de 0,0384 l/T km, que representa o consumo médio da maioria dos caminhões que transportam carga no Brasil (Lizardo J. e Chagas N.)⁽⁶⁾. Considerando a volta vazia dos caminhões, fez-se um acréscimo de 50% deste valor.

4.4 - Divisão da edificação em funções: os órgãos da construção

Para o melhor entendimento do processo construtivo e de como é o comportamento deste consumo nas etapas de construção, dividiu-se a construção em **Órgãos da Construção**, divisão esta baseada na publicação "O Edifício" de Ariosto Mila⁽⁷⁾. Desta forma, divide-se o edifício nas seguintes funções/ órgãos:

Funções	Órgãos
1- Implantação	Terraplano
2- Consolidação do terreno	Fundações
3- Estabilidade	Estrutura
4- Proteção zenital *	Cobertura
5- Vedação	Vedos
6- Circulação *	Pavimentos
7- Comunicação *	Vãos
8- Conforto Ambiental	Paramentos
9- Mecanização *	Equipamentos eletro-mecânicos
10- Fornecimento de água, esgoto e gás *	Equipamentos hidro-sanitário.

Tabela 10 - Órgãos da Construção do Edifício

Fonte: Mila, Ariosto "O Edifício"

* itens iguais nos dois prédios

Com base nesta subdivisão, efetuou-se o cálculo dos materiais utilizados em cada órgão, sendo possível acompanhar com mais clareza, o que ocorre em cada etapa.

Para a análise de consumo dos materiais utilizados nos dois projetos, utilizou-se as seguintes soluções construtivas:

	Construção Convencional	Construção Experimental IEE/USP Estrutura em Madeira
Implantação/Terraplano	talude - alvenaria em bloco de concreto revestida por tijolo aparente	talude - de madeira - compensado - revestido por tijolo aparente
Consolidação	estacas de concreto moldadas	estacas de madeira

⁽⁷⁾ Mila, Ariosto - "O Edifício" - apostila FAU/USP / anexo 01

Terreno/Fundação	in loco	
Estabilidade/Estrutura	estrutura em concreto moldadas in loco (vigas, lajes de piso e de cobertura)	madeira (dimensões variadas)
Proteção Zenital/Cobertura *	telha cerâmica e vidro	telha cerâmica e vidro
Vedação/Vedos	bloco de concreto	painel de gesso acartonado/ madeira
Circulação/Pavimentos *	escadas em ardósia/ piso com acabamento em madeira	escada em ardósia/ piso estrutural em madeira
Comunicação/Vãos *	caixilharia em madeira	caixilharia em madeira
Conforto Ambiental/Paramentos	reboco, emboco e fórmica	emboco e fórmica
Mecanização/Eleto-mecânico *	material convencional de instalação	material convencional de instalação
Mecanização/ Hidro-sanitário *	material convencional de instalação	material convencional de instalação

Tabela 11 - Materiais utilizados nos órgãos da construção dos edifícios analisados.

Elaboração própria

* itens iguais nos dois prédios

Observar que nos itens de Proteção Zenital, Circulação / Pavimentos, Comunicação/ Vãos, Mecanização/ Equipamentos eletro-mecânicos e Fornecimento de água e esgoto, foram utilizadas as mesmas soluções construtivas ou seja, grande parte dos órgãos da construção são iguais uma vez que pretende-se dar um maior enfoque ao aspecto estrutural. É importante salientar que no caso do prédio hipotético foram escolhidas as soluções construtivas mais convencionais, não havendo a preocupação com soluções arquitetônicas . Neste trabalho há somente o objetivo de comparar dois sistemas construtivos diferentes, no aspecto **Energético**.

4.5 - Aspectos relacionados com a produção dos materiais construtivos utilizados

Primeiramente será analisado o Consumo Energético dos materiais utilizados nos dois edifícios. É importante observar que estes dados contêm a energia necessária para a extração da matéria prima para a obtenção do material, o transporte desta até a fábrica e a sua produção. O transporte do material já pronto até a obra, bem como a energia utilizada para a sua utilização na construção serão analisados separadamente.

A partir da análise dos materiais utilizados, nos dois casos, podemos observar:

-4.5.1 - prédio com estrutura em madeira

No caso do prédio executado no IEE/USP obtivemos os seguintes dados:

O consumo total de Energia dos materiais utilizados no prédio com estrutura em madeira foi de 49,93 Gcal, distribuídos da seguinte forma:

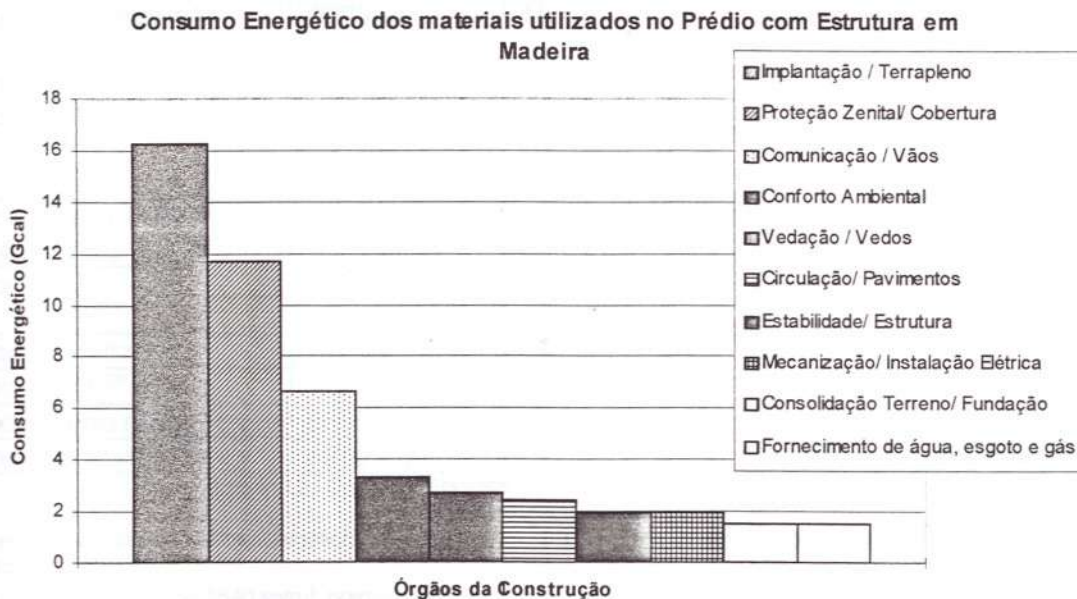


Gráfico 08 - Consumo Energético dos materiais utilizados no prédio em madeira.

Fonte: elaboração própria

Obs.: os itens em coloração cinza são iguais nos dois prédios.

Podemos observar que os três itens que consumiram maior Energia no processo foram: a *Implantação* (32,5%), a *Proteção Zenital* (23,4%), a *Comunicação/ Vãos* (13,3%) . Neste caso, a *Implantação do Terreno* e a *Proteção Zenital* utilizam materiais de construção pesados; no caso, o tijolo aparente, blocos de concreto e ferro para a estrutura e cerâmicos, a telha, tiveram um grande peso no resultado final. No caso da *Proteção Zenital*, o tratamento da madeira e a impermeabilização também tem um valor significativo. Já no caso da *Comunicação/Vãos* o vidro teve um maior peso.

Implantação/ Terrapleno:

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/Kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Mcal.
aaçuela (impermeabilização)	06l.	21331,0 kcal/l.	0.13	128
areia ⁽¹⁾				
fina	3m ³	14,10	0,0003	65.
grossa	5m ³	14,10	0,0003	108
barra de ferro 1/2 ⁽²⁾	580,8 Kg.	6113,0	0.09	3550.
barra de ferro 3/16 ⁽³⁾	480 Kg.	6113,0	0.09	2934
bidin	130 m ²	-	0.003	243.0
bloco de concreto (10x20x40) ⁽⁴⁾	1000 un.	150,0	0,01	1650
bloco de concreto (15x20x40) ⁽⁵⁾	500 un.	150,0	0,01	1050
cimento ⁽⁶⁾	400 kg.	965,0	0,008	386
compensado naval (24 chapas) ⁽⁷⁾	312Kg.	3994,0	0.6	1246
grampos	2 Kg.	6112,0	0.06	12
manta plástica	240 Kg.	828,0	0.023	199
pedras nº 1 ⁽⁸⁾	12320 Kg.	19,0	0,006	211
pedras seixo rolado ⁽⁸⁾	8000 Kg.	19,0	0,006	152
tijolo aparente ⁽⁹⁾	6250 Kg.	727,0	0.005	4544

Tabela 12 - Conteúdo Energético implantação / terrapleno - madeira, elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 1540 kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

(2) utilizou-se 80 barras de ferro de 1/2", com 6m cada, partindo-se do valor de 1,21kg/m para o cálculo do Conteúdo Energético.

(3) utilizou-se 80 barras de ferro de 3/16", com 6m cada, partindo-se do valor de 1,21Kg/m para o cálculo do Conteúdo Energético.

- (4) utilizou-se o valor de 11kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.
 (5) utilizou-se o valor de 14kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.
 (6) considerou-se sacos de 50kg cada.
 (7) considerou-se 13kg/chapa, tendo cada chapa 3,2 m².
 (8) considerou-se 1390kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

Comunicação / Vãos :

Material	Quantidade	Índice Energético Kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Mcal.
caixilhos salas (1,20x1,0m)	16 un.	28135 kcal/peça	5.9	450
caixilhos corredor (1,80x1,0m)	8 un.	42208 kcal/peça	5.9	338
portas (0,80x2,10m)	18 un.	21350 kcal/peça	4.7	384
fechaduras para porta	18 un.	519 kcal/peça	.98	10
dobradiça 3"x 21/2"	54 un.	18 kcal/peça	0.07	0,99
ferragem janela	24 un.	330 kcal/peça	0,09	7,92
- vidro				
liso	56 m ²	50052 kcal/m ²	0.27	2803
temperado	26 m ²	89971 kcal/m ²	0.36	2339
osmocolor	10l.	28914 kcal/l.	0.13	289

Tabela 13 - Conteúdo Energético comunicação / vãos - madeira,
elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

Proteção Zenital/ Cobertura:

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Mcal.
calha galvanizada	26 m.	5083 kcal/m	0,07	132
impermeabilização	60 l.	25598 kcal/l	0,13	1536
pregos (19x36)	20 Kg.	6112,0	0,02	122
silicone	1,5l.	25598,0 kcal/l	0,13	38
pentoxin	60l	28914,0	0,13	1735
telha romana ⁽¹⁾ cerâmica	3660 un.	1714 kcal/peça	0,0004	6273
telha romana vidro ⁽²⁾	150 un. ⁽²⁾	12490 kcal/peça	0,003	1873

Tabela 14 - Conteúdo Energético proteção Zenital Cobertura - madeira
elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 2,3kg/un. para obter-se o Conteúdo Energético (Fonte TCPO/ Pini).

(2) utilizou-se o valor de 3,1kg/un. para obter-se o Conteúdo Energético (Fonte TCPO/ Pini).

4.5.2 - - prédio hipotético/ com estrutura convencional:

No caso do prédio com estrutura convencional, podemos observar a seguinte situação:

O consumo total de Energia dos materiais utilizados no prédio com os materiais convencionais foi de 89,56 Gcal, distribuídos da seguinte forma:

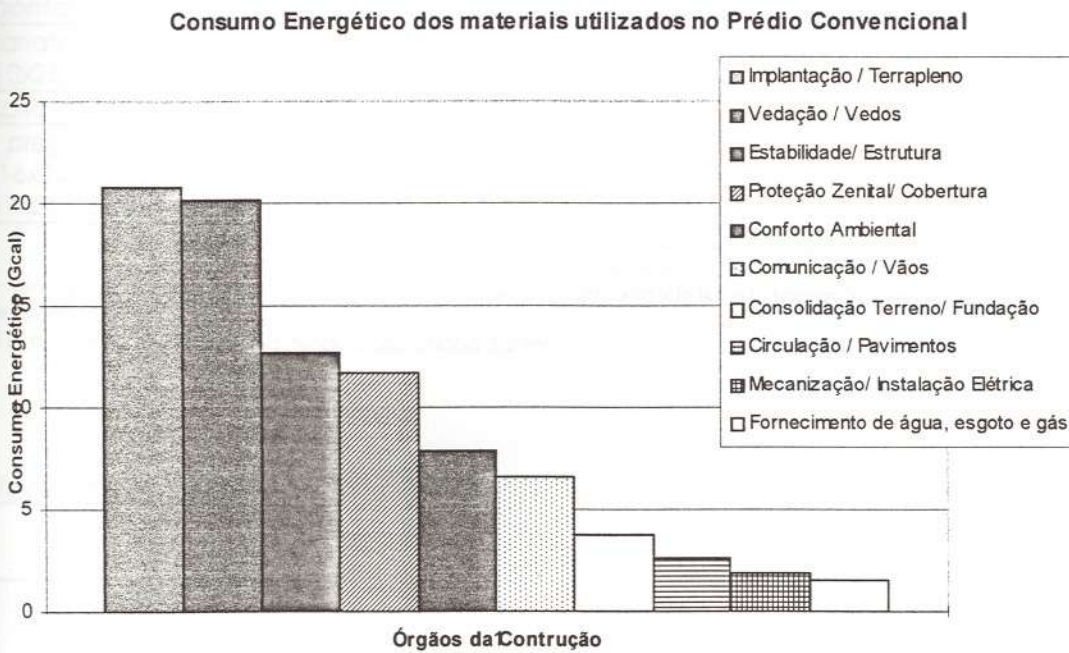


Gráfico 09 - Consumo Energético dos materiais utilizados no prédio convencional.
Fonte: elaboração própria
Obs.: os itens em coloração cinza são iguais nos dois prédios.

Podemos observar que no caso do prédio hipotético, o consumo energético dos materiais utilizados se concentrou na Implantação/ Terrapleno, com 23,2%, na Estabilidade/ Estrutura, com 14,1%, e na Vedação/ Vedos com 22,5%. Neste caso, os materiais estruturais, cimento e a madeira para a execução das formas, ferro e blocos de concreto foram os responsáveis pelo maior consumo Energético, como podemos ver abaixo:

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Mcal.
cimento	3737 Kg.	965,0	0,008	3606
areia média	34,03 m ³	14,10	0,0003	4,80
pedra 01	37,26 m ³	19,0	0,006	7,07
pedra 02 e 03	4,23 m ³	19,0	0,09	0,8
ferro CA 50B 1/2"	6,9 Kg.	6113,0	0,09	42
arame cozido nº18	0,18 Kg.	6113,0	0,09	11
tábuas 1"x12"	520 m.	815,0	0,003	2225
chapas de madeira compensada 12 mm ⁽¹⁾	2.58 m ²	3994,0	0,6	1038
pontaletes 4"x4"	720 m	815,0	0,003	4107
sarrafos de pinho 10x25 cm	18 m	815,0	0,003	257.10 ³
sarrafos 1"x4"	402 m	815,0	0,003	573
- pregos (16x24, 15x15, 17x21, 18x30, 19x36)	25,5 Kg.	6113,0	0,09	156

Tabela 15 - - Conteúdo Energético proteção Estabilidade / Estrutura - convencional elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) considerou-se 13kg/chapa, tendo cada chapa 3,2 m² .

Vedação / Vedos:

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Mcal.
bloco de concreto (14x19x39) ⁽¹⁾				
blocos	4000 un.	150,0	0,01	6600
cinta	500un.			825
cimento	4446 Kg.	965,0	0,008	4290
cal hidratada	720 Kg.	13,7	0,46	10
cal virgem	3435,2 Kg.	0,40	0,03	1,3
areia média	26,82 m ³	14,10	0,0003	0,4
areia fina	3,42 m ³	14,10	0,0003	0,05
pedrisco	2,88 m ³	19,0	0,006	0,5
ferro CA 50B	1379,4 Kg.	6113,0	0,09	8432

Tabela 16 - - Conteúdo Energético vedação / vedos - convencional elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 11Kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.

Fazendo uma comparação mais detalhada, observa-se que em nenhum dos órgãos o consumo energético do prédio de madeira é maior que o no convencional. Mesmo nos órgãos que houve utilização de materiais de maior consumo energético, como na Implantação / Terrapleno, a utilização de materiais pesados associados à madeira proporcionou uma redução significativa.

É importante comparar o que ocorre nos Órgãos Estabilidade / Estrutura

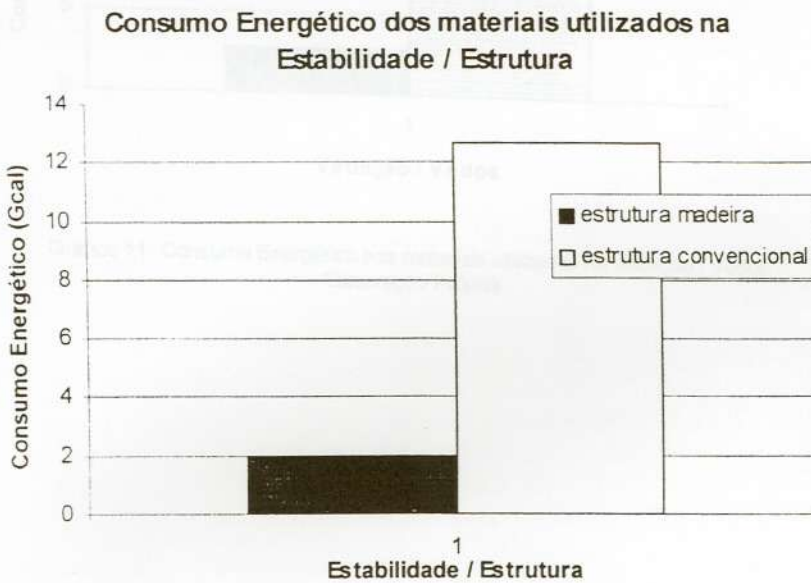


Gráfico 10 - Consumo Energético utilizado no Estabilidade / Estrutura
elaboração própria

No caso do Órgão *Estabilidade/ Estrutura*, podemos ver que há um Consumo Energético quase 7x maior no prédio convencional, sendo o cimento o material de maior peso. O consumo do Prédio em Madeira é de 1.95 Gcal e o Convencional é de 12.67 Gcal.

No Órgão *Vedação/ Vedos*, podemos observar que o Consumo Energético no prédio convencional é de quase 8x. Este fato deve-se principalmente ao uso de materiais pesados (bloco, cimento, ferro, etc.) na vedação. No prédio de madeira a conjugação de madeira e gesso fez com que este consumo fosse muito menor. Nos dois prédios foi utilizada massa corrida e tinta para acabamento final das paredes.

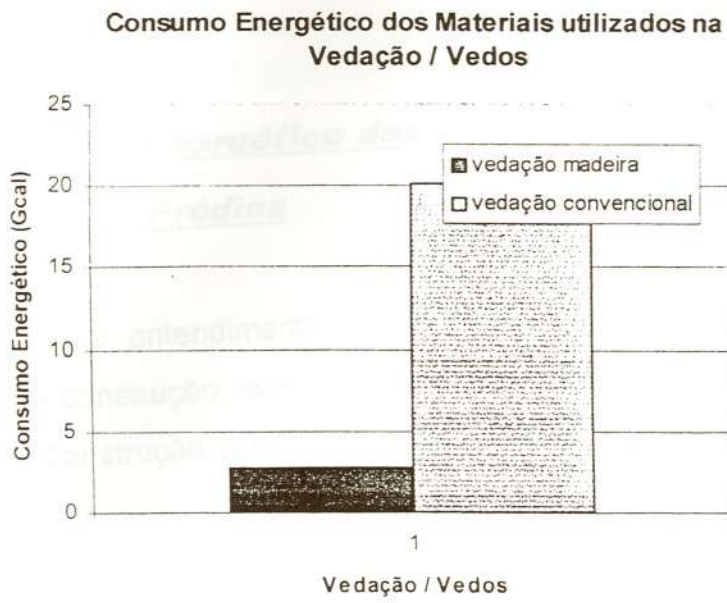


Gráfico 11- Consumo Energético nos materiais utilizados na Vedação / Vedos
Elaboração Própria

4.6.- Consumo Energético das Famílias de Materiais**Utilizados nos Prédios**

Para um melhor entendimento de como ocorre o Consumo Energético nos materiais de construção, também efetuou-se uma outra divisão, não mais em Órgãos da Construção, mas em famílias, da seguinte maneira:

Família	Material
aglomerantes	cal , cimento, gesso, massa plástica.
artefatos de concreto	tubo esgoto, bloco de concreto
cerâmicos	telha, tijolo aparente, vaso sanitário, lavatórios ardósia,
pesados	areia fina/ grossa, pedra brita nº1/2, pedrisco
madeiras	tábuas 1"x2", compensado 12mm, pontalletes 4"x4" e 3"x3", sarrafos de pinho 10x25cm, sarrafos 1"x4", vigas 4x9cm, 4x16cm, 4x4cm , lambris 2x10cm, e estacas d=20/25cm; h=2m, caixilharia (portas e janelas)
metais	ferro 3/8, 3/16, 1/2, arame cozido, pregos, calha, fechaduras, dobradiças, ferragens, curva de aço galvanizada, fio flexível, buchas, parafusos, disjuntores, curva de aço, galvanizada, registro, sifão metal, torneira lavatório, válvula, gang-nail,
petroquímicos	aquela, silicone, creosoto, pentoxin, osmocolor, sinteco, fórmica texturizada, tinta látex, curva pvc, luva pvc, tomadas, interruptores, redução, caixa de passagem, eletroduto pvc, conduítes, canaleta plástica, assento branco, redução, ralo sifonado, manta plástica
vidro	vidro liso 3 e 4 mm, temperado, telha romana de vidro,

Tabela 17 - Família dos Materiais.
elaboração própria

A partir desta subdivisão obteve-se o seguinte consumo no caso do **Prédio com Estrutura em Madeira** :

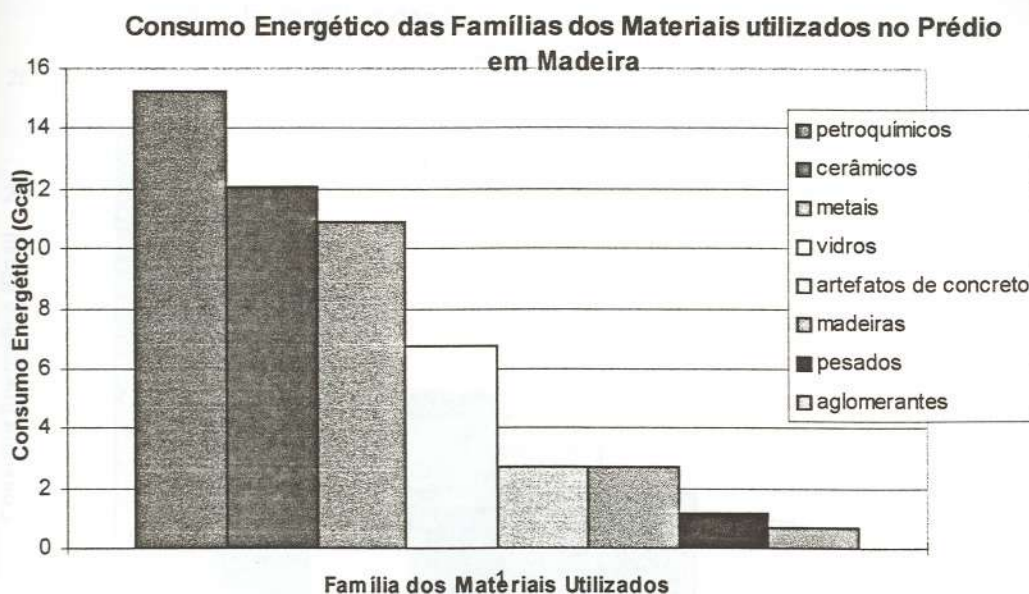


Gráfico 12 - Consumo Energético das Famílias dos materiais utilizados no prédio em madeira. elaboração própria

Podemos observar que neste caso o Consumo Energético concentra-se nos materiais *cerâmicos* (20,26%), *metálicos* (18,21%) e *petroquímicos* (38,16%). Já o menor consumo se dá com os aglomerantes (1,17%), os pesados (1,91%) e as madeiras (4,49%). Este pequeno consumo na família dos aglomerantes e dos materiais pesados era de se esperar, uma vez que a utilização destes componentes é mínima neste prédio . Já no caso da madeira, seu baixo Consumo Energético deve-se ao baixo Conteúdo Energético da Madeira, uma vez que é o principal material utilizado no edifício.

No caso do Prédio com **Materiais Convencionais** podemos observar a seguinte situação:

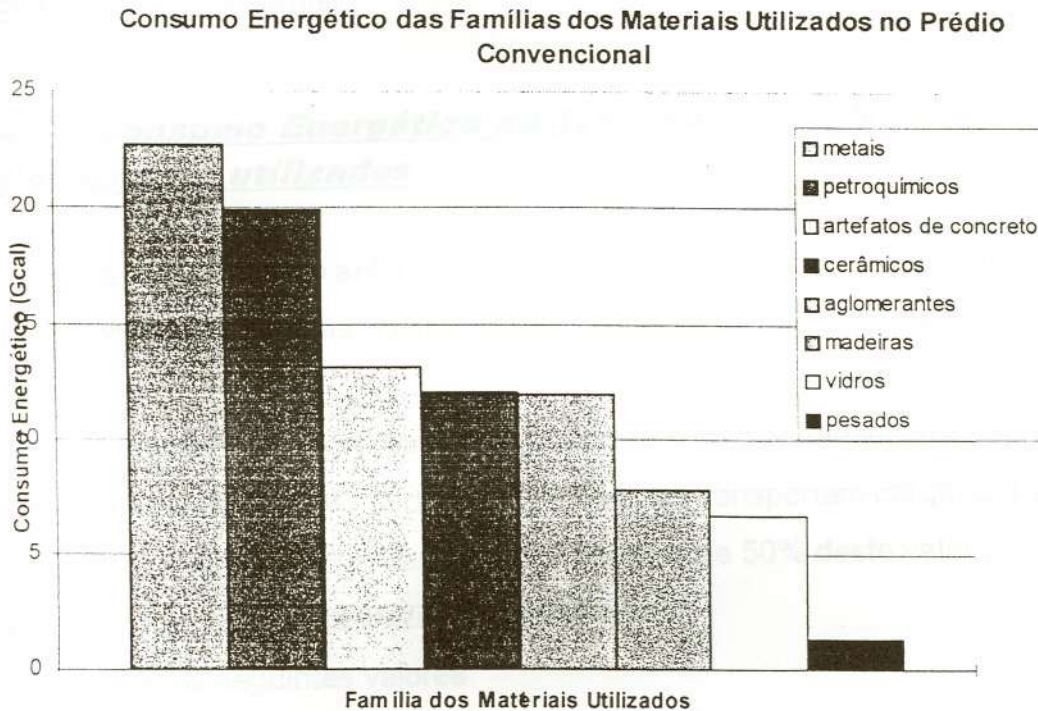


Gráfico 13 – Consumo Energético das Famílias dos materiais utilizados no prédio convencional. elaboração própria

Neste edifício podemos observar que há uma concentração do Consumo Energético nas famílias de metais e de petroquímicos (com 44% do consumo total). As famílias dos aglomerantes (12,54%), artefatos de concreto (13,68%) e cerâmicos (12,06%), também possuem um destaque. Por possuir a estrutura basicamente em concreto (blocos e peças moldadas in loco), as famílias dos aglomerantes e dos artefatos de concreto tiveram um acréscimo significativo quando comparadas com as do prédio com estrutura de madeira.

É interessante observar que no caso do prédio com materiais convencionais, o consumo na família das madeiras (7,83 Gcal) foi maior que no prédio com estrutura em madeira (.2,69 Gcal). Este fato deve-se principalmente a utilização da madeira, no prédio convencional, para a confecção de formas para os peças moldadas in loco. A chapa de madeira compensada que é utilizada para este fim

moldadas in loco. A chapa de madeira compensada que é utilizada para este fim possui um consumo energético alto quando comparado com as peças de madeira serrada, que foram muito utilizadas no prédio do Instituto de Eletrotécnica e Energia.

4.7 - Consumo Energético no Transporte dos Materiais de Construção utilizados

Como já foi observado anteriormente, analisou-se a energia consumida no transporte dos materiais, verificando-se as quantidades e origem dos materiais utilizados no projeto.

Adotou-se 0,0384 l/T km como consumo médio de óleo diesel, que representa o consumo médio da maioria dos caminhões que transportam carga no Brasil * (Lizardo J. e Chagas N.). Fez-se um acréscimo de 50% deste valor., considerando-se a volta vazia dos caminhões.

Obteve-se os seguintes valores:

Edifício Analisado	Consumo Energético (Gcal)
madeira	42,45
convencional	33,41

Tabela 18 - Consumo Energético no Transporte dos materiais.
Elaboração própria

O consumo no transporte foi maior no Prédio com Estrutura de madeira devido à utilização do gesso proveniente de Pernambuco (65,9% do consumo com o transporte), e à madeira, proveniente do Mato Grosso do Sul (29,6%).

4.8 - Equipamentos utilizados na Construção

Os equipamentos utilizados na construção dos edifícios são:

- máquina para furação das estacas;
- guindaste para locação dos painéis do piso.

Prédio Convencional:

- betoneira;

Foram obtidos os seguintes resultados⁽⁸⁾:

Edifício Analisado	Consumo Energético (Gcal)
madeira	0,3
convencional	1,1

Tabela 19 - Consumo Energético na construção dos edifícios.
Elaboração própria

Apesar do consumo ser muito maior no edifício convencional, mais que o triplo, este consumo é desprezível, não chegando a 1% em nenhum dos casos.

4.9 - Utilização da mão-de-obra

Como já dito anteriormente optou-se por não calcular a Energia gasta pela mão de obra, mas sim computar as horas gastas não só diretamente na obra, mas também junto a produção do material a ser consumido.

No caso do prédio com materiais convencionais, as horas utilizadas na execução foram baseadas na Tabela de Composição de Preços e Orçamentos da Pini/ SP; já no prédio de madeira computou-se as horas gastas pela mão-de obra contratada. O índice indireto, ou seja o gasto para a obtenção dos materiais foi obtido na mesma tabela de Índice Energético do Materiais de Construção.

Obteve-se os seguintes dados:

Edifício Analisado	Homens/ Hora
madeira;	
índice material	40,45.
obra	7.200
total	7240,45

⁽⁸⁾ Ver os cálculos detalhados no anexo 05.

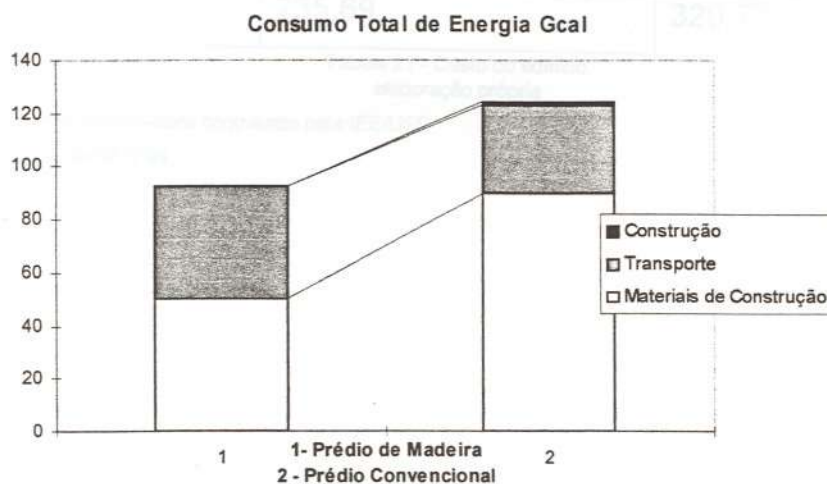
obra total	7.200 7240,45
convencional	
índice material	38,175
obra total	10100 10138,175

Tabela 20 - Consumo Energético na mão de obra elaboração própria.

Pode-se observar que há um acréscimo de mais de **30%** na mão de obra utilizada no prédio com materiais convencionais.

4.10 - Energia Total Consumida

A partir dos dados obtidos nos itens anteriores, Consumo Energético dos materiais e no transporte, podemos observar a seguinte situação:

Gráfico 14 - Consumo Total de Energia
Elaboração própria

No **prédio de madeira** (1), obteve-se um consumo total de **92,68 Gcal** sendo 53,8% com os materiais de construção e 46,2% com o transporte deste material. Já no **prédio convencional** (2), o consumo total de energia nestes dois itens foi de **124,07 Gcal**, sendo 72,0% destinados ao consumo energético dos materiais

e 28,0% para o consumo no transporte. O prédio convencional consumiu 30% a mais de energia que o prédio com estrutura em madeira.

Considerando a área de 300m² tanto para o edifício de madeira como para o edifício convencional temos o consumo :

edifício de madeira	307 Mcal/ m²
edifício convencional	410 Mcal/ m²

Custo dos Edifícios

Obteve-se os seguintes custos para a construção dos dois edifícios::

	Madeira	Convencional
material (R\$)	43.708,00	45.233,00
mão-de-obra (R\$)	27.00,00 (1)	51.000,00 (2)
R\$/m²	235,69	320,77

Tabela 21 - Custo do edifício.
elaboração própria

(1) preço pago pela mão-de-obra contratada pela IEE/USP

(2) índice Construção SP/PIN

Considerações Finais

O consumo 30% a menos de energia no prédio de madeira é uma grande redução em relação a uma construção convencional, visto que a comparação aqui efetuada considerou um prédio Experimental, que serviu de ponto de análise para possíveis falhas e mudanças.

Este consumo pode ser ainda menor, principalmente no item de transportes, uma vez que materiais básicos para o prédio Experimental vieram de longas distâncias (a madeira proveniente do Mato Grosso do Sul, e o gesso de Pernambuco), e atualmente possuímos estes materiais em nosso Estado. O

transporte foi o único item com maior consumo no prédio de madeira que no prédio convencional(42,45 Gcal no de madeira e 33,41 Gcal no convencional). Não pode deixar de ser observado que o ponto forte deste sistema construtivo é a **racionalização**. O fato de ser o primeiro edifício a ser construído , e fez com que não fossem atingidas as metas esperadas. Mesmo com uma redução significativa na mão-de-obra, cerca de 30%, seria possível uma redução ainda maior, caso esta já fosse treinada no sistema construtivo. Em uma produção em larga escala os resultados também seriam mais significativos.

Esta redução de 30 % no consumo geral de **Energia** nas etapas de construção de uma edificação (materiais construtivos, transporte, construção e mão-de-obra) teriam um vulto imenso em larga escala, por exemplo nas habitações populares.

Seria possível suprir o déficit habitacional , cerca de 10 milhões de habitações, sem a necessidade de criar novas fontes de energias, o que seria uma grande vantagem para o nosso país.

Não foram realizadas a comparação de consumo energético na vida útil dos prédios por ainda não estar implantada a maioria dos equipamentos do prédio Experimental. Neste projeto há uma proposição de baixo consumo energético não só na sua etapa construtiva, mas principalmente na sua etapa de uso, com a utilização dos trocadores de calor, painéis fotovoltaicos, sensores de presença e acionadores de iluminação etc. Por estar em fase inicial de implantação, estes equipamentos ainda não estão em funcionamento, fazendo com que a comparação fique incompleta.

CONCLUSÕES FINAIS

Conclusões Finais

Este trabalho reflete uma crescente preocupação com a necessidade de *Conservação de Energia*, devido não só ao esgotamento de nossas reservas mas também aos crescentes *Impactos ao Meio Ambiente* e a suas danosas consequências. Procurou-se incorporar o novo conceito em relação à *Conservação de Energia*. Vê-se não só a importância da utilização *racional* da energia, mas também o *Impacto Ambiental* que esta utilização possa vir a causar. Observa-se uma tendência mundial na utilização de materiais construtivos com baixo consumo Energético. Este fato deve-se à importância que vem sendo dada à utilização racional da energia, ou seja, não só aos aspectos econômicos, mas também de adequação na sua utilização.

Esta pesquisa para a dissertação de mestrado procurou levantar elementos de análise que enriqueçam os esforços em relação as ***Questões Energéticas***.

A Arquitetura, neste sentido tem um importante papel na redução e adequação do ***Consumo Energético*** e ao ***Impacto Ambiental*** advindo deste consumo, com os materiais construtivos utilizados e com o próprio consumo na vida útil do edifício. No Brasil porém, observa-se a utilização de uma "Arquitetura Padrão", completamente desvinculada do ambiente em que está inserida. Esta acaba oferecendo condições de habitabilidade abaixo das expectativas de seus usuários, acarretando níveis de redução de saúde e produtividade dos mesmos por um lado e levantando os custos de funcionamento e manutenção por outro. Neste sentido este trabalho procurou trazer novos elementos para que ações efetivas no sentido obtenção de edificações com **Baixo Impacto Energético e Ambiental** ocorram.

Pode-se observar que :

- o Brasil possui um grande Potencial Florestal ainda subproveitado, que pode ser explorado para o reflorestamento de madeira para utilização na construção civil.

- O Brasil tem uma grande competitividade com o mercado externo devido a produtividade. A diversidade e condições favoráveis no clima contribuem para este fato.
- Um programa de plantação racional de árvores naturais e exóticas pode levar o Brasil a ser um dos maiores produtores de madeira do mundo sem destruir a biodiversidade, preservando o solo e a qualidade da água, assim como garantindo "áreas de lazer para a população.
- A indústria de papel conseguiu desenvolver em nosso país práticas florestais dentro de padrões altamente competitivos a nível internacional. Este conhecimento pode ser rebatido para o campo da construção industrializada, ou seja, utilização de madeira de reflorestamento para a construção civil em sistemas pré-fabricados e racionalizados. Com a utilização de madeira na construção civil contribui-se desta forma com Meio Ambiente (com o resgate de CO₂), além de gerar empregos neste processo.
- O uso de madeira de reflorestamento com sementes selecionadas ou clonadas, passando pela minimização dos custos de plantio, manejo, corte e transporte, seria um importante ponto para a geração destes empregos (biólogos e engenheiros agrônomos e florestais, além da mão de obra na floresta e para o transporte da produção, novas serrarias, arquitetos e mão de obra para a construção de edificações em madeira.).
- a indústria da construção pode vir a ser um estímulo necessário ao setor madeireiro no Brasil, uma vez que a diversidade de componentes nesta área geraria um avanço significativo na utilização de madeira de reflorestamento.
- o problema do déficit habitacional, de 10 milhões de unidades crescendo anualmente na ordem de um milhão de unidades, poderá ser enfrentado com um sistema construtivo que atenda ao déficit pela utilização de materiais abundantes e que necessitem de investimentos pequenos em função da quantidade produzida.

- o sistema construtivo aqui apresentado, em madeira de reflorestamento possui a vantagem de utilizar mão de obra não especializada, que através de treinamento rápido possa ser aproveitada.
- o sistema construtivo é modular, proporcionando uma maior racionalização do projeto além de ser ideal para produção em larga escala.
- a opção de implantar um sistema de habitações pré-fabricadas com estruturas de madeira em nosso País é antes de tudo política, passando posteriormente por um programa de capacitação tecnológica e operacional.
- a solução deve ser entendida como um projeto de médio prazo devendo ser prevista a derrubada de todas as barreiras existentes que atualmente impedem encaminhamento neste sentido.
- existe uma barreira cultural muito grande em nosso país com relação às construções em madeira.
- há um despreparo muito grande dos profissionais da área com relação as edificações em madeira, em parte devido a herança cultural de construção em alvenaria, e também devido ao preconceito existente em relação as estas edificações.
- a contribuição ambiental com utilização de construções com estrutura de madeira de reflorestamento é muito grande; o potencial de resgate de CO₂ em edificações em madeira, nos moldes da realizada no IEE/USP, é de 0.36 t CO₂/m².
- o valor agregado da madeira para construção civil é muito maior que nos outros usos, o que justifica um maior incentivo no setor.
- a redução no consumo energético atingida , de 30%, pode ser ainda maior visto que este projeto foi pioneiro e muitas falhas podem ser corrigidas, por exemplo, a energia utilizada para transporte pode ser drasticamente reduzida uma vez que já existe em nosso Estado os materiais (gesso acartonado e madeira)que teve que ser buscado em Pernambuco e Mato Grosso.

- para este caso obteve-se uma redução também de 30% para a utilização da mão de obra; este índice pode ser ainda melhorado visto que a mão de obra não era treinada neste sistema construtivo.
- o maquinário utilizado para a execução da obra (betoneira, guindastes, etc.) não tem uma contribuição significativa no total de energia consumida na obra, não chegando a 1%.
- os itens que mais consumiram energia no prédio em madeira foram a Implantação. Consolidação do Terreno / Fundação e a Proteção Zenital, sendo que todos possuem materiais "pesados" que contribuem para este resultado (bloco, tijolo aparente, telha).
- no prédio Hipotético os itens que mais consumiram foram : Implantação/ Terrapleno, Estabilidade / Estrutura e Vedação/ Vedos, sendo os materiais estruturais, cimento , ferro , e blocos foram os responsáveis pelo maior consumo energético.
- no item Estabilidade / Estrutura houve um Consumo Energético 7x menor no prédio de madeira, uma vez que o elemento construtivo básico neste caso é de baixo Conteúdo Energético , a madeira.
- no item Vedação / Vedos o Consumo Energético do prédio em madeira foi 8x menor que o Hipotético.
- nos dois prédios as famílias de metais e petroquímicos são os que mais consomem Energia.
- o prédio convencional teve um maior consumo de madeira, para a confecção das formas das estruturas, 7,83 Gcal, que no prédio de madeira, onde o consumo foi de 2,69 Gcal. A utilização de chapas de madeira compensada utilizada para as formas têm um alto Consumo Energético quando comparado a madeira serrada utilizada pelo prédio Experimental.
- a construção em madeira tem um custo, neste caso, de quase 40% a menos que a convencional.

A nova realidade vai exigir dos arquitetos, engenheiros e construtores, uma maior consciência quanto aos recursos globais de Energia, manifestada sobre a economia de consumo de água, materiais, uso, manutenção e demolição de edificações

O Brasil deve se integrar a esta nova realidade. A crescente globalização, principalmente no que se refere a produtos e processos da construção civil fará com que seja necessária uma maior conscientização.

A **ISO 14000**, conjunto de normas para Gerenciamento Ambiental, pretende lançar bases e critérios para a certificação ambiental já é um reflexo desta nova visão quanto ao Impacto Ambiental.

As questões Ambientais deixaram o campo das paixões para ocupar um espaço definitivo no meio empresarial. Acionistas, investidores, empregados, clientes, órgãos governamentais de controle ambiental, ONG's, comunidades vizinhas e todas as demais partes interessadas que possam ser elencadas estarão atentas para as relações entre as empresas e o Meio Ambiente, cobrando-lhes um elevado preço no caso de agressões, mesmo que acidentais e involuntárias.

As questões relativas à conservação ambiental ocupam hoje uma significativa parcela dos investimentos e esforços administrativos de todos os segmentos da atividade econômica.

E é justamente neste contexto que esta Dissertação de Mestrado se desenvolveu, mostrando os elementos que devem ser incorporados em um projeto para que este seja Ambientalmente correto, com **Baixo Impacto Energético e Ambiental**. O objetivo principal deste trabalho é dar elementos para esta "**Nova Arquitetura**" que terá que ser incorporada nos projetos neste final de século. Da Arquitetura onde as variáveis Meio Ambiente e Conservação de Energia são fatores primordiais na realização de projetos.

BIBLIOGRAPHY

1924

PAPEL E
Paulo SP.

PAPEL E
1924

1924

1924 - Edições Escolas

BIBLIOGRAFIA

FEAR COMMISSION - 1923 - "Apparatus for the Study of the Law 1924", Commission of the Dept. of Education

COMISSÃO A CONSERVAÇÃO DO PARQUE DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1924 - "Relatório", janeiro 36.

1924 - 1925 - "Paulista", 1924 - "Relatório do Estado de São Paulo"

Natureza/ IBAM
Museus Reptil

Energy - Environment

Energy - Environment

BIBLIOGRAFIA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE - "Relatório Estatístico Florestal", - 1994, São Paulo SP.
- ANFPC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE PAPEL E CELULOSE - 1994 - "Relatório Estatístico", Confederação Industrial de celulose e de Papel Latino; Americana, São Paulo.
- CLARO, Anderson - 1991 - "A Produção de Casas de Madeira em Santa Catarina", Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU - da Universidade de São Paulo - USP.
- DEL CARLO, Ualfrido - 1996 - "Proposta de Programa Nacional para Desenvolvimento de Habitações com Estruturas de Madeira", mimeo.
- DEL CARLO, Ualfrido - 1996 - "Edificações Experimentais com Estruturas em Madeira", mimeo.
- EUROPEAN COMMISSION - 1993 - "Annual Energy Review - Special Issue / June 1994", Commission of the European Communities.
- FUNDAÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO E A PRODUÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1996 - "Florestar Estatístico"; Vol. 02, novembro94/fevereiro96.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL - 1996 - "Plano de Desenvolvimento Florestal Sustentável". Governo do Estado de São Paulo; Secretaria do Estado do Meio Ambiente.
- FUNATURA - Fundação Pró-Natureza/ IBAMA 1996 - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Renováveis, pp. 28 a 31.
- GOLDEMBERG, José - 1995 - "Energy, Environment and Development", International Academy of the Environment. Geneva, Suíça.
- GUIMARÃES, Gonçalo Dias - 1985- "Análise Energética na Construção de Habitações", Tese de Mestrado apresentada na Universidade federal do Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ.

INSTITUTO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO 1993 - "Inventário Florestal do Estado de São Paulo", Governo do Estado de São Paulo.

KRONKA, Roberta C. - 1996 - "Consumo de Energia embutido nos Materiais de Construção". Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia , vol. II pp.857/65.

MILA , Ariosto - 1981 - "O Edifício", USP - Universidade de São Paulo /FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - 1997 - "Balanço Energético Nacional 1997", ano base 1996, Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético da Secretaria de Energia - DNDE/SEM/MME.

NOCE, Luiz Gustavo Della - 1996 - "Desenvolvimento de um Sistema de Vedação em Painéis de Madeira para Habitação", dissertação de mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Paulo, da USP.

OLADE - (Organizacion Latino-americana de Energia - 1996 - "Estatísticas e Indicadores Econômico Energéticos de América Latina e Caribe", Quito, Equador.

PINI- 1989 - "Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos". Editora Pini, São Paulo, SP.

PONCE, Reynaldo Herrero - 1993 - "Eucalipto como madeira serrada".

ROMERO, Marcelo de Andrade - 1994 - "Avaliação do Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Campi Universitários : o caso da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira", tese de doutorado apresentada à FAU/USP.

SECRETARIA DE ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1997 - "Balanço Energético do Estado de São Paulo de 1997 - Ano Base 1996", Governo do estado de São Paulo.

SMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE / GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1996 - "Substitutivo n.º1 do Projeto de Lei n.º53, de 1992".

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - nov. 1996 - "Subsídios para um programa de Reflorestamento no Brasil "; Relatório Final - Fase I.

TIMONE, José Luiz - 1994 - "A Floresta como Produtora de Recursos Florestais", Instituto Florestal.

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO / IEA -INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS - 1990 - "Projeto FLORAM : uma plataforma", maio/agosto de 1990 volume4.-número 9 ; São Paulo.

WATSON , Donald - 1979 "Conservation through Building design", McGraw Hill Book Company, New York.

BIBLIOGRAFIA ADICIONAL CONSULTADA:

ALUCCI, Márcia Peinado - 1992 - "Conforto Térmico, Conforto Luminoso e Conservação de Energia Elétrica. Procedimentos para Desenvolvimento e Avaliação de Projeto de Edificação", Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

DEAN, Warren - 1986 - "A floresta como fonte de Energia na Urbanização e na Industrialização de São Paulo, 1900-50". Anais do 1º Seminário Nacional de História e Energia ; São Paulo de 13 a 23 de outubro de 1986.

FROTA, A.B. & SCHIFFER,S.R. -"Manual de conforto Térmico". São Paulo, Nobel, 1988.

FOREST INDUSTRIES - 1989 - "Timber and the Enviroment : A Guide to Timber Species", Australian Forestry Council , Canberra.

GOLDEMBERG, José e JOHANSSON Thomas B. - 1995 - "Energy as an Instrument for Socio-Economic Development", United Nations Development Programme , Estados Unidos da América.

HASELTINE, Barry Albert - 1975 - "Energy to Build", Special Supplement to Science, Pergamon Press , Londres, Inglaterra.

HERMAN, P. R. - 1975 - "The Energy Cost of the Construction and Habitation of Timber Frame Housing", Special Supplement to Science, Pergamon Press , Londres, Inglaterra.

- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1990- "Manual de recomendações - Conservação de energia na indústria metalúrgica" São Paulo SP.
- LUCZYNSKY , Estanislau - 1995 - "O uso do Carvão Vegetal nos Pólos Guseiros: implicações sociais, ambientais e econômicas". Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia - EPUSP/IF/FEA/IEE - da USP.
- LUCZYNSKY , Estanislau ; SAUER Ildo - 1996 - "A Floresta como fonte de Energia e os Fatores limitantes". Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia , vol. II pp. 911/26.
- MASCARÓ, Juan Luís - 1985- "O custo das decisões arquitetônicas"- Editora Nobel - São Paulo SP.
- MASCARÓ, Juan Luís e Lícia de - 1990- "A construção na economia nacional"- Editora Pini - São Paulo SP .
- MASCARÓ, Juan Luís - 1987- "Desenho Urbano e custos na edificação"- Editora Sagra - Porto Alegre RS.
- NOCE, Luiz Gustavo Della - 1996 - "Desenvolvimento de um Sistema de Vedação em Painéis de Madeira para Habitação" . Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - USP.
- PEDROSO, Hosana - 1996 - "Soluções Ambientais em três edifícios da USP", Revista FINESTRA Brasil , Ano 2 n.º6 ; pp100 e 101.
- PEREIRA, Pablo - 1996 - "Governo começa a controlar saída de madeira"; jornal O ESTADO DE SÃO PAULO, 25 de novembro página A13.
- ROCHA, Silvério - 1996 - "A experiência ensina", Revista de Tecnologia da Construção - Técnica - Maio/Jun. 1996 Ano 4; Editora Pini; pp40,41e42.
- STAMBOLIS, Costis - 1975 - "Minimising Energy Costs in Building : The Socioeconomic Enviromental and Political implications", Department of Architecture, Facult of Enviromental Studies; Special Supplement to Science, Pergamon Press , Londres, Inglaterra.
- SZWARRCFITER, Lila ; ROCHA, Patrícia e FREITAS, Marcos V. - 1996- "Redução de Emissões de gases de Efeito Estufa na Matriz Energética

Brasileira do ano 2000: o caso da geração Fotovoltáica". Anais do VII Congresso Brasileiro de Energia , vol. II pp. 935/48.

TRAUMANN, Thomas - 1996 - "Vitória dos Vilões : Projeto engavetado pelo governo criticado por ecologistas recebe prêmio internacional" ; revista Veja , 27 de novembro de 1996 , página 100.

TURNER J.1986 - "Forestry, the Timber Industry and the Greenhouse Effect", NSW Forestry Commission.

USP -UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - Escola Politécnica - 1989- "Conservação de Energia nas edificações"- Simpósio Nacional de conservação de Energia nas edificações - 14 a 16 de junho de 1989- 4º artigo: Conservação de Energia nos materiais de construção civil .

WRI - WORLD RESOURCES INSTITUTE; UICN - THE WORLD CONSERVATION UNION ; PNUMA - UNITED NATIONS ENVIROMENT PROGRAMME - 1992 - "A Estratégia Global da Biodiversidade : Diretrizes de Ação para Estudar, Salvar e Usar de maneira Sustentável e Justa a Riqueza Biótica da Terra". Fundação O Boticário de Proteção à Natureza .

ANEXOS

REFERÊNCIAS INTERNET

EPA - Enviromental Protection Agency.
(<http://www.epa.gov>)

LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY.
(<http://www.lbl.gov>.)

THE AMERICAM INSTITUTE OF ARCHITETS - "Building Materials" - Listagem dos impactos ambientais e do consumo energético dos materiais de construção mais utilizados.
(<http://solstice.crest.org/environment/gotwt/general/materials/index.html>)

UNEP - United Nations Enviromental Programme - Collaborating Centre on Energy and Environment - "National Action to Mitigate Global Climate Change - International Conference Kopenhagen, 7-9 june 1994".
(<http://www.risco.dk/sys/syshom3.html>)

ANEXOS

ANEXO 01

Parâmetros	<ul style="list-style-type: none"> - rampas - escadas - concordâncias
Vãos	<ul style="list-style-type: none"> - esquemas - portas - janelas - lanternins
Condições	<ul style="list-style-type: none"> - revestimentos - condição, acústica - condição, térmica - condição, ímpem.
	<ul style="list-style-type: none"> - rede de força - de iluminação - telefônica - de sinalização - elevadores - de água - de esgoto - de ventilação - de aquecimento - de ar condicionado - de refrigeração - de ventilação - de aquecimento - de ar condicionado - de refrigeração

Órgãos da Construção do Edifício:

FUNÇÕES	ÓRGÃOS	OBRAS	TÉCNICAS
1-Implantação	Terrapleno	plataforma talude drenos	terraplanagem consolidação aterros drenagem
2-Consolidação do terreno	Fundações	estacaria blocos baldrames sapatas	estanqueamento abertura de valas reaterro alvenaria concreto armado
3-Estabilidade	Estrutura	pilares muros vigas laje pórticos arcos abóbadas lâminas placas cascas	alvenaria concreto armado carpintaria estrutural serralheria estrutural concreto misto
4-Proteção zenital	Cobertura	vertentes - telhado - laje impermeabilizada	carpintaria estrutural telhamento concreto armado
5-Vedação	Vedos	paredes tabiques tetos cortinas vazadas	alvenaria carpintaria marcenaria rebocos
6-Circulação	Pavimentos	pisos rampas escadas concordâncias	carpintaria taqueamento ladrilhamento granilites marmorista resinas plásticas
7-Comunicação	Vãos	esquadrias - portas - janelas - lanternins	serralheria carpintaria vidraçaria
8-Conforto Ambiental	Paramentos	revestimentos - condicion. acústico - condicion. térmico - condicion. impermeabiliz.	reboco pintura azulejamento marmorista marcenaria impermeabilização tratamento acústico isolamento térmico
9-Mecanização	Equipamento Eletro-Mecânico	rede de força - de iluminação - telefônica - de sinalização aparelhos	instalação alta tensão instalação baixa tensão instalação telefone instalação sinalização instalação elevador
10-Fornecimento de água, esgoto e gás	Equipamento Hidro-Sanitário	rede de água rede de esgoto rede telefônica rede de águas pluviais rede com incêndio rede de gás aparelhos	instalação água instalação esgoto instalação ag. Pluviais instalação c/ incêndio instalação gás

Fonte: Mila, Ariosto "O Edifício", Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAU/USP - pp.11.

ANEXO 02
CONTEÚDO ENERGÉTICO DOS
MATERIAIS UTILIZADOS

Conteúdo Energético dos materiais utilizados no prédio com estrutura convencional

IMPLANTAÇÃO/ TERRAPLENO :

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
aquela	06l.	21331,0 kcal/l.	0.13	128.10 ³
areia ⁽¹⁾				
fina	6m ³	14,10	0,0003	130.10 ³
grossa	10m ³	14,10	0,0003	216.10 ³
barra de ferro ½ ⁽²⁾	800 Kg.	6113,0	0.09	4890.10 ³
barra de ferro 3/16 ⁽³⁾	650 Kg.	6113,0	0.09	3973.10 ³
bidin	130 m ²			94. 10 ³
bloco de concreto (10x20x40) ⁽⁴⁾	2000 un.	150,0	0,01	3300.10 ³
bloco de concreto (15x20x40) ⁽⁵⁾	1000 un.	150,0	0,01	2100.10 ³
cimento ⁽⁶⁾	1000 kg.	965,0	0,008	965.10 ³
pedras nº1 ⁽⁷⁾	24624 Kg.	19,0	0,006	422.10 ³
pedras seixo rolado ⁽⁷⁾	8000 Kg.	19,0	0,006	152.10 ³
tijolo aparente ⁽⁸⁾	6250 Kg.	727,0	0.005	4544.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; Kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 1540 kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

(2) utilizou-se 80 barras de ferro de ½", com 6m cada, partindo-se do valor de 1,21kg/m para o cálculo do Conteúdo Energético.

(3) utilizou-se 80 barras de ferro de 3/16", com 6m cada, partindo-se do valor de 1,21kg/m para o cálculo do Conteúdo Energético.

(4) utilizou-se o valor de 11kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.

(5) utilizou-se o valor de 14kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.

(6) considerou-se sacos de 50kg cada.

(7) considerou-se 1390kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

(8) considerou-se 2.5kg/peça.

CONSOLIDAÇÃO DO TERRENO/ FUNDAÇÃO

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
areia grossa ⁽¹⁾	6.24 m ³	14,10	0,0003	135.10 ³
cimento ⁽²⁾	3120 Kg.	965,0	0,008	3011.10 ³
Pedra nº02 ⁽³⁾	8,32 m ³	19,0	0,006	220.10 ³
ferro 3/8" ⁽⁴⁾	60,5 Kg.	6113,0	0,09	370.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 1540 kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

(2) considerou-se sacos de 50kg.

(3) considerou-se 1390 kg/m³ para cálculo do Conteúdo Energético.

(4) partiu-se do valor de 1,21kg/m para cálculo do conteúdo Energético.

ESTABILIDADE/ ESTRUTURA

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
cimento	3737 Kg.	965,0	0,008	3606.10 ³
areia média	34,03 m ³	14,10	0,0003	480,0
pedra 01	37,26 m ³	19,0	0,006	707,0
pedra 02 e 03	4,23 m ³	19,0	0,09	80,0
ferro CA 50B ½"	6,9 Kg.	6113,0	0,09	42.10 ³
arame cozido nº18	0,18 Kg.	6113,0	0,09	1100,0
tábuas 1"x12"	520 m.	815,0	0,003	2225.10 ³
chapas de madeira compensada 12 mm (1)	2,58 m ²	3994,0	0,6	1038.10 ³
pontaletes 4"x4"	720 m	815,0	0,003	4107.10 ³
pontaletes 3"x3"	18 m	815,0	0,003	657.10 ³
sarrafos de pinho 10x25 cm	18 m	815,0	0,003	257.10 ³
sarrafos 1"x4"	402 m	815,0	0,003	573.10 ³
- pregos (16x24,15x15, 17x21,18x30,19x36)	25,5 Kg.	6113,0	0,09	156.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) considerou-se 13kg/chapa, tendo cada chapa 3,2 m².

PROTEÇÃO ZENITAL/ COBERTURA

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
calha galvanizada	26 ml.	5083 Kcal/ml	0,07	132.10 ³
impermeabilização	60 l.	25598 kcal/l	0,13	1536.10 ³
pregos (19x36)	20 Kg.	6112,0	0,02	122.10 ³
silicone	300 g.			38.10 ³
pentoxin	60l	28914,0	0,13	1735.10 ³
telha romana ⁽¹⁾ cerâmica	3660 un.	1714 kcal/peça	0,0004	6273.10 ³
telha romana vidro ⁽²⁾	150 un.	12490 kcal/peça	0,003	1873.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 2,3kg/un. para obter-se o Conteúdo Energético (Fonte TCPO/ Pini).

(2) utilizou-se o valor de 3,1kg/un. para obter-se o Conteúdo Energético (Fonte TCPO/ Pini).

VEDAÇÃO/ VEDOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/Kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
bloco de concreto (14x19x39) ⁽¹⁾				
blocos	4000 un.	150,0	0,01	6600.10 ³
cinta	500un.			825.10 ³
cimento	4446 Kg.	965,0	0,008	4290.10 ³
cal hidratada	720 Kg.	13,7	0,46	9864,0
cal virgem	3435,2 Kg.	0,40	0,03	1374,0
areia média	26,82 m ³	14,10	0,0003	375,0
areia fina	3,42 m ³	14,10	0,0003	48,0
pedrisco	2,88 m ³	19,0	0,006	55,0
ferro CA 50B	1379,4 Kg.	6113,0	0,09	8432.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 11Kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.

CIRCULAÇÃO/ PAVIMENTOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/Kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
Ardósia (1,80x0,3m) e=2cm	09un. ⁽¹⁾	941	0.0005	15. 10 ³
Ardósia (0,7x0,26m) e=2cm	02un. ⁽²⁾	941	0.0005	582
Ardósia (0,4x0,4m) e=2cm	24un. ⁽³⁾	941	0.0005	512
rodapé ardósia (0,07x0,04m) e=2cm	02un. ⁽⁴⁾	941	0.0005	9
bloco concreto (15) ⁽⁵⁾	1400Kg.	150	0.001	210.10 ³
madeira	8 m ³	815	0.003	46.10 ³
pregos (17x27,17x21,19x36)	54Kg.	6112,0	0.02	330.10 ³
sinteco ⁽⁶⁾	60l.	25598 Kcal/l	0.13	1536.10 ³
tijolo aparente ⁽⁷⁾	625Kg.	747,2	0.005	467.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; Kcal/peça), estando indicado.

(1) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 16,52 kg.

(2) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 0,618 kg.

(3) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 0,54 kg.

(4) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 0,0095 Kg.

(5) considerou-se o valor de 14kg/un. para o cálculo do Conteúdo Energético.

(6) considerou-se o valor do Conteúdo Energético da aplicação do sinteco como sendo o valor da impermeabilização.

(7) considerou-se o valor de 2,5Kg/un. para o cálculo do Conteúdo Energético.

COMUNICAÇÃO / VÃOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
caixilhos salas (1,20x1,0m)	16 un.	28135 kcal/peça	5.9	450.10 ³
caixilhos corredor (1,80x1,0m)	8 un.	42208 kcal/peça	5.9	338.10 ³
portas (0,80x2,10m)	18 un.	21350 kcal/peça	4.7	384.10 ³
fechaduras para porta	18 un.	519 kcal/peça	.98	10.10 ³
dobradiça 3"x 21/2"	54 un.	18 kcal/peça	0.07	990,0
ferragem janela	24 un.	330 kcal/peça	0,09	7921,0
- vidro liso	56 m ²	50052 kcal/m ²	0.27	2803.10 ³
temperado	26 m ²	89971 kcal/m ²	0.36	2339.10 ³
osmocolor	10l.	28914 kcal/l.	0.13	289.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (Kcal/l.; Kcal/m; Kcal/m² ; Kcal/peça), estando indicado.

CONFORTO AMBIENTAL/ PARAMENTOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
areia fina	3,42 m ³	14,10	0,0003	48,0
cal virgem	1254Kg.	0,4	0,03	501,0
fórmica texturizada	63,36 m ²	2084,0 kcal/ m ²	0,08	132.10 ³
tinta/ látex	266 l.	28914	0.13	7691.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

MECANIZAÇÃO/ EQUIPAMENTO ELETRO-MECÂNICO

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
bucha 1"	03 un.	106 kcal/peça	0.0005	318,0
parafuso 61x65	03 un.	6112	0.02	61.12
arruela lisa	03 un.	6112	0.02	30.6
interruptor intermediário	02 un.	17580	0.1	642
disjuntor bipolar 25A	03 un.	3742	0.02	1841
disjuntor monopolar 25A	02 un.	3742		1623
disjuntor monopolar 15A	05 un.	3742	0.02	1546
disjuntor monopolar 10A	03 un.	3742	0.02	1237
disjuntor monopolar 20A	02 un.	3742	0.02	1745
curva aço galvanizada 3"	01 un.	568 kcal/peça	0.03	568,0
curva PVC 1 ½"	08 un.	514 kcal/peça	0.02	4112,0
luva PVC 1 ½"	10 un.	461 kcal/peça	0.03	4610,0
lâmpada PL 13w.	78 un.			
tomada universal terra 25A e espelho	95 un.	1977,0 kcal/jogo	0.015	188.10 ³
interruptor comum de 01 seção	16 un.	1046 kcal/peça	0.008	17.10 ³
interruptor paralelo de 01 seção	04 un.	1085 kcal/peça	0.008	4340,0
redução 50/32mm	14 un.	195 kcal/peça	0.001	2730,0
caixa passagem PVC 4x2	30 un.	3196 kcal/peça	0.01	96.10 ³
caixa de passagem com entrada de 1"	80 un.	2308 kcal/peça	0.01	185.10 ³
eletroduto PVC 1"	77m.	2716 kcal/m	0.014	300.10 ³
conduíte X 1"	42m.	1669 kcal/m	0.008	700.10 ³
conduíte T 1"	12m.	1471 kcal/m	0.008	18.10 ³
conduíte T 1 ½"	30m.	2716 kcal/m	0.014	81.10 ³
tatuzinhos	04 un.	542	0.01	2168
sensores de presença	02 un.	2456	0.09	4912
lâmpadas halogênicas 100/220w	04 un.	2890	0.08	92,5. 10 ³
chaveiros acionadores remoto	02 un.	3278	0.05	6556
sensores infravermelho	02 un.	5690	0.4	11,4. 10 ³
articuladores	04 un.	2330	0.001	9320
canaleta plástica 30x30	60 un.	1687 kcal/peça	0.02	101.10 ³
fio flexível 4mm ² bicolor	40 m.	1012 kcal/m	0.006	40.10 ³

elaboração própria.

 * - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (Kcal/l.; Kcal/m; Kcal/m² ; Kcal/peça), estando indicado.

FORNECIMENTO DE ÁGUA ESGOTO/ EQUIPAMENTO HIDRO-SANITÁRIO.

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
assento branco	04 un.	155040 kcal/peça	5.38	620.10 ³
lavatório com coluna	02 un.	86446 kcal/peça	3.00	173.10 ³
registro 1509 ¾ C50 CR04	02 un.	32434	1.4	65. 10 ³
sifão metal clodal 1 ½	02 un.	13318	0.07	26. 10 ³
torneira p/ lavatório	02 un.	26537	1.1	53. 10 ³
tubo p/ esgoto 75mm	08m.	4744 kcal/peça	0.007	38.10 ³
caixa de descarga	04 un.	7455 kcal/peça	0.11	30.10 ³
tubo PVC água 2"	12 m.	20776 kcal/peça	0.11	250.10 ³
joelho 90° ¾	04 un.	781 kcal/peça	0.004	3124,0
redução 1 ½ x 1"	02 un.	62 kcal/peça	0.0003	138,0
ralo sifonado	02 un.	10654 kcal/peça	0.05	21.10 ³
válvula	04 un.	3764 kcal/peça	0.02	15.10 ³
registro 2 ½"	02 un.	85509 kcal/peça	3.7	171.10 ³
torneira lavatório	02 un.	20640 kcal/peça	0.9	41.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

CONTEÚDO ENERGÉTICO DOS MATERIAIS UTILIZADOS NO PRÉDIO COM ESTRUTURA DE MADEIRA.

IMPLANTAÇÃO/ TERRAPLENO :

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
aquela	06l.	21331,0 kcal/l.	0.13	128.10 ³
areia ⁽¹⁾				
fina	3m ³	14,10	0,0003	65.10 ³
grossa	5m ³	14,10	0,0003	108.10 ³
barra de ferro ½ ⁽²⁾	580,8 Kg.	6113,0	0.09	3550.10 ³
barra de ferro 3/16 ⁽³⁾	480 Kg.	6113,0	0.09	2934.10 ³
bidin	130 m ²			
bloco de concreto (10x20x40) ⁽⁴⁾	1000 un.	150,0	0,01	1650.10 ³
bloco de concreto (15x20x40) ⁽⁵⁾	500 un.	150,0	0,01	1050.10 ³
cimento ⁽⁶⁾	400 kg.	965,0	0,008	386.10 ³
compensado naval (24 chapas) ⁽⁷⁾	312Kg.	3994,0	0.6	1246.10 ³
grampos	2 Kg.	6112,0	0.06	12.10 ³
manta plástica	240 Kg.	828,0	0.023	199.10 ³
pedras n°1 ⁽⁸⁾	12320 Kg.	19,0	0,006	211.10 ³
pedras seixo rolado ⁽⁸⁾	8000 Kg.	19,0	0,006	152.10 ³
tijolo aparente ⁽⁹⁾	6250 Kg.	727,0	0.005	4544.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 1540 kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

(2) utilizou-se 80 barras de ferro de ½", com 6m cada, partindo-se do valor de 1,21kg/m para o cálculo do Conteúdo Energético.

(3) utilizou-se 80 barras de ferro de 3/16", com 6m cada, partindo-se do valor de 1,21kg/m para o cálculo do Conteúdo Energético.

(4) utilizou-se o valor de 11kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.

(5) utilizou-se o valor de 14kg/bloco para o cálculo do Conteúdo Energético.

(6) considerou-se sacos de 50Kg cada.

(7) considerou-se 13Kg/chapa, tendo cada chapa 3,2 m².

(8) considerou-se 1390kg/m³ para o cálculo do Conteúdo Energético.

(9) considerou-se 2.5kg/peça.

CONSOLIDAÇÃO DO TERRENO/ FUNDAÇÃO

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
areia	3080 Kg.	14	0,0003	43.10 ³
cimento	200 Kg.	965	0,008	193.10 ³
creosoto ⁽¹⁾	416 l.	3047,0	0,13	1267.10 ³
estacas (d=15cm)	53 un. 1,85 m ³	799,0	0,001	10.10 ³
estacas (d=20cm)	97 un. 6,11 m ³	799,0	0,001	34.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 130Kg/m³ tratável, que equivale a 40% do volume da estaca utilizada (fonte IPT).

ESTABILIDADE/ ESTRUTURA

Material	Quantidade	Índice Energético Kcal/Kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Kcal.
- vigamento principal (4x14)	3,0 m ³ ⁽¹⁾ (21 Kg.)	815	0,003	17.10 ³
- vigamento contrapiso (4x9)	5,1 m ³ ⁽¹⁾ (35,7Kg.)	815	0,003	29.10 ³
- estrutura painéis (4x9)	11,5 m ³ ⁽¹⁾ (80,5 Kg.)	815	0,003	66.10 ³
- estrutura forro (4x9)	2,0 m ³ ⁽¹⁾ (14Kg.)	815	0,003	11.10 ³
- estrutura telhado tesouras (4x9)	7,0 m ³ ⁽¹⁾ (49Kg.)	815	0,003	40.10 ³
- estrutura telhas "caibros" (4x4)	2,25 m ³ ⁽¹⁾ (15,75Kg.)	815	0,003	13.10 ³
- pregos (16x24,15x15, 17x21,18x30,19x36)	191 Kg.	6112,0	0,02	1167.10 ³
gang-nail	100 Kg.	6112,0	0,07	611.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se como densidade do *eucaliptus grandis* o valor de 7g/cm³.

PROTEÇÃO ZENITAL/ COBERTURA

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
calha galvanizada	26 m.	5083 kcal/m	0,07	132.10 ³
impermeabilização	60 l.	25598 kcal/l	0,13	1536.10 ³
pregos (19x36)	20 Kg.	6112,0	0,02	122.10 ³
silicone	1,5l.	25598,0 kcal/l	0,13	38.10 ³
pentoxin	60l	28914,0	0,13	1735.10 ³
telha romana ⁽¹⁾ cerâmica	3660 un.	1714 kcal/peça	0,0004	6273.10 ³
telha romana vidro ⁽²⁾	150 un. ⁽²⁾	12490 kcal/peça	0,003	1873.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) utilizou-se o valor de 2,3kg/un. para obter-se o Conteúdo Energético (Fonte TCPO/ Pini).

(2) utilizou-se o valor de 3,1kg/un. para obter-se o Conteúdo Energético (Fonte TCPO/ Pini).

VEDAÇÃO/ VEDOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/Kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
cal hidratada	45 Kg.	13,7	0,46	616,0
gesso (12,5 mm)	200 m ² 2300 Kg.	1,59	0,0004	3657,0
gesso (15mm)	650 m ² 8775 Kg.	1,59	0,0004	14.10 ³
fita crepe	300 m.			
lambris	9,50 m ³	815,0	0,003	54.10 ³
massa plástica	6 Kg.	17758,0	0,46	106.10 ³
tinta látex	61,2l.	21332,0 Kcal/l	0,13	1305.10 ³
osmocolor	30l.	28914,0 Kcal/l	0,13	867.10 ³
pregos (16x24)	57 Kg.	6112,0	0,02	348.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

CIRCULAÇÃO/ PAVIMENTOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
Ardósia (1,80x0,3m) e=2cm	09un. ⁽¹⁾	941,0	0,0005	15.10 ³
Ardósia (0,7x0,26m) e=2cm	02un. ⁽²⁾	941,0	0,0005	582,0
Ardósia (0,4x0,4m) e=2cm	24un. ⁽³⁾	941,0	0,0005	512,0
rodapé ardósia (0,07x0,04m) e=2cm	02un. ⁽⁴⁾	941,0	0,0005	9,0
bloco concreto (15) ⁽⁵⁾	1400 Kg.	150	0.001	210.10 ³
madeira (3x9 cm)	8 m ³	815	0.003	46.10 ³
pregos (17x27,17x21,19x36)	54 Kg.	6112,0	0.02	330.10 ³
sinteco ⁽⁶⁾	54l.	25598,0 kcal/l	0.13	1382.10 ³
tijolo aparente ⁽⁷⁾	625Kg.	747,2	0.005	467.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; kcal/peça), estando indicado.

(1) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 16,52 Kg.

(2) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 0,618 Kg.

(3) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 0,54 Kg.

(4) considerou-se o valor de 3,4kg/m² por peça sendo neste caso a peça de 0,0095 Kg.

(5) considerou-se o valor de 14kg/un. para o cálculo do Conteúdo Energético.

(6) considerou-se o valor do Conteúdo Energético da aplicação do sinteco como sendo o valor da impermeabilização.

(7) considerou-se o valor de 2,5kg/un. para o cálculo do Conteúdo Energético.

COMUNICAÇÃO / VÃOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
caixilhos salas (1.20x1,0m)	16 un.	28135 kcal/peça	5.9	450.10 ³
caixilhos corredor (1.80x1,0m)	8 un.	42208 kcal/peça	5.9	338.10 ³
portas (0.80x2,10m)	18 un.	21350 kcal/peça	4.7	384.10 ³
fechaduras para porta	18 un.	519 kcal/peça	.98	10.10 ³
dobraçã 3"x 21/2"	54 un.	18 kcal/peça	0.07	990,0
ferragem janela	24 un.	330 Kcal/peça	0,09	7921,0
- vidro liso	56 m ²	50052 kcal/m ²	0.27	2803.10 ³
temperado	26 m ²	89971 kcal/m ²	0.36	2339.10 ³
osmocolor	10l.	28914 kcal/l.	0.13	289.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (Kcal/l.; Kcal/m; Kcal/m² ; Kcal/peça), estando indicado.

CONFORTO AMBIENTAL/ PARAMENTOS

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
areia fina	3,42 m ²	14,10	0,0003	48,0
cal virgem	1254 Kg.	0,4	0,03	501,0
fita crepe	300m.	34,3	0,0001	242
fórmica texturizada	63.36 m ²	2084 kcal/ m ²	0,08	1320.10 ³
massa plástica	12 Kg.	17758	0,46	213.10 ³
tinta/ látex	61,2 l.	28914	0,13	1769.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (kcal/l.; kcal/m; kcal/m² ; Kkal/peça), estando indicado.

MECANIZAÇÃO/ EQUIPAMENTO ELETRO-MECÂNICO

Material	Quantidade	Índice Energético kcal/kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético kcal.
bucha 1"	03 un.	106 kcal/peça	0.0005	318,0
parafuso 61x65	03 un.	6112	0.02	61.12
arruela lisa	03 un.	6112	0.02	30.6
interruptor intermediário	02 un.	17580	0.1	642
disjuntor bipolar 25A	03 un.	3742	0.02	1841
disjuntor monopolar 25A	02 un.	3742		1623
disjuntor monopolar 15A	05 un.	3742	0.02	1546
disjuntor monopolar 10A	03 un.	3742	0.02	1237
disjuntor monopolar 20A	02 un.	3742	0.02	1745
curva aço galvanizada 3 "	01 un.	568 kcal/peça	0.03	568,0
curva PVC 1 ½"	08 un.	514 kcal/peça	0.02	4112,0
luva PVC 1 ½"	10 un.	461 kcal/peça	0.03	4610,0
lâmpada PL 13w.	78 un.			
tomada universal terra 25A e espelho	95 un.	1977,0 kcal/jogo	0.015	188.10 ³
interruptor comum de 01 seção	16 un.	1046 kcal/peça	0.008	17.10 ³
interruptor paralelo de 01 seção	04 un.	1085 kcal/peça	0.008	4340,0
redução 50/32mm	14 un.	195 kcal/peça	0.001	2730,0
caixa passagem PVC 4x2	30 un.	3196 kcal/peça	0.01	96.10 ³
caixa de passagem com entrada de 1"	80 un.	2308 kcal/peça	0.01	185.10 ³
eletroduto PVC 1"	77m.	2716 kcal/m	0.014	300.10 ³
conduíte X 1"	42m.	1669 kcal/m	0.008	700.10 ³
conduíte T 1 "	12m.	1471 kcal/m	0.008	18.10 ³
conduíte T 1 ½"	30m.	2716 kcal/m	0.014	81.10 ³
tatuzinhos	04 un.	542	0.01	2168

sensores de presença	02 un.	2456	0.09	4912
lâmpadas halogênicas 100/220w	04 un.	2890	0.08	92.5. 10 ³
chaveiros acionadores remoto	02 un.	3278	0.05	6556
sensores infravermelho	02 un.	5690	0.4	11.4. 10 ³
articuladores	04 un.	2330	0.001	9320
canaleta plástica 30x30	60 un.	1687 kcal/peça	0.02	101.10 ³
fio flexível 4mm ² bicolor	40 m.	1012 kcal/m	0.006	40.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (Kcal/l.; Kcal/m; Kcal/m² ; Kcal/peça), estando indicado. FORNECIMENTO DE ÁGUA ESGOTO/ EQUIPAMENTO HIDRO-SANITÁRIO.

Material	Quantidade	Índice Energético Kcal/Kg.*	H/Pessoa	Conteúdo Energético Kcal.
assento branco	04 un.	155040 kcal/peça	5.38	620.10 ³
lavatório com coluna	02 un.	86446 kcal/peça	3.00	173.10 ³
registro 1509 ¾ C50 CR04	02 un.	32434	1.4	65. 10 ³
sifão metal clodal 1 ½	02 un.	13318	0.07	26. 10 ³
torneira p/ lavatório	02 un.	26537	1.1	53. 10 ³
tubo p/ esgoto 75mm	08m.	4744 kcal/peça	0.007	38.10 ³
caixa de descarga	04 un.	7455 kcal/peça	0.11	30.10 ³
tubo PVC água 2"	12 m.	20776 kcal/peça	0.11	250.10 ³
joelho 90° ¾	04 un.	781 kcal/peça	0.004	3124,0
redução 1 ½ x 1"	02 un.	62 kcal/peça	0.0003	138,0
ralo sifonado	02 un.	10654 kcal/peça	0.05	21.10 ³
válvula	04 un.	3764 kcal/peça	0.02	15.10 ³
registro 2 ½"	02 un.	85509 kcal/peça	3.7	171.10 ³
torneira lavatório	02 un.	20640 kcal/peça	0.9	41.10 ³

elaboração própria.

* - em alguns casos o índice energético apresenta-se em outra unidade (Kcal/l.; Kcal/m; Kcal/m² ; Kcal/peça), estando indicado.

ANEXO 03
ENERGIA UTILIZADA NO TRANSPORTE
DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Prédio Convencional
Energia no Transporte dos Materiais de Construção

IMPLANTAÇÃO/TERRAPLENO		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO km	I/T- km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
AQUELA		São Paulo	6	0.01	0.0384	0.002304	21	31	
AREIA		Osasco	6	12.3	0.0384	2.83392	25803	38704	
FERRO		Osasco	6	1	0.0384	0.2304	2098	3147	
BIDIN		São Paulo	3	0.02	0.0384	0.002304	21	31	
BLOCO CONCRETO		São Paulo	8	24	0.0384	7.3728	67129	100694	
CIMENTO		São Paulo	3	0.4	0.0384	0.04608	420	629	
COMPENSADO		São Paulo	3	0.3	0.0384	0.03456	315	472	
MANTA PLÁSTICA		São Paulo	6	0.24	0.0384	0.055296	503	755	
PEDRAS		São Paulo	12	25	0.0384	11.52	104890	157334	
PEDRAS SEIXO ROLADO		Cabreúva	70	8	0.0384	21.504	195794	293691	
TIUOLO APARENTE		São Paulo	15	6.2	0.0384	3.5712	32516	48774	
TOTAL=								644263	

elaboração própria

CONSOLIDAÇÃO DO TERRENO		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
AREIA		São Paulo	6	10	0.0384	2.304	20978	31467
CIMENTO		São Paulo	8	3	0.0384	0.9216	8391	12587
PEDRA		São Paulo	12	13	0.0384	5.9904	54543	81814
FERRO		Osasco	6	0.06	0.0384	0.013824	126	189
TOTAL=							126056	

elaboração própria

ESTABILIDADE/ ESTRUTURA										
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA			
CIMENTO	São Paulo		8	3.7	0.0384	1.13664	10349	15524		
AREIA	São Paulo		6	53	0.0384	12.2112	111183	166774		
PEDRA	São Paulo		12	57	0.0384	26.2656	239148	358722		
FERRO	São Paulo		6	0.007	0.0384	0.0016128	15	22		
MADEIRA	São Paulo		12	3	0.0384	1.3824	12587	18880		
TOTAL=							559923			

elaboração própria

PROTEÇÃO ZENITAL/ COBERTURA										
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA			
CALHA	São Paulo		6	0.03	0.0384	0.006912	63	94		
PREGOS	São Paulo		2	0.003	0.0384	0.0002304	2	3		
PENTOXIN/ SILICONE	São Paulo		3	0.06	0.0384	0.006912	63	94		
TELHA ROMANA	São Paulo		8	9	0.0384	2.7648	25174	37760		
TOTAL=							37952			

elaboração própria

VEDAÇÃO / VEDOS										
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA			
BLOCOS	São Paulo		8	52	0.0384	15.9744	145447	218170		
CIMENTO	São Paulo		3	10	0.0384	1.152	10489	15733		
CAL	São Paulo		6	6.5	0.0384	1.4976	13636	20453		
AREIA	São Paulo		6	45.6	0.0384	10.50624	95659	143489		
PEDRA	São Paulo		12	4.4	0.0384	2.02752	18461	27691		
FERRO	São Paulo		6	1.5	0.0384	0.3456	3147	4720		
TOTAL=							430257			

elaboração própria

CIRCULAÇÃO / PAVIMENTOS							
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO l/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
ARDÓSIA	São Paulo	2	0.05	0.0384	0.00384	35	52
BLOCO CONCRETO	São Paulo	8	5	0.0384	1.536	13985	20978
MADEIRA	Mato Grosso do Sul	800	5.6	0.0384	172.032	1566351	2349527
PREGOS	São Paulo	2	0.05	0.0384	0.00384	35	52
SINTECO	São Paulo	6	0.1	0.0384	0.02304	210	315
TIJULO APARENTE	São Paulo	15	0.625	0.0384	0.36	3278	4917
TOTAL=						2375841	2375841

elaboração própria

COMUNICAÇÃO / VÃOS							
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE E (T)	CONSUMO l/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
CAIXILHOS/ PORTAS	Santa Catarina	800	2.7	0.0384	82.944	755205	1132808
FECHADURAS/ DOBRADIÇAS	São Paulo	3	0.009	0.0384	0.0010368	9	14
OSMOCOLOR	São Paulo	6	0.01	0.0384	0.002304	21	31
VIDROS	São Paulo	6	3	0.0384	0.6912	6293	9440
TOTAL=						1142293	1142293

elaboração própria

CONFORTO AMBIENTAL/ PARAMENTOS							
MATERIAIS	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO l/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
AREIA FINA	São Paulo	6	5.2	0.0384	1.19808	10909	16363
CAL VIRGEM	São Paulo	6	1.2	0.0384	0.27648	2517	3776
FÓRMICA TEXTURIZADA	São Paulo	6	0.03	0.0384	0.006912	63	94
TINTA LÁTEX	São Paulo	6	0.06	0.0384	0.013824	126	189
TOTAL=						20422	20422

elaboração própria

EQUIPAMENTO ELETRO							
MECÂNICO							
MATERIAIS	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
VARIADOS	São Paulo	6	0.05	0.0384	0.01152	105	157

elaboração própria

EQUIPAMENTO HIDRO SANITÁRIO							
MATERIAIS	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA Kcal	50% VOLTA
VARIADOS	São Paulo	6	0.1	0.0384	0.02304	210	315

elaboração própria

Prédio com estrutura de Madeira
Energia no Transporte dos Materiais de Construção

IMPLANTAÇÃO/TERRAPLENO							
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T- km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
AQUELA	São Paulo	6	0.01	0.0384	0.002304	21	31
AREIA	Osasco	6	12.3	0.0384	2.83392	25803	38704
FERRO	Osasco	6	1	0.0384	0.2304	2098	3147
BIDIN	São Paulo	3	0.02	0.0384	0.002304	21	31
BLOCO CONCRETO	São Paulo	8	17	0.0384	5.2224	47550	71325
CIMENTO	São Paulo	3	0.4	0.0384	0.04608	420	629
COMPENSADO	São Paulo	3	0.3	0.0384	0.03456	315	472
MANTA PLÁSTICA	São Paulo	6	0.24	0.0384	0.055296	503	755
PEDRAS	São Paulo	12	12.3	0.0384	5.66784	51606	77409
PEDRAS SEIXO ROLADO	Cabreúva	70	8	0.0384	21.504	195794	293691
TIJOLO APARENTE	São Paulo	15	6.2	0.0384	3.5712	32516	48774
TOTAL =						534968	

elaboração própria

CONSOLIDAÇÃO TERRENO/ FUNDAÇÃO							
MATERIAL	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T- km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
AREIA	São Paulo	6	3	0.0384	0.6912	6293	9440
CIMENTO	São Paulo	6	2	0.0384	0.4608	4196	6293
CREOSOTO	São Paulo	6	1	0.0384	0.2304	2098	3147
ESTACAS	Itú	80	5.6	0.0384	17.2032	156635	234953
TOTAL =						253833	

elaboração própria

ESTABILIDADE/ ESTRUTURA		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
MATERIAL								
MADEIRA		Mato Grosso do Sul	800	22	0.0384	675.84	6153523	9230285
PREGOS/ GANG-NAIL		São Paulo	2	0.1	0.0384	0.00768	70	105
						TOTAL =		9230390

elaboração própria

PROTEÇÃO ZENITAL/ COBERTURA		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
MATERIAL								
CALHA		São Paulo		6	0.03	0.006912	63	94
PREGOS		São Paulo		2	0.003	0.0002304	2	3
PENTOXIN/ SILICONE		São Paulo		3	0.06	0.006912	63	94
TELHA ROMANA		São Paulo		8	9	0.0384	2.7648	37760
						TOTAL =	25174	37760
						TOTAL =		37952

elaboração própria

VEDAÇÃO / VEDOS		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
MATERIAL								
CAL		São Paulo		6	0.045	0.010368	94	142
GESSO		Perambuco	1100	50	0.0384	2112	19229760	28844640
LAMBRIS		Mato grosso do Sul	800	0.066	0.0384	2.02752	18461	27691
MASSA PLÁSTICA/TINTA LÁTEX OSMOCOLOR		São Paulo		6	0.1	0.0384	210	315
PREGOS		São Paulo		2	0.06	0.0384	42	63
						TOTAL =	28872850	

elaboração própria

CIRCULAÇÃO / PAVIMENTOS		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO l/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
MATERIAL								
ARDÓSIA		São Paulo		2	0.05	0.00384	35	52
BLOCO CONCRETO		São Paulo		8	1.4	0.0384	3916	5874
MADERA		Mato Grosso do Sul	800		5.6	0.0384	1566351	2349527
PREGOS		São Paulo		2	0.05	0.00384	35	52
SINTECO		São Paulo		6	0.1	0.0384	210	315
TUJOLO APARENTE		São Paulo		15	0.625	0.0384	3278	4917
						TOTAL=	2360737	

elaboração própria

COMUNICAÇÃO/ VÃOS		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO l/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
MATERIAL								
CAIXILHOS/ PORTAS		Santa Catarina	800	2.7	0.0384	82.944	755205	1132808
FECHADURAS/ DOBRADIÇAS		São Paulo		3	0.009	0.0010368	9	14
OSMOCOLOR		São Paulo		6	0.01	0.002304	21	31
VIDROS		São Paulo		6		0.0384	6293	9440
						TOTAL=	1142293	

elaboração própria

CONFORTO AMBIENTAL/ PARAMENTOS		ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO l/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA
MATERIAIS								
AREIA FINA		São Paulo		6	5.2	0.0384	1.19808	16363
CAL VIRGEM		São Paulo		6	1.2	0.0384	0.27648	3776
FÓRMICA TEXTURIZADA		São Paulo		6	0.03	0.0384	0.006912	94
TINTA LÁTEX		São Paulo		6	0.06	0.0384	0.013824	189
						TOTAL=	20422	

elaboração própria

EQUIPAMENTO ELETRO MECÂNICO

MATERIAIS	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T- km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA	
VARIADOS	São Paulo		6	0.05	0.0384	0.01152	105	157

elaboração própria

EQUIPAMENTO HIDRO SANITÁRIO

MATERIAIS	ORIGEM	DISTÂNCIA	QUANTIDADE (T)	CONSUMO I/T-km	TOTAL	ENERGIA kcal	50% VOLTA	
VARIADOS	São Paulo		6	0.1	0.0384	0.02304	210	315

elaboração própria

ANEXO 04
CUSTO DO MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAIS UTILIZADOS NO PRÉDIO COM ESTRUTURA CONVENCIONAL

IMPLANTAÇÃO / TERRAPLENO:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
aqüela (impermeabilização tijolo)	02 gl	85,00
areia areia fina areia grossa	3 m ³ 5 m ³	224,00
barra ferro 1/2	80 un.	960,00
barra ferro 3/16	80 un.	144,00
bidin (20,0x4,30 m ²)	130 m ²	274,77
bloco concreto (10)	1000 un.	285,00
bloco concreto (15)	500 un.	160,00
cimento	40 sacos *	240,00
compensado naval <i>pinus</i> 2,0x1,60m e=18mm	24 chapas	1205,76
grampos	4 caixas	13,60
juntacolor verde	8 Kg.	12,96
manta plástica		
pedras	8m ³	224,00
pedras (seixo rolado)	8 t.	1475,00
tijolo aparente	2500 un.	750,00
	TOTAL	8256,66

CONSOLIDAÇÃO DO TERRENO / FUNDAÇÃO:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
areia	2m ³	56,00
cimento	200 Kg. (*)	24,00
creosoto		
estacas (d=15cm) h=2m	53 un.	442,00
estacas (d=20cm) h=2m	97 un.	808,00
	TOTAL	1330,00

(*) 01 saco de cimento de 50 kg.

ESTABILIDADE / ESTRUTURA:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
madeira:		
vigamento principal (4x14cm)	3,0 m ³	300,00
vigamento contrapiso (4x9cm)	5,1 m ³	510,00
estrutura dos painéis (4x9cm)	11,5 m ³	1150,00
estrutura do forro (4x9cm)	2,0 m ³	200,00
estrutura telhado / tesouras (4x9cm)	7,0 m ³	700,00
estrutura telhas / "caibros" (4x4cm)	2,25 m ³	225,00
pregos (*) (16x24,15x15,17x21,17x27,18x30 19x36)	191 Kg.	769,60
pentoxin	60 l.	295,00
gang-nail (medidas variadas / tesouras)		360,60
	TOTAL	4215,20

(*) pregos galvanizados

PROTEÇÃO ZENITAL / COBERTURA:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
calha galvanizada	26 ml**	650,00
impermeabilização: telhacril	60 l.	176,22
pregos (19x36)	20 kg	81,00
rufos de cobre	26 ml.	910,00
silicone	300 g.	52,80
telha romana cerâmica	3660 un.	777,00 *
telha romana vidro	150 un.	1149,00
	TOTAL	3796,02

* não esquecer de adicionar o frete R\$288,00

**ml. Metros lineares

VEDAÇÃO / VEDOS:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
cal	45 Kg.	42,00
gesso acartonado (12,5mm)	200 m ²	2372,50
gesso acartonado (15mm)	650 m ²	600,00
fita crepe (l=3cm)	300 ml.	17,50
lambris (3,0x10cm)	9,50 m ³	950,00
massa plástica	15 un. * conferir	45,00
tinta / esmalte branco	17 galões (ver em litros)	1523,00
osmocolor	30 l	370,00
pentoxin	20 l	97,00
pregos (16x24)	57 Kg.	336,00
	TOTAL	5886,00

CIRCULAÇÃO / PAVIMENTOS:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
ardósia (1.80mx0.30m) e=2cm	09 un.	415,62
ardósia (0.70x0.26m) e=2cm	02 un.	37,24
ardósia (0.40x0.40m) e=2cm	24 un.	349,83
rodapé ardósia (0.07x0.04m) e=1cm	02 un.	42,00
bloco concreto 15	100 un.	110,00
cera ardósia	1 lata	34,00
madeira	8 m ³	800,00
pregos (17x27,17x21,19x36)	54 kg.	235,00
sinfeco		3375,00
tijolo aparente	250 un.	75,00
	TOTAL	5361,71

COMUNICAÇÃO / VÃOS:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
caixilhos (salas)	16 un.	449,76
caixilhos (corredor)	08 un.	235,44
ferragens: esquadrias portas		45,00
portas	18 un.	554,00
vidro: liso 3mm (20x20cm) temperado (65x65cm)	1400 un. 26 m ²	1550,00 1640,00
osmocolor	10l.	128,00
	TOTAL	4429,20

CONFORTO AMBIENTAL / PARAMENTOS:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
fita crepe (l=3cm)	300 ml.	17,50
fôrmica texturizada (1.20x2.40m)	22un.	990,00
massa plástica	15 un.	45,00
tinta / esmalte branco	17 galões (ver em litros)	1523,00
	TOTAL	2575,50

MECANIZAÇÃO / EQUIPAMENTO ELETRO-MECÂNICO:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
canaleta plástica 30x30	60 un.	324,00
conjunto de buchas e arruelas para porta conduíte, 1", 2", ¾"; abraçadeira de ¾" tipo D c/ cunha; abraçadeira de 2" c/ cunha; luva PVC tigre, abraçadeira tipo D ½" tigre; luva 1.½" PVC tigre; curva 1.½" PVC tigre.	variadas	614,45
interruptores, tomadas, disjuntores, curva aço galvanizada, curva PVC, lâmpadas PL 13W	variadas	1134,30
redução, condutele, caixa de passagem, luva	variadas	2584,00
lâmpadas 110x60W	5 un.	4,00
luminárias - tartaruga	2 un.	10,50
Infra. Tx avulso, articuladores		106,40
LC 750 sensor de presença	6 un.	360,00
tatuzinhos, lâmpadas halógeneas (110/220W), sensores de presença, lâmpadas incandescentes, chaveiros acionados remoto, sensores infravermelho, articuladores.	variadas	359,40
PVC 1.½", Conduíte PVC ½", Bucha Redução 1.½", Placa para conduíte c/ furação p/ tomada		152,00
fio flexível 4mm ² bicolor	04 un.	288,00
	TOTAL	5785,05

FORNECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTO / EQUIPAMENTO HIDRO-SANIÁRIO:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
adaptador curto ¾	04 un.	1,20
assento branco	04 un.	30,00
coluna lavatório branco	02 un.	22,20
conj. acoplado branco	04 un.	420,00
engate mole	06 un.	44,40
lavatório (46x35)	02 un.	39,80
mola hidraulica	1 un.	160,85
registro 1509 ¾ C50 CR04	02 un.	43,40
sifão metal clodal 1.½"	02 un.	40,80
torneira para lavatório	02 un.	47,20
	TOTAL	859,45

MATERIAIS UTILIZADOS NO PRÉDIO COM ESTRUTURA CONVENCIONAL

IMPLANTAÇÃO/ TERRAPLENO :

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
aqueia	02 gl.	85,00
areia fina	6m ³	224,00
grossa	10m ³	
barra de ferro 1/2"	800 Kg.	960,00
barra de ferro 3/16"	650 Kg.	144,00
bidin	130 m ²	247,77
bloco de concreto (10x20x40)	2000 un.	570,00
bloco de concreto (15x20x40)	1000 un.	320,00
cimento	1000 kg.	120,00
pedras n°1	24624 Kg.	504,00
pedras seixo rolado	8000 Kg.	1475,00
tijolo aparente	6250 Kg.	1875,00
	TOTAL	6466,77

CONSOLIDAÇÃO DO TERRENO/ FUNDAÇÃO

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
areia grossa	6,24 m ³	174,72
cimento	3120 Kg.	374,40
Pedra n°02	8,32 m ³	233,00
ferro 3/8"	60,5 Kg.	73,00
	TOTAL	855,12

ESTABILIDADE/ ESTRUTURA

Material	Quantidade	Índice Energético Kcal/Kg.*
cimento	3737 Kg.	450,00
areia média	34,03 m ³	953,00
pedra 01	37,26 m ³	1043,00
pedra 02 e 03	4,23 m ³	118,44
ferro CA 50B 1/2"	6,9 Kg.	8,25
arame cozido n°18	0,18 Kg.	
tábuas 1"x12"	520 m.	
chapas de madeira compensada 12 mm (1)	2,58 m ²	
pontaletes 4"x4"	720 m	

pontaletes 3"x3"	18 m	
sarrafos de pinho 10x25 cm	18 m	
sarrafos 1"x4"	402 m	
- pregos (16x24, 15x15, 17x21, 18x30, 19x36)	25,5 Kg.	103,00
	TOTAL	

elaboração própria.

PROTEÇÃO ZENITAL/ COBERTURA

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
calha galvanizada	26 ml.	650,00
impermeabilização	60 l.	176,22
pregos (19x36)	20 Kg.	81,80
silicone	300 g.	52,80
pentoxin	60l	129,00
telha romana cerâmica	3660 un.	777,00
telha romana vidro	150 un.	1149,00
	TOTAL	2886,82

VEDAÇÃO/ VEDOS

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
bloco de concreto (14x19x39) ⁽¹⁾		
blocos	4000 un.	1280,00
cinta	500un.	160,00
cimento	4446 Kg.	533,52
cal hidratada	720 Kg.	260,00
cal virgem	3435,2 Kg.	320,00
areia média	26,82 m ³	750,96
areia fina	3,42 m ³	95,76
pedrisco	2,88 m ³	80,64
ferro CA 50B	1379,4 Kg.	1655,28
	TOTAL	4556,16

CIRCULAÇÃO/ PAVIMENTOS

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
Ardósia (1,80x0,3m) e=2cm	09un. ⁽¹⁾	415,62
Ardósia (0,7x0,26m) e=2cm	02un. ⁽²⁾	37,24
Ardósia (0,4x0,4m) e=2cm	24un. ⁽³⁾	349,83
rodapé ardósia (0,07x0,04m) e=2cm	02un. ⁽⁴⁾	42,00
bloco concreto (15) ⁽⁵⁾	1400Kg.	32,00
madeira	8 m ³	2400,00
pregos (17x27,17x21,19x36)	54Kg.	221,00
sinteco ⁽⁶⁾	60l.	800,00
tijolo aparente ⁽⁷⁾	625Kg.	75,00
	TOTAL	3572,69

COMUNICAÇÃO / VÃOS

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
caixilhos salas (1,20x1,0m)	16 un.	44,976
caixilhos corredor (1,80x1,0m)	8 un.	235,44
portas (0,80x2,10m)	18 un.	554,00
fechaduras para porta	18 un.	45,00
dobradiça 3"x 21/2"	54 un.	43,00
ferragem janela	24 un.	123,00
- vidro liso	56 m ²	1550,00
temperado	26 m ²	1640,00
osmocolor	10l.	41,00
	TOTAL	4276,00

CONFORTO AMBIENTAL/ PARAMENTOS

Material	Quantidade	"Gastos" R\$
areia fina	3,42 m ³	95,76
cal virgem	1254Kg.	1170,00
fórmica texturizada	63,36 m ²	990,00
tinta/ látex	266 l.	1523,00
TOTAL		3778,76

elaboração própria

MECANIZAÇÃO/ EQUIPAMENTO ELETRO-MECÂNICO

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
canaleta plástica 30x30	60 un.	324,00
conjunto de buchas e arruelas para porta conduíte, 1", 2", 3/4"; abraçadeira de 3/4" tipo D c/ cunha; abraçadeira de 2" c/ cunha; luva PVC tigre, abraçadeira tipo D 1/2" tigre; luva 1.1/2" PVC tigre; curva 1.1/2" PVC tigre.	variadas	614,45
interruptores, tomadas, disjuntores, curva aço galvanizada, curva PVC, lâmpadas PL 13W	variadas	1134,30
redução, condutele, caixa de passagem, luva	variadas	2584,00
lâmpadas 110x60W	5 un.	4,00
luminárias - tartaruga	2 un.	10,50
Infra, Tx avulso, articuladores		106,40
LC 750 sensor de presença	6 un.	360,00
tatuzinhos, lâmpadas halôgeneas (110/220W), sensores de presença, lâmpadas incandescentes, chaveiros acionados remoto, sensores infravermelho, articuladores.	variadas	359,40
PVC 1.1/2", Conduíte PVC 1/2", Bucha Redução 1.1/2", Placa para conduíte c/ furação p/ tomada		152,00
fio flexível 4mm ² bicolor	04 un.	288,00
TOTAL		5785,05

MECANIZAÇÃO/ EQUIPAMENTO ELETRO-MECÂNICO

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
canaleta plástica 30x30	60 un.	324,00
conjunto de buchas e arruelas para porta conduíte, 1", 2", ¾"; abraçadeira de ¾" tipo D c/ cunha; abraçadeira de 2" c/ cunha; luva PVC tigre, abraçadeira tipo D ½" tigre; luva 1.½" PVC tigre; curva 1.½" PVC tigre.	variadas	614,45
interruptores, tomadas, disjuntores, curva aço galvanizada, curva PVC, lâmpadas PL 13W	variadas	1134,30
redução, condutele, caixa de passagem, luva	variadas	2584,00
lâmpadas 110x60W	5 un.	4,00
luminárias - tartaruga	2 un.	10,50
Infra, Tx avulso, articuladores	—	106,40
LC 750 sensor de presença	6 un.	360,00
tatuzinhos, lâmpadas halógeneas (110/220W), sensores de presença, lâmpadas incandescentes, chaveiros acionados remoto, sensores infravermelho, articuladores.	variadas	359,40
PVC 1.½", Conduíte PVC ½", Bucha Redução 1.½", Placa para conduíte c/ furação p/ tomada		152,00
fio flexível 4mm ² bicolor	04 un.	288,00
	TOTAL	5785,05

FORNECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTO / EQUIPAMENTO HIDRO-SANIÁRIO:

MATERIAL	QUANTIDADE	"GASTOS"(R\$)
adaptador curto ¾	04 un.	1,20
assento branco	04 un.	30,00
coluna lavatório branco	02 un.	22,20
conj. acoplado branco	04 un.	420,00
engate mole	06 un.	44,40
lavatório (46x35)	02 un.	39,80
mola hidráulica	1 un.	160,85
parafuso morfy fixação do vaso sanitário	16 un.	9,60
registro 1509 ¾ C50 CR04	02 un.	43,40
sifão metal clodal 1.½"	02 un.	40,80
torneira para lavatório	02 un.	47,20
	TOTAL	859,45

PARA CÁLCULO DAS MEDIDAS DE CIMENTO E AREIA CONVENCIONAL.

para paredes internas e externas:

para interno ou externo com argamassa de cal virgem e areia sem
de traço 1:3,5 (unidade: m³):
cal virgem 2,87 kg,
areia média/ grossa 0,0209 m³

para interno/ externo com traço
1:3 (unidade: m³):
cal virgem 1,82
areia fina

ANEXO 05
ÍNDICES UTILIZADOS NA COMPOSIÇÃO DE
MATERIAIS
DO PRÉDIO CONVENCIONAL.

DADOS UTILIZADOS PARA CÁLCULO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO UTILIZADOS NO PRÉDIO CONVENCIONAL.

ANEXO

Pintura látex em paredes internas e externas:
0,35l/m²

Emboco interno ou externo com argamassa de cal virgem e areia sem peneirar traço 1:3,5 (unidade: m²):
cal virgem 2,87 kg.
areia média/ grossa 0,0209 m³

Reboco interno/ externo com argamassa de cal virgem e areia peneirada no traço 1:3 (unidade: m²):
cal virgem 1,65 kg.
areia fina 0,0045 m³

Alvenaria Estrutural com blocos de concreto (14x19x39); consumo/ m²

blocos 14x19x39- 11 un.
blocos para cinta de amarração 14x19x39 - 1,5 un.

Estacas de concreto, moldadas *in loco*, com diâmetro de 32cm (unidade m.):
cimento - 24,0kg.
areia grossa - 0,048 m³
pedra 02 - 0,064 m³
ferro 3/8" - 0,46 kg.

Material utilizado nas vigas, lajes de piso e de cobertura (unidade m³):
cimento - 300kg.
areia média - 0,642 m³
pedra 02 e 03 - 0,705 m³
ferro CA-25 1/2 - 1,20kg.
arame recozido n. 18 - 0,03kg.

Material utilizado para as formas das vigas, lajes de piso e de cobertura (unidade m²):

chapa de madeira compensada 12mm - 0,43 m²
tábuas de pinho de 1"x 12" - 0,28 m³
pontaletes 3"x3"(escoramento) - 3,0m
sarrafos de pinho - 10x2,2cm (engravatamento) - 1,53m
pregos 13x18, 18x27, 17x21 - 0,25Kg.

PROJETO CONVENCIONAL

cimento 3,59 m³

11P

1 x 1' (saco/m³) - 25,13 sacos

25 sacos x 5 minutos/saco = 2,08 horas

2 x 0,75 Kwh x 2,08 h = 3,12 Kwh

3,12 Kwh x 860 = 2684 KJ/h

1 = 140 sacos

10,00

10

ANEXO 06
CONSUMO ENERGÉTICO NA
EXECUÇÃO DA EDIFICAÇÃO

CONSUMO DE ENERGIA PARA MISTURAR O CONCRETO
PROJETO CONVENCIONAL

PROJETO MADEIRA

Volume de concreto 3,59 m³

betoneira 2 HP

3,59 m³ x 7 (saco/ m³) - 25,13 traços

25,13 (traços x 5 minutos/traço = 2,09 horas

2 HP x 0,75 Kwh x 2,094 h = 3,12 Kwh

3,12 Kwh x 860 = 2684 Kcal

Consumo total = 131 sacos de cimento

total = 140 sacos de cimento

835 horas

2 HP x 0,75 Kwh x 835 h = 1253

1253 Kwh x 860 = 1.077.580 Kcal = **1078 Gcal**

**CONSUMO DE ENERGIA -
PROJETO MADEIRA**

Máquina

Furos Estacas

1 dia de uso - 06 horas

óleo diesel (1l = 9100 kcal)

consumo 2,4l/h

consumo total = 131.040 Kcal

Guindaste

Painéis Piso

1 dia de uso - 8 horas

óleo diesel

consumo 1,9 l/h

consumo total = 138.320 Kcal

CONSUMO TOTAL = 269.360 Kcal.

TABELA

ENERGIA ELÉTRICA	240 kWh
ÓLEO COMBUSTÍVEL	10147 L
GASOLINA	2038 L
ÓLEO DIESEL	7116 L
LENHA	1000 kg
GLP	1000 kg
QUEROZENA	1000 kg
SAL	1000 kg
CAP	1000 kg

ANEXO 07
TABELA CONVERSÃO
CONSUMO ENERGÉTICO

TABELA

ENERGIA ELÉTRICA	860 Kcal/Kwh
ÓLEO COMBUSTÍVEL	10197 Kcal/l
GASOLINA	8336 Kcal/l
ÓLEO DIESEL	9100 Kcal/l
LENHA	706 720 Kcal/m³
GLP	11 790 Kcal/Kg
QUEROSENE	8 723 Kcal/l
GÁS NAFTA	11 050 Kcal/T
CARVÃO MINERAL	4 460 000 Kcal/T
GÁS BUTANO /METANO	11 790 Kcal/Kg
CARVÃO VEGETAL	2 176 000 Kcal/m³
GÁS NOBRE	11 000 Kcal/Kg
COQUE METALÚRGICO	7 300 000 Kcal/T

Fonte : Balanço Energético Nacional 1997