

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MARCOS EDUARDO SERRADOR

**Sustentabilidade em arquitetura: referências para  
projeto**

São Carlos, 2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Marcos Eduardo Serrador**

**SUSTENTABILIDADE EM ARQUITETURA:  
REFERÊNCIAS PARA PROJETO**

Dissertação apresentada ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Área de concentração:  
Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia

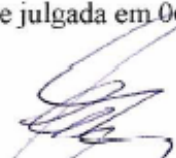
Orientador: Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri

**São Carlos  
2008**

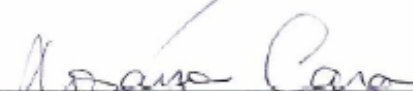
**FOLHA DE JULGAMENTO**

Candidato: Arquiteto e Urbanista **MARCOS EDUARDO SERRADOR**


Dissertação defendida e julgada em 06/11/2008 perante a Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Titular **EDUVALDO PAULO SICHIERI (Orientador)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)


Aprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Associada **ROSANA MARIA CARAM**  
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

aprovado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. **REGINALDO LUIZ NUNES RONCONI**  
(Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/USP)

APROVADO

  
\_\_\_\_\_

Prof. Titular **RENATO LUIZ SOBRAL ANELLI**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo

  
\_\_\_\_\_

Prof. Associado **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**  
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Eduvaldo pela orientação, lançando-se comigo em um tema que quando proposto ainda parecia obscuro na opinião de muitos colegas.

Aos professores Rosana Caram e Reginaldo Ronconi, pela disposição e participação na banca de qualificação, revelando aspectos do trabalho a serem melhor considerados.

Ao Marcelo Suzuki e a Glaucia Sato, que me receberam para as entrevistas, concedendo-me pareceres imprescindíveis ao encaminhamento do trabalho.

Aos meus pais, Luis e Zezé, pela paciência durante este período de pesquisa e pelo incentivo nos momentos de desgaste.

Ao meu irmão Fernando, que sempre apostou na minha carreira, presenteando-me com livros inesperados.

A Ana Lídia, que no começo desse trabalho era minha namorada e ao final já é minha esposa: caminhamos juntos em nossos desafios.

A todos que me apoiaram de alguma forma, cientes ou não de sua importante ajuda.

Sobretudo a Deus, pela segurança de sua divina orientação.



*“Para tudo há uma ocasião certa; há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu: (...) tempo de derrubar e tempo de construir (...) tempo de se espalhar pedras e tempo ajuntá-las”.*

*Eclesiastes 3:1-5*





SERRADOR, M. E. **Sustentabilidade em arquitetura: referências para projeto**. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

## RESUMO

As questões ligadas à construção sustentável têm se mostrado de grande importância entre as diversas considerações necessárias ao campo da arquitetura atualmente. Do enfrentamento destas questões o próprio processo de projeto pode beneficiar-se, nutrindo-se de novos dados e condicionantes que o enriqueçam e elevem o nível da produção edilícia. No contexto nacional especificamente, onde a urgência de suprimento das necessidades mais básicas, sobretudo na área social, coexiste com o desperdício e a improvisação no setor da construção, estudar como responder a essas questões passa a ser crucial para o bom desenvolvimento do setor da construção civil. Os possíveis benefícios alcançados na área da construção certamente têm um amplo alcance, inclusive social.

Partindo da constatação de que o tema da construção sustentável ainda se mostra incipiente na prática construtiva no contexto brasileiro, é proposta neste trabalho a análise da conjuntura do setor da construção civil no Brasil, das ferramentas e instrumentos existentes, voltados direta ou indiretamente à implementação de práticas mais sustentáveis na fase de projeto, considerada neste trabalho como elo fundamental de toda cadeia produtiva de edifícios.

Assim, o objetivo deste trabalho é sistematizar as informações levantadas, compondo um “estado da arte” das questões ligadas à construção sustentável no Brasil, identificando possíveis gargalos durante a concepção do projeto e estabelecer possíveis referências para a implementação do conceito na cultura construtiva.

As referências estruturam-se em experiências internacionais, referências normativas ou relativas à certificação, referências sobre a produção dos principais materiais de construção no Brasil e referências de experiências práticas realizadas recentemente no mercado nacional.

Através do estudo destas diversas referências levantadas, as diferenças entre a dinâmica da cadeia da construção civil em países onde o tema da sustentabilidade se encontra em pleno desenvolvimento e a realidade brasileira se torna clara. Os resultados revelam um problema conjuntural no contexto brasileiro, marcado principalmente pela ausência dos setores governamentais na composição da cadeia da construção de maneira efetiva, seja na liderança das discussões, através do estabelecimento de planos e metas aos outros agentes, seja na criação de demanda, elevando os padrões de qualidade na produção de edifícios. Esta ausência governamental deixa espaço para respostas a curto prazo à nova demanda propostas pelo próprio mercado da construção, pela iniciativa algumas vezes isolada de profissionais e empresas, sem um planejamento efetivo para o desenvolvimento do setor na direção de uma forma mais sustentável de construir.

**PALAVRAS CHAVE:** sustentabilidade, projeto, arquitetura, construção sustentável.

SERRADOR, M. E. **Sustainability in architecture: project references**. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

## **ABSTRACT**

Questions about sustainable construction have been showing themselves of great importance among the various considerations needed by the architecture field nowadays. From the confrontation of these questions the proper process of project can benefit, nourishing itself of new data and factors that enrich it and raise the level of the building production. In the national context specifically, where the urgency of supplying the most basic necessities, specially in the social area, coexists with wastefulness and improvisation in the construction sector, studying how to answer these questions becomes crucial to the good development of the civil construction sector. The possible benefits reached in the construction area certainly have an ample reach, including the social one.

From the evidence that the sustainable construction subject still reveals itself incipient in the Brazilian constructive practice context, it is proposed in this work the analysis of the civil construction sector's conjuncture in Brazil, of the tools and existing instruments, directly or indirectly related to the implementation of more sustainable practices in the phase of project, considered in this work as the basic link of the whole productive chain of buildings.

Thus, the objective of this work is to systematize the gathered information, composing a "state of the art" of the questions related to the sustainable construction in Brazil, identifying possible problems during the conception of the project, and to establish possible references to the implementation of the concept in the constructive culture.

The references are structured in international experiences, normative or certification related references, references about the production of Brazil's main construction materials, and references of practical experiences recently made in the national market.

Through the study of these various raised references, the differences between the dynamics of the civil construction chain in countries where the subject of sustainability finds itself in full development and the Brazilian reality become clear. The results disclose a conjuncture problem in the Brazilian context, mainly marked by the absence of the governmental sectors in the composition of the construction chain in a effective way, either in the leadership of the discussions, by the establishment of plans and goals to the other agents, either in the creation of demand, raising the quality standards in the production of buildings. This governmental absence leaves a space for short-term answers to the new demand proposed by the construction market itself, by the some times isolated initiative of professionals and companies, lacking an effective planning for the sector's development in the direction of a more sustainable way to construct.

**KEYWORDS:** sustainability, project, architecture, sustainable construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de iluminação natural do Shangai Bank de Norman Foster.....	27
Figura 2. Esquema do ciclo de Vida.....	45
Figura 3. Organograma representando principais objetivos de <i>performance</i> entre os agentes.....	75
Figura 4. A cadeia produtiva da construção civil.....	108
Figura 5. Linha de produção do aço.....	114
Figura 6. Linha de produção do cimento.....	117
Figura 7. Produtos de madeira para construção civil.....	127
Figura 8. Avaliação do ciclo de vida dos produtos de madeira na construção.....	133
Figura 9. Fases do processo produtivo de revestimentos cerâmicos.....	144
Figura 10. Fluxograma de processo produtivo de cerâmica vermelha.....	145
Figura 11. Geração dos principais produtos petroquímicos.....	154
Figura 12. Cadeia produtiva do PVC.....	155
Figura 13. Estrutura básica e estratégias de projeto.....	182
Figura 14. Estratégias e elementos de projeto.....	183
Figura 15. Componentes ( <i>upgrades</i> ) de projeto.....	183
Figura 16. Estratégias para diferentes formas de assentamento.....	184
Figura 17. <i>Concept Office</i> (80% de autonomia energética).....	187
Figura 18. Museu das confluências.....	187
Figura 19. Escola em Qing Pu, China – edifícios de linhas simples e ortogonais.....	188

Figura 20. Fórum de Cuiabá.....	194
Figura 21. Corredor sombreado pelo tabuado de madeira (brises horizontais).....	194
Figura 22. Cobertura metálica do complexo forense.....	195
Figura 23. Fachada composta com o tabuado de madeira.....	196
Figura 24. Pátio interno ajardinado com os blocos laminares avarandados.....	196
Figura 25. Estrutura metálica e instalações aparentes no Fórum de Cuiabá.....	199
Figura 26. Área do condomínio Gênesis e mata atlântica mineira.....	202
Figura 27. Construção de ponte “empurrada” de acesso ao Gênesis I.....	208
Figura 28. Secções da ponte empurrada.....	208
Figura 29. Clube e áreas comuns do residencial Gênesis II.....	209

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativa das emissões de CO nos países em desenvolvimento.....	50
Tabela 2. Produção de madeira em 1989 (milhões de m <sup>3</sup> ).....	51
Tabela 3. Necessidades de investimentos em infra-estrutura, saneamento e habitação social, 2007-2010.....	60
Tabela 4. Funções de coordenação.....	73
Tabela 5. Consumo de madeira amazônica pelo Estado de São Paulo em 2001.....	127
Tabela 6. Diferenças entre agendas marrom e verde.....	179

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Princípios e estratégias gerais da sustentabilidade.....	31
Quadro 2. Princípios ambientais da construção sustentável.....	32
Quadro 3. Princípios sociais da construção sustentável.....	34
Quadro 4. Princípios econômicos da construção sustentável.....	35
Quadro 5. Princípios políticos da construção sustentável.....	37
Quadro 6. Princípios culturais da construção sustentável.....	38
Quadro 7. Estrutura analítica para construção sustentável.....	76
Quadro 8. As 10 fases do Protocolo de Processos.....	81
Quadro 9. Consumo de energia na produção de materiais de construção no Brasil.....	112
Quadro 10. Principais insumos da indústria cerâmica por setor.....	142
Quadro 11. Plano de ações Y. Takaoka Empreendimentos.....	205

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Emissões de CO <sub>2</sub> <i>per capita</i> das várias regiões do mundo.....	51
Gráfico 2. Potenciais de eficiência energética.....	52
Gráfico 3. Uso de eletricidade no Brasil.....	54
Gráfico 4. Consumo de energia pela indústria de materiais de construção em relação ao consumo total de energia pela indústria no Reino Unido.....	69
Gráfico 5. Participação do consumidor domiciliar no total do consumo aparente de cimento e divisão por faixa de renda (em %).....	107
Gráfico 6. Participação do Brasil no consumo mundial de cimento(%).....	123
Gráfico 7. Comparação internacional entre dados de consumo específico de energia térmica e elétrica - 2003.....	124
Gráfico 8. Evolução da taxa de desflorestamento bruto na Amazônia.....	125
Gráfico 9. Variações na extensão das florestas 1990 -1995.....	125
Gráfico 10. Impacto ambiental relativo a uma típica casa em estrutura de madeira (100% da linha base) para casas equivalentes em estrutura metálica leve e concreto.....	136
Gráfico 11. Participação percentual da demanda de energia no setor cerâmico no R.S.: período de 1991 a 2000.....	142
Gráfico 12. Principais aplicações dos plásticos no contexto brasileiro.....	146
Gráfico 13. Distribuição da produção de plásticos <i>commodities</i> no Brasil.....	149

## SUMÁRIO

. RESUMO

. ABSTRACT

. LISTA DE FIGURAS

. LISTA DE TABELAS

. LISTA DE QUADROS

. LISTA DE GRÁFICOS

.INTRODUÇÃO.....	17
. CAPÍTULO 1. SISTEMATIZAÇÃO DO CONCEITO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL.....	25
1.1. A evolução do conceito de construção sustentável.....	28
1.2. Princípios da construção sustentável.....	31
1.3. Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para a construção .....	39
1.4. Avaliação do ciclo de vida na construção civil.....	42
1.5. Eficiência energética nas edificações.....	50
1.6. O contexto dos países em desenvolvimento.....	58
. CAPÍTULO 2. EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	67
2.1. Exemplos que vêm de cima: iniciativas governamentais.....	67
2.2. Framework: integração da cadeia produtiva.....	74
2.3. Instrumentos normalizadores e certificadores.....	82
2.3.1. HQE – Haute Qualité Environnementale (CSTB).....	90
2.4. Informação para os tomadores de decisão: cartilhas de boas práticas.....	99

. CAPÍTULO 3. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO BRASILEIRO.....	105
3.1. A cadeia da construção civil no Brasil.....	105
3.2. A indústria de materiais de construção.....	110
3.2.1. A cadeia produtiva do aço.....	113
3.2.2. A cadeia produtiva do cimento.....	116
3.2.3. Cadeia produtiva da madeira para a construção civil.....	124
3.2.4. Cadeia produtiva de componentes cerâmicos.....	140
3.2.5. Cadeia produtiva de componentes poliméricos.....	146
3.2.5.1. Principais aplicações de polímeros na construção civil.....	148
3.3. Instrumentos normalizadores e certificadores.....	157
3.3.1. Projeto de Norma para edificações até 5 pavimentos.....	160
3.3.2. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel.....	163
3.3.3. Programa da qualidade da construção habitacional do Estado de São Paulo - QualiHab.....	167
3.3.4. Programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat - PBQP-H.....	171
3.3.5. Série de Normas ISO 14.000.....	173
. CAPÍTULO 4. PROJETO: O ELO DA CADEIA PRODUTIVA.....	175
4.1. Princípios da construção sustentável para a fase de projeto.....	176
4.2. Sustentabilidade desenhada em projeto: experiências internacionais.....	178
4.2.1. ZedFactory: Bill Dunster.....	179
4.2.2. Jacques Ferrier.....	185
4.3. Projeto e sustentabilidade: referências para um desenvolvimento possível no Brasil.....	189
4.3.1. Marcelo Suzuki.....	193
4.3.2. Y.Takaoka Empreendimentos.....	201



. CAPITULO 5. DISCUSSÕES.....	211
. CAPITULO 6. CONCLUSÃO.....	221
. CAPITULO 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	227
. CAPITULO 8. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	235
. ANEXO A :Entrevista com arquiteto Marcelo Suzuki.....	237
. ANEXO B: Entrevista Y.Takaoka Empreendimentos .....	255



## INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável apresentado pelo WCED (*World Commission on Environment Development*) através do relatório “*Our Common Future*” (Relatório *Bruntland*) em 1987, alcançou o setor da Construção Civil em meados dos anos 90.

Se o conceito, que se caracteriza pela generalização, busca abarcar toda forma de atividade humana transformadora do ambiente, nada mais adequado que tratar do setor da Construção Civil – cuja função é essencialmente a transformação do ambiente – com enfoque especial. Se num primeiro momento este enfoque limitou-se ao estudo do desempenho energético dos edifícios, hoje busca envolver todos os agentes constituintes do setor, desde a extração da matéria-prima e sua transformação até o desmonte do edifício.

Schiller et al (2003) destaca que a produção do habitat construído requer uma grande proporção dos recursos energéticos e materiais em suas distintas fases, escalas e processos. Desde a extração e produção de materiais, o projeto, a construção operação e manutenção, até a desmontagem, os edifícios provocam importantes impactos ambientais ou contribuem direta ou indiretamente a eles.

Dados numéricos indicam que 75% dos recursos naturais mundiais são consumidos pelo *Construbusiness*, chegando a gerar cerca de 500 kg/ habitante.ano de resíduos provenientes do processo de construção. Além disso, cerca de 50% do consumo de energia elétrica é absorvido por edifícios em funcionamento, que contribuem também com 21% do consumo de água. Só na cidade de São Paulo, o custo social da gestão do RCD (resíduos da construção e demolição) para a Prefeitura chega a

R\$ 1.500,00/ habitante.ano (informação verbal)<sup>1</sup>. Portanto, vislumbrar o ciclo de vida do edifício, desde seus materiais constituintes e componentes, até seu desmonte ou readequação, torna-se uma questão de ação responsável sobre o meio ambiente, tendo reflexos inclusive sociais e econômicos.

Para Schiller et al. (2003, p.13)

A edificação sustentável promove diversos benefícios que se estendem além de sua participação no melhoramento das condições ambientais e mitigação do impacto ambiental, uma vez que representam o estabelecimento de uma nova ordem de princípios básicos de desenho em todas e cada uma de suas escalas. Tais princípios se fundamentam em sistemas e ciclos naturais, maior dependência de recursos locais, particularmente para a geração, distribuição e uso de energia e água, com dimensão social e projeção ao futuro.

Em relação às questões que envolvem o conceito de sustentabilidade na construção, Segawa apud Sabbag (2005) reconhece que existem novas exigências às quais os arquitetos talvez ainda não estejam respondendo. Segawa ressalta que

[...] existem arquitetos que fazem arquitetura com sensibilidade, com sustentabilidade, preocupados com os problemas do século 21, em poupar energia (...) No Brasil em geral faz-se arquitetura do desperdício (...) há uma inércia para estas pautas. Isso ainda é muito incipiente, embora existam arquitetos engajados em movimentos ambientalistas, mas em cujos projetos não os incorporam com muito rigor.

Para Segawa essas novas demandas ambientais precisam ser incorporadas já no processo de projeto.

Uma análise da cadeia da Construção Civil revela a importância da fase de projeto como fundamental ao desenvolvimento do processo construtivo de um edifício, uma vez que nesta fase é analisado o contexto de implantação, são elaboradas diretrizes

---

<sup>1</sup> Informação fornecida por Vanderley John durante a palestra "Conceitos gerais sobre construção sustentável" realizada no workshop **Construção Sustentável: o futuro pode ser limpo**, no CTE, São Paulo, 30 maio 2006.

e definidos os meios e processos, materiais e sistemas, para responder a determinado programa. Melhado (2005, p.14) entende que

Dentro da busca da qualidade, envolvendo mudanças nas relações entre os diversos agentes, o processo de projeto vem se destacando como elo fundamental da cadeia produtiva. Além de instrumento de decisão sobre as características do produto, influi diretamente nos resultados econômicos dos empreendimentos e interfere na eficiência de seus processos.

Como a articulação dos vários agentes envolvidos na construção de um edifício passa pelo processo de projeto e, diante da necessidade de atendimento por parte do setor da construção civil das novas demandas ambientais, a mudança de referências para fase de projeto torna-se necessária para que se estabeleça uma cultura construtiva voltada ao desenvolvimento sustentável.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas no campo da construção sustentável dentro e fora do país. Grande parte destas pesquisas concentra-se no estudo de materiais e tecnologias alternativas dentro de nichos muito específicos de mercado. Outras estão centradas na reutilização de resíduos industriais na produção de materiais de construção. Nota-se, no entanto, uma carência de foco na fase de projeto como possível gatilho para mudança de forma estratégica do processo produtivo de edifícios e das práticas correntes no mercado.

Em relação à introdução de materiais classificados como alternativos na construção, a aceitação de tais propostas tem se mostrado negativa principalmente junto à população de baixa renda. Um exemplo é a baixa aceitação diagnosticada pelo grupo de pesquisa Habis, aos sistemas construtivos em madeira propostos como habitação de caráter social na Fazenda Pirituba, em Itapeva (informação verbal)<sup>2</sup>. Da mesma maneira, outros sistemas construtivos considerados “alternativos”, ou que

---

<sup>2</sup> Fornecida pela Prof<sup>a</sup> Akemi Ino em sua disciplina “Aplicações da madeira e seus derivados em edificações”, ministrada em 2005 no Programa de Pós-Graduação da EESC-Usp.

fogem das práticas correntes no mercado, só encontram boa receptividade em nichos muito definidos entre os consumidores de habitação. Portanto, atuar diretamente com os tomadores de decisão atuantes no mercado de construção, conferindo ferramentas e instrumentos para melhor desempenho no desenvolvimento do produto projeto, pode ser uma alternativa mais viável para o estabelecimento de uma cultura construtiva com vistas à sustentabilidade.

O cenário destacado por Segawa realça uma situação de possível falta de preparo quanto às questões de sustentabilidade na construção de grande parte dos profissionais de projeto no contexto nacional. Esta constatação não reflete necessariamente a falta de interesse dos profissionais quanto a essas questões, mas uma possível falta de integração entre os diversos agentes envolvidos no setor da construção, inclusive de agentes governamentais na liderança das discussões.

Experiências internacionais para promoção de uma construção mais sustentável são conhecidas. Segundo Nossent, o CSTB elaborou cartilhas de boas práticas na construção civil direcionadas à qualidade e ao bom desempenho energético das edificações, seguindo com uma metodologia de certificação de todas as fases da construção, incluindo a fase de projeto (informação verbal)<sup>3</sup>. Há exemplos como o de Enfield, um dos maiores bairros londrinos, cujo conselho desenvolveu junto a empresas de consultoria, um documento de boas práticas para os profissionais de projeto e de construção atuantes no bairro. Evidentemente são experiências específicas em determinados contextos, mas exemplos de iniciativas e de tentativa

---

<sup>3</sup> Informação concedida por Patrick Nossent em palestra intitulada "Certificações francesas para agentes do setor da construção civil e para empreendimentos" no I° **Workshop Projeto USP / COFECUB – Construção sustentável: avaliação e formas de obtenção**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 8 de dezembro de 2005.

de integração entre os interesses dos vários agentes do setor em favor de um bem comum.

Neste contexto, é proposta a análise da conjuntura do setor da construção civil e das atuais ferramentas e instrumentos correntes, direta ou indiretamente voltados para implementação de práticas mais sustentáveis na fase de projeto, considerada neste trabalho como elo fundamental de toda a cadeia produtiva de edifícios.

O objetivo deste trabalho é sistematizar as informações levantadas, compondo um “estado da arte” das questões ligadas à construção sustentável no Brasil, identificando possíveis gargalos na implementação do conceito de sustentabilidade durante a concepção do projeto e estabelecer possíveis referências para que esta implementação se concretize.

Estas referências estruturam-se a princípio em experiências internacionais, em referências normativas ou relativas à certificação, em referências relativas à produção dos principais materiais de construção utilizados no contexto brasileiro e suas abrangências, e referências de experiências realizadas no Brasil na atualidade.

Para tanto, os objetivos intermediários são:

- Analisar a indústria de materiais de construção no Brasil no que tange a sustentabilidade, analisando a cadeia produtiva dos principais produtos, sendo os impactos gerados no processo produtivo relevantes como dados para a tomada de decisões na fase de projeto;
- Analisar o entendimento do conceito de construção sustentável e sua inserção no contexto brasileiro;

- Levantar os instrumentos legais (normalizações) e mercadológicos (avaliações de desempenho/ certificações) que possam direcionar o setor ao desenvolvimento sustentável;
- Conhecer a estratégia adotada por alguns profissionais da área de projeto para implementação de soluções mais sustentáveis no processo de projeto.

Como este trabalho procura levantar o estado da arte do conceito de sustentabilidade aplicado a construção civil com foco na fase de projeto, a proposta é de uma análise exploratória global. Assim, o método de pesquisa compõe-se de:

1. pesquisa bibliográfica sobre o conceito de sustentabilidade aplicado ao setor da construção civil;
2. entrevistas de caráter exploratório com profissionais de projeto atuantes no setor da construção civil, com envolvimento com as questões de sustentabilidade. Estas entrevistas procuram levantar as estratégias adotadas pelos profissionais, o entendimento do conceito aplicado à construção e os principais gargalos da implementação do conceito na prática do projeto;
3. pesquisa bibliográfica sobre as características da produção dos principais materiais de construção no contexto brasileiro, analisando os avanços tecnológicos bem como os principais impactos causados pela exploração e beneficiamento das matérias primas;

Foram elaborados os seguintes capítulos para desenvolver estas questões:



O Capítulo 1 procura apresentar o conceito de sustentabilidade aplicado à atividade de construção civil da origem do conceito ao entendimento atual, uma vez que o conceito é intrinsecamente abrangente e dinâmico. São resgatados para a formação de um repertório os conceitos de indicadores de sustentabilidade e sua aplicação a métodos de avaliação de desempenho das várias fases do processo construtivo de edifícios. Como componente deste repertório é apresentado também o conceito de eficiência energética nas edificações.

O Capítulo 2 busca levantar algumas experiências internacionais na aplicação do conceito ao setor da construção civil. São apresentadas estratégias para implementação do conceito e os resultados atingidos nestes contextos específicos. Não é o objetivo do capítulo buscar nessas experiências o caminho para o contexto brasileiro, mas levantar de forma crítica referências para análise entre as diferentes realidades dos países desenvolvidos e dos “periféricos”.

O Capítulo 3 apresenta o contexto do setor da construção civil no Brasil, procurando analisar o parque industrial nacional através dos impactos ambientais gerados nas cadeias produtivas dos principais materiais de construção. Esta análise é seguida da apresentação de boas práticas aplicadas a cada cadeia produtiva. Procura também levantar os mecanismos legais e de mercado, disponíveis atualmente no contexto brasileiro, para o incentivo à aplicação de boas práticas de sustentabilidade no processo construtivo. O objetivo do capítulo é gerar informações que alimentem a qualidade do processo de projeto e repertório para os tomadores de decisão.

O Capítulo 4 resgata os princípios de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto dos edifícios e procura analisar as experiências em andamento no contexto

brasileiro. Através do confronto entre os dados levantados através de bibliografia e os dados coletados em campo, procura identificar as principais dificuldades para a implementação do conceito de sustentabilidade na prática projetual e estabelecer algumas referências para a aplicação do conceito ao processo de projeto de edifícios no Brasil.

Analisando o conjunto das investigações realizadas, são posteriormente elaborados o Capítulo 5 onde são feitas as discussões e o Capítulo 6, onde são apresentadas as conclusões finais da dissertação. O Capítulo 7 é composto pelas referências bibliográficas e o Capítulo 8 traz sugestões para o desenvolvimento de futuros trabalhos sobre o tema aqui pesquisado.

## CAPITULO 1

### SISTEMATIZAÇÃO DO CONCEITO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

As questões que envolvem o desenvolvimento de atividades humanas e seu impacto sobre o ambiente têm sido tratadas de forma isolada, embora problemas ambientais estejam muitas vezes relacionados. O tema ambiental vem sendo amplamente abordado desde uma primeira conferência realizada pelas Nações Unidas em Estocolmo no ano de 1972. Desde então, novas discussões foram realizadas nesse âmbito, com o lançamento em 1987 do relatório “Nosso Futuro Comum” (Relatório Brundtland), que trouxe consigo o conceito de desenvolvimento sustentável e uma nova abordagem para o tema do meio ambiente, deslocando as discussões para uma abordagem mais sistêmica. Para Giansanti (1998), o mérito deste relatório foi o diagnóstico de uma crise social e ambiental em escala global e a valorização de princípios como democracia, igualdade social e de um sistema de trocas internacional mais eqüitativo. Além disso, o conceito de desenvolvimento sustentável, em sua verve econômica, refere-se à capacidade das sociedades sustentarem-se de forma autônoma, gerando riquezas e bem-estar a partir de seus próprios recursos e potencialidades, mas resguardando os recursos e o patrimônio natural dos diferentes povos e países (GIANSANTI, 1998).

Em 1992 realizou-se no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, também conhecida como “Cúpula da Terra” ou ECO-92. Como produtos desta conferência foram assinados cinco documentos, entre eles a Agenda 21, aprovada pelos 170 países participantes,

definindo compromisso entre governos e sociedade pelo planejamento estratégico universal para alcançar o desenvolvimento sustentável no século XXI.

As discussões alcançaram o setor da Construção Civil de forma mais direta em 1994 com a primeira conferência centrada na eficiência energética das edificações patrocinada pelo CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*), em Tampa.

O tema alcança periódicos e magazines especializados. Artigo publicado no periódico *The Architectural Review* (2003, p. 36-37) trazia os dados alarmantes que “edifícios consomem metade de toda energia em uso; acrescentam mais à poluição atmosférica que transportes e indústrias combinadas” e acrescentava que

[...] isto teria efeitos profundos na maneira como projetamos. Por exemplo, deveríamos projetar para a reciclagem e com elementos reciclados; deveríamos tentar usar materiais locais para reduzir as emissões por transporte [...]; deveríamos padronizar partes do edifício [...]. As virtudes tradicionais das propriedades térmicas da massa, resposta apropriada à orientação solar e ventilação natural são partes essenciais do bom projeto.

Nos anos seguintes à primeira conferência de 1994, o foco foi ampliado e as discussões tornaram-se gradualmente mais abrangentes, chegando ao conceito atual de Construção Sustentável (CIB 1999), ou edifícios de alto desempenho.

Pode-se dizer, no entanto, que projetos com ênfase na questão da eficiência energética já vinham sendo desenvolvidos desde o início da década de 80 na Europa. O edifício do *Shanghai Bank*, por exemplo, projeto de Norman Foster com obra iniciada em 1983, tinha como partido principal, e maior inovação, o aproveitamento total da luz natural através de mecanismos de projeto. Ao longo dos anos 80 e 90, arquitetos como Norman Foster, Jean Nouvel, Renzo Piano e Nicolas Grinshaw, autores de obras conhecidas como *High Tech* realizaram projetos que, para além da adequação tecnológica, tiravam das questões de eficiência energética

partido para uma arquitetura inovadora. Sobre essa produção Sola Morales (1995) destaca que

[...] a missão que a arquitetura *High Tech* parece haver se proposto é justamente a de responder positivamente, com o otimismo dos profetas, à necessidade de uma renovada relação entre nova tecnologia e nova arquitetura, mas também, em certos casos, recolher as críticas de situacionistas e ecologistas propondo arquiteturas limpas e energeticamente controladas.

Mais que o setor público ou o mundo privado da casa, o espaço privilegiado para a arquitetura *High Tech* foi o das grandes empresas monopolistas, as firmas multinacionais que representam os poderes de fato das sociedades do capitalismo mais desenvolvido (SOLÁ MORALES, 1995). Evidentemente, a imagem das grandes corporações deveria ter refletida na eficiência de recursos energéticos presente em seus edifícios -símbolos a essência de seus processos e atividades.

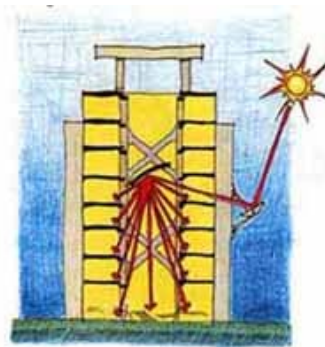


Figura 1: Esquema de Iluminação natural do Shanghai Bank, de Norman Foster  
Fonte: Meiriño in <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arg000/esp227.asp> acessado em 01/03/2007

### **1.1. A evolução do conceito de construção sustentável**

As discussões alcançam o âmbito da construção civil de forma mais direta em 1994 com uma primeira conferência centrada na eficiência energética das edificações patrocinada pelo CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*), realizada em Tampa.

O mesmo organismo produziria em 1998 a “Agenda 21 para Construção Sustentável”, documento que procura orientar os vários agentes do setor da construção civil no sentido da sustentabilidade e traz o conceito de Construção Sustentável: “a criação e gerenciamento responsável de um ambiente construído saudável baseado em princípios ecológicos e de eficiência de recursos” (CIB, 1999). Esta definição traz a compreensão da sustentabilidade como um conceito ainda focado essencialmente na manutenção das condições ambientais atuais, ou seja, o raio de impacto relacionado à atividade de construir edifícios restringiria-se ao caráter ambiental, natural ou não. Esta seria a principal demanda apresentada ao setor. A agenda define também uma série de responsabilidades para os diversos agentes da cadeia da construção, como uma abordagem mais integrada por parte dos projetistas, a consciência da sustentabilidade como fator de competitividade pelos contratantes, o maior cuidado com o ciclo de vida e os impactos gerados na produção de materiais pela indústria, a consciência da sustentabilidade como um dos aspectos do conforto pelos usuários, a liderança em pesquisas e na divulgação de boas práticas pelas autoridades e demandas mais sustentáveis pelos proprietários ou incorporadores.

Embora o conceito apresentado fosse amplo, havia ainda a necessidade de se considerar a realidade presente nos países chamados periféricos, diametralmente oposta à dos países desenvolvidos. Se a busca pela eficiência energética nestes pudesse ser alcançada através de alta tecnologia e investimentos privados, era preciso lembrar que naqueles a sustentabilidade passava por necessidades básicas, como alimentação, educação e moradias para uma população que, por vezes, não tinha acesso ao mínimo de serviços sociais (SCHILLER ET AL, 2003). Assim, em 2002, CIB e UNEP lançam a “Agenda 21 para Construção Sustentável nos Países em Desenvolvimento” (países com PIB per capita menor que US\$ 7000 dólares), com a seguinte definição de construção sustentável (CIB E UNEP-IETC, 2002, P.06): “a condição ou estado que permitiria a existência do *homo sapiens* provido de segurança, saúde e vida produtiva para todas as gerações em harmonia com a natureza e com os valores culturais e espirituais locais”. Portanto, são agregadas à definição outras dimensões, como aspectos sociais, econômicos, culturais e políticos.

Apesar de algumas similaridades entre os desafios propostos pelas duas Agendas, há diferenças significativas nas prioridades, nos níveis de potencialidades, na capacidade da indústria de construção e atuação governamental e na abordagem que deve ser seguida nos países em desenvolvimento. De maneira geral, a Agenda 21 para Construção Sustentável nos países em desenvolvimento procura definir estratégias para ação que garantam que a contribuição do Setor da Construção ao desenvolvimento destes países apóie ou respeite os princípios da sustentabilidade. Busca, portanto oferecer aos agentes envolvidos na cadeia produtiva da construção soluções que dêem suporte às decisões voltadas ao desenvolvimento sustentável, ou seja, um processo contínuo de manutenção de um balanço dinâmico entre as

necessidades e demandas das pessoas por equidade, prosperidade e qualidade de vida e o que é mais ecologicamente possível (CIB E UNEP-IETC, 2002).

Nessa mesma perspectiva, uma definição de construção sustentável trazida por Gibberd (2004) diz que “a edificação e construção sustentáveis buscam maximizar os efeitos sociais e econômicos benéficos enquanto minimizam os impactos ambientais negativos”.

Como o conceito de desenvolvimento sustentável, a construção sustentável também tem um caráter pluridimensional, ou seja, não se restringe apenas a questões ambientais, que geralmente são mais discutidas. Além da dimensão ambiental, da social e econômica, ganham força pela Agenda 21 para os Países em Desenvolvimento as dimensões cultural e política.

Silva e Shimbo (2004 apud Yuba, 2005) sintetizam, portanto, como principais dimensões da sustentabilidade a ambiental, a social, a econômica, a política e a cultural. Estas dimensões são indissociáveis quando se trata de avaliar o caráter sustentável ou não de alguma atividade. Ações no ambiente têm efeitos econômicos, que por sua vez podem gerar efeitos sociais e políticos e ter reflexos culturais, por exemplo. O quadro 1 destaca os princípios gerais da sustentabilidade relacionados às cinco dimensões citadas.



<b>Aspectos</b>	<b>Princípios e estratégias gerais de sustentabilidade</b>
<b>ambiental</b>	Manutenção da integridade ecológica por meio da prevenção das várias formas de poluição, da prudência na utilização dos recursos naturais, da preservação da diversidade da vida e do respeito à capacidade de carga dos ecossistemas.
<b>social</b>	Viabilização de uma maior equidade de riquezas e de oportunidades, combatendo-se as práticas de exclusão, discriminação e reprodução da pobreza e respeitando-se a diversidade em todas as suas formas de expressão.
<b>econômico</b>	Realização do potencial econômico que contemple prioritariamente a distribuição de riqueza e renda associada a uma redução das externalidades sócio-ambientais, buscando-se resultados macro-sociais positivos.
<b>político</b>	Criação de mecanismos que incrementem a participação da sociedade nas tomadas de decisões, reconhecendo e respeitando os direitos de todos, superando as práticas e políticas de exclusão e que promovam o desenvolvimento da cidadania ativa.
<b>cultural</b>	Promoção da diversidade e identidade cultural em todas as suas formas de expressão e representação, especialmente daquelas que identifiquem as raízes endógenas, propiciando também a conservação do patrimônio urbanístico, paisagístico e ambiental, que referenciem a história e a memória das comunidades.

Quadro 1. Princípios e estratégias gerais de sustentabilidade

Fonte: Silva e Shimbo apud Yuba (2005, p.18)

## 1.2. Princípios da construção sustentável

A amplitude do conceito de Construção Sustentável exige que alguns princípios sejam definidos claramente a fim de nortear as decisões a serem tomadas durante o processo de projeto e para que se possa distinguir o valor real entre diferentes posturas projetuais para além de rótulos. Vale lembrar que a idéia de

sustentabilidade não é estática, mas dinâmica, ou seja, descobertas e inovações de processos podem trazer novas questões à discussão e assim mudar estratégias e princípios.

Yuba (2005) relaciona uma série de princípios de sustentabilidade para toda a cadeia de produção da construção em suas diversas dimensões. A questão ambiental possui objetivos bem desenvolvidos e delineados, centrando-se principalmente na busca pela redução da geração de poluição desde a extração das matérias-primas até o processo construtivo dos edifícios. Outro ponto importante é a redução da geração de resíduos durante a construção, através da melhora de qualidade do processo construtivo utilizando-se sistemas e tecnologias mais limpas e sem desperdício. Neste aspecto, uma alternativa para os países em desenvolvimento, seria o resgate e desenvolvimento de técnicas vernaculares de menor impacto ambiental. Os princípios ambientais são relacionados a seguir no Quadro 2:

<i>Princípio / desafio / ação e estratégias da dimensão ambiental da construção sustentável</i>
<p>Reduzir o uso de recursos em todo o ciclo de vida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir a produção de resíduos;</li> <li>• Promover a eficiência energética na produção e nas edificações;</li> <li>• Reduzir o consumo de água;</li> <li>• Reduzir a exploração de minérios;</li> <li>• Aumentar a durabilidade;</li> <li>• Aumentar o cuidado com a manutenção.</li> </ul>
<p>Reduzir a liberação de emissões ambientalmente perigosas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir a emissão de gases tóxicos que contribuem para o efeito estufa;</li> <li>• Reduzir a emissão de efluentes.</li> </ul>

<p>Promover o funcionamento saudável dos ecossistemas, em escala local, regional e global:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver pesquisas sobre os impactos ao meio ambiente causados por materiais e acabamentos;</li> <li>• Desenvolver estratégias para lidar com materiais perigosos.</li> </ul>
<p>Vencer a barreira de inércia tecnológica dos países em desenvolvimento;</p> <p>Vencer a dependência tecnológica em relação aos países desenvolvidos;</p> <p>Vencer a falta de políticas de suporte às tecnologias nacionais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovar os materiais e métodos de construção.</li> </ul>
<p>Melhorar a qualidade do processo de construção e seus produtos.</p>
<p>Adotar o conceito de sistema regenerativo (Lyle).</p>
<p>Incentivar o desenvolvimento e a difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis.</p>

Quadro2. Princípios ambientais da construção sustentável

Fonte: Yuba (2005)

Com relação à dimensão social da construção sustentável, além das questões diretamente relacionadas à interação dos trabalhadores com o processo de trabalho (direitos trabalhistas, encargos, etc.), enfatiza-se o acesso universal e a flexibilidade da edificação a possíveis mudanças de uso no futuro.

As questões trabalhistas são de especial importância nos países em desenvolvimento, onde impera a informalidade no setor da construção civil. No contexto brasileiro, por exemplo, onde o setor tem um peso fundamental no PIB nacional (13% aproximadamente) e acumula 15% dos empregos, são comuns situações de sonegação fiscal, problemas de ordem trabalhista e não conformidades intencionais (informação verbal)<sup>4</sup>. Por tal representatividade do setor na economia nacional, numa perspectiva de sustentabilidade, demanda-se sua contribuição para

<sup>4</sup> Informação fornecida por Vanderley John durante a palestra "Conceitos gerais sobre construção sustentável" realizada no workshop **Construção Sustentável: o futuro pode ser limpo**, no CTE, São Paulo, 30 maio 2006.

a redução da pobreza, de desigualdades e discriminação dentro da população envolvida na cadeia produtiva. É, portanto esperado das empresas que compõem os *Construbusiness* ações de responsabilidade social que tenham impacto nos envolvidos na atividade, na comunidade local e tenham reflexos, mesmo que mínimos, na comunidade global. Os princípios que contribuem para a dimensão social da construção sustentável estão relacionados no Quadro 3:

Princípio/ desafio / ação e estratégias da dimensão social da construção sustentável
<p>Promover ambiente de trabalho saudável e seguro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver pesquisas sobre impactos à saúde por materiais de construção e de acabamento;</li> <li>• Desenvolver pesquisa de impactos causados pelas atividades de obra;</li> <li>• Apoiar e respeitar a proteção de direitos humanos reconhecidos internacionalmente;</li> <li>• Assegurar sua não participação em violações dos direitos humanos;</li> <li>• Apoiar a eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório;</li> <li>• Apoiar a erradicação efetiva do trabalho infantil;</li> <li>• Apoiar a igualdade de remuneração e a eliminação da discriminação no emprego.</li> </ul>
<p>Atendimento às necessidades dos usuários no futuro:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover flexibilidade e adaptabilidade</li> </ul>
<p>Capacitar e encorajar a consciência e o aprendizado contínuo dentro e fora das organizações do setor privado para implementar ações mais sustentáveis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar campanhas de informação sobre uso de produtos mais sustentáveis;</li> <li>• Desenvolver treinamento;</li> <li>• Desenvolver parcerias com instituições de pesquisa e educação;</li> <li>• Apoiar programas de capacitação.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover habitação saudável e segura: Considerar a acessibilidade universal.</li> </ul>

Quadro3. Princípios sociais da construção sustentável

Fonte: Yuba (2005)

A perspectiva econômica da sustentabilidade na construção traz, além dos princípios listados no Quadro 4 a seguir, a preocupação com a perda de autonomia produtiva das realidades locais em favor das grandes economias. Neste sentido pode-se citar a “desnacionalização” de setores produtivos nacionais com a abertura ao capital estrangeiro, transferindo-se os centros de decisão e as iniciativas de inovação tecnológica para fora do país (LEROY et al apud YUBA, 2005).

Neste caso, o setor da construção civil pode desempenhar um papel importante no incentivo à economia local, fortificando e diversificando- a.

Gibbert (2004) aponta os possíveis resultados positivos do setor regionalmente: redução de custos de transporte e conseqüente redução da poluição e o reforço das relações entre as pessoas e o lugar em que vivem, mitigando as migrações e altas concentrações nos grandes centros. Neste sentido, podem ser incentivados os pequenos empreendimentos individuais e coletivos, viabilizando novos negócios que gerem empregos ou ocupações produtivas, aumentando a autonomia do lugar (SEBRAE apud YUBA, 2005). Os princípios gerais da dimensão econômica da construção sustentável são destacados no Quadro 4:

Princípios/ desafio / ação e estratégias da dimensão econômica da construção sustentável
Capitalizar sobre os benefícios da sustentabilidade para aumentar os lucros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar serviços diferenciados.</li> </ul>
Considerar a consciência ambiental como um fator de competitividade: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudar o design, composição e embalagem dos produtos para oferecer benefícios ambientais e criar produtos totalmente novos para repor os antigos;</li> <li>• Mudar os materiais usados na indústria para reduzir o uso de substâncias tóxicas que podem ser usados somente no processamento e que podem permanecer nos produtos;</li> <li>• Fazer melhoramentos em todos os processos, tecnologias, operações e procedimentos para</li> </ul>

reduzir e eliminar a geração de todos os resíduos na sua fonte; outros setores também devem mudar, incluindo a produção de energia, agricultura e transporte.
Mobilizar recursos para apoiar pesquisas, mudanças tecnológicas e estudos de adequação para a produção e comercialização de novos materiais e tecnologias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conciliar recursos públicos com recursos privados e setor acadêmico para promover iniciativas;</li> <li>• Realizar parcerias para pesquisa entre países para reduzir custos e tempo.</li> </ul>
Avaliar riscos e benefícios da mudança para práticas mais sustentáveis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar procedimentos de contabilidade de todos os custos no desenvolvimento das edificações e bens construídos (custos diretos iniciais, custos sociais e ambientais diretos e indiretos).</li> </ul>
Encorajar e apoiar a implementação de práticas mais sustentáveis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Criar demanda por materiais e serviços ambiental e socialmente mais responsáveis.</li> <li>• Combater a corrupção</li> </ul>
Promover habitação com custos acessíveis

Quadro4. Princípios econômicos da construção sustentável

Fonte: Yuba (2005)

Na esfera política da sustentabilidade na construção, Yuba (2005) cita como principal gargalo a falta de integração entre os diversos agentes, que não se identificam como partes de um mesmo setor. Assim, para Bakens (2003 apud Yuba 2005)

A representação deficiente dos interesses de alguns agentes tomadores de decisão (governos locais, construtores, usuários e órgãos de legislação) prejudica a operacionalização da pluridimensionalidade, provocando o desequilíbrio de importância entre as dimensões. E os restantes planejadores urbanos, arquitetos, engenheiros, incorporadores, fornecedores e produtores, apesar de bem representados, raramente se mostram abertos à cooperação para o objetivo comum da sustentabilidade.

Além da falta de integração entre os agentes, a realidade de urgência em questões sociais nos países em desenvolvimento, acaba por gerar medidas de contingência por parte dos órgãos governamentais, “que tendem a adotar uma abordagem de

gerenciamento da crise para o desenvolvimento, considerando pouco os impactos em longo prazo de suas ações no ambiente e na sociedade” (CIB e UNEP-IETC, 2002, p.21).

São apresentadas no Quadro 5 as posturas que formam a dimensão política da sustentabilidade na construção.

Princípios/ desafio / ação e estratégias da dimensão política da construção sustentável
<p>Organizar as partes interessadas para conquistar a possibilidade de participar ativamente das decisões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assumir uma definição e terminologia chave clara e consensual do setor que inclua todos os agentes e que os faça sentirem-se parte dessa cadeia, com responsabilidade de se unirem;</li> <li>• Representar equilibradamente todos os tomadores de decisão nos debates internacionais sobre o setor;</li> <li>• Unir esforços de cooperação dentro do próprio setor para a busca de recursos para lidar com as questões decisivas e para a criação de estratégias para atender aos requisitos de sustentabilidade.</li> </ul>
<p>Mudar os valores organizacionais da empresa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoiar a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva.</li> </ul>
<p>Constituir parcerias e cooperação para desenvolvimento e implementação de ações para construção sustentável:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cooperar na implementação das ações de pesquisa e desenvolvimento;</li> <li>• Constituir parcerias com instituições de pesquisa.</li> </ul>
<p>Demandar sustentabilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer critérios de sustentabilidade para aquisição de produtos também nas grandes empresas e governo.</li> </ul>
<p>Monitorar e avaliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolver e adotar relatório de responsabilidade social corporativa;</li> <li>• Participar de processos de certificação;</li> <li>• Coletar informação para monitoramento e avaliação.</li> </ul>
<p>Criar direcionadores para a maior sustentabilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encorajar o desenvolvimento de comunidades altamente estruturadas, internamente relacionadas e mutuamente apoiadas.</li> </ul>

Adotar uma abordagem preventiva para os desafios ambientais.
Desenvolver iniciativas para promover a maior responsabilidade ambiental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Questionar e mudar os padrões de consumo;</li> <li>• Questionar e mudar os próprios impactos;</li> <li>• Usar novas tecnologias e processos em suas próprias atividades.</li> </ul>

Quadro5. Princípios políticos da construção sustentável

Fonte: Yuba (2005)

A dimensão cultural da sustentabilidade na construção aponta para a valorização dos costumes locais, com a recuperação de materiais e técnicas nativas e seu necessário aprimoramento. Os princípios culturais são relacionados no Quadro 6.

Princípios/ desafio / ação e estratégias da dimensão cultural da construção sustentável
Reavaliar o tradicional: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resgatar a capacidade de trabalho em mutirão;</li> <li>• Adequar materiais e técnicas tradicionais ao contexto contemporâneo.</li> </ul>
Superar a resistência a materiais e técnicas nativos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilizar econômica e tecnologicamente as técnicas tradicionais para recuperar a confiança dos usuários.</li> </ul>
Recuperar valores éticos para o planejamento da construção e assentamento.
Combinar o tradicional e o moderno.
Internalizar a sustentabilidade: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abandonar a idéia de que a sustentabilidade é apenas uma “variável positiva a mais” nos empreendimentos;</li> <li>• Aumentar a percepção dos usuários para as questões de sustentabilidade.</li> </ul>

Quadro 6. Princípios culturais da construção sustentável

Fonte: Yuba (2005)



### **1.3. Desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade para a construção**

Segundo Gallopin (1997, p.15) os indicadores ideais são aqueles que “sumarizam ou simplificam informações relevantes, tornam visíveis ou perceptíveis fenômenos de interesse e quantificam, medem e comunicam informações relevantes”. São, portanto variáveis cujas funções principais são: avaliar condições e tendências; comparação entre lugares e situações; avaliar condições e tendências em relação a determinados alvos ou objetivos; gerar informação de “riscos” antecipadamente; antecipar condições e tendências futuras.

Para serem considerados indicadores ideais, estes devem responder adequadamente aos seguintes requisitos:

- os valores dos indicadores devem ser mensuráveis (ou pelo menos claramente observáveis);
- dados devem ser já disponíveis ou passíveis de se obter;
- a metodologia para o levantamento dos dados, processamento e construção dos indicadores deve ser claro, transparente e padronizado;
- meios para construir e monitorar os indicadores deveriam ser financeiramente eficazes;
- aceitação política nos níveis apropriados (local, nacional e internacional) deve ser promovida (indicadores que não são aceitos por tomadores de decisão são incapazes de influenciar decisões);

- participação e suporte do público no uso de indicadores é altamente desejável, como um elemento dos requisitos gerais da participação da sociedade na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Como se pode ver, os indicadores, e principalmente no caso de indicadores de sustentabilidade, devem ter longo alcance, desde o político atuante em nível nacional, cujas decisões afetam amplamente o desenvolvimento, a produção e os padrões de consumo em grande escala, até o indivíduo que deseja apenas avaliar a sustentabilidade das rotinas no lar.

Segundo Yuba (2005, p.130), a “introdução de indicadores nas avaliações de sustentabilidade agregou simplificação na percepção do conceito” e acrescenta que a elaboração de indicadores “pode ajudar a compreender as várias dimensões do desenvolvimento sustentável e as complexas interações entre as dimensões”.

Vale lembrar que no processo de avaliação de sustentabilidade de alguma atividade, não há medidas absolutas que possam ser aplicadas. Assim, a dificuldade de obtenção de dados, a necessidade de prever resultados antecipadamente, a escala e complexidade da análise dos casos e a importância dos impactos indiretos são razões relatadas para o desenvolvimento de indicadores.

Na tentativa de se considerar todas as dimensões definidas no conceito de sustentabilidade, têm sido sugeridas o uso de indicadores agregados, ou seja, formados a partir de uma agregação (usualmente uma soma ponderada) de vários indicadores individuais ou agregados.

Alguns critérios importantes a serem considerados na escolha de indicadores agregados para avaliação de impactos são relacionados por Simões et al (2002):

- Vetores de sustentabilidade considerados: quanto à capacidade de incluir todas as dimensões da sustentabilidade;
- Horizonte temporal;
- Estoques / fluxos (outputs/ inputs);
- Categorias de impacto ambiental consideradas;
- Transparência e reprodutibilidade;
- Comunicação de incerteza: relativo a erros associados na avaliação dos dados;
- Aceitação pelos diversos *stakeholders*: relativo à compreensão pelo público em geral e tomadores de decisão;
- Critérios de interpretação;
- Custos: relativo aos investimentos necessários para obtenção dos dados;
- Métodos de cálculo.

Os principais propósitos dos indicadores de sustentabilidade para a Construção Civil são definidos por Häkkinen et al (2001):

- definir os critérios de sustentabilidade precisamente;
- medir o desempenho da indústria da construção e do ambiente construído;
- permitir aos “tomadores de decisão” avaliar estratégias economicamente viáveis e tecnicamente exeqüíveis para melhorar a qualidade de vida;

- permitir aos agentes no processo de construção e desenvolvimento o uso de ferramentas e guias baseados em indicadores para melhorar as práticas e a qualidade da construção.

Os indicadores de sustentabilidade da construção civil visam atender principalmente aos órgãos públicos (habitação, edificações, tráfego, ambiente), proprietários, administradores, usuários de edificações, empreiteiras, planejadores, construtores, projetistas e produtores de materiais (HÁKKINEN, 2001).

#### **1.4. Avaliação do ciclo de vida na construção civil**

Os indicadores de sustentabilidade podem integrar ou alimentar sistemas de avaliação de sustentabilidade ambiental. Ainda são poucos ou pouco efetivos os sistemas que, além da dimensão ambiental, procuram avaliar a pluridimensionalidade do conceito (SIMÕES ET AL, 2002).

Existem metodologias de avaliação que geram uma certificação, ou “selo verde”, sendo utilizadas internacionalmente como, na área de energia, o selo norte-americano LEED (*Leadership in Energy & Environmental Design*), que utilizando o processo de pontuação, através de um extenso questionário, atesta se o projeto é sustentável classificando-o em categorias como prata, ouro ou platina. Outra metodologia é o selo francês HQE (*Haute Qualite Environmentale*), que desenvolve a avaliação das intenções do empreendedor, da qualidade do projeto arquitetônico e

complementares, do processo de construção e seu posterior uso. As análises são feitas durante todas as fases do processo, desde a concepção até o uso do edifício. No Brasil ainda não há nenhum sistema de avaliação específico para a sustentabilidade em edifícios. No entanto algumas experiências junto a universidades vêm sendo desenvolvidas.

O método LCA (*Life Cycle Assessment*), ou Análise do Ciclo de Vida, é aceito internacionalmente para quantificar o total de efeitos ambientais associados aos produtos, desde a extração de matérias-primas até a manufatura e transportes, instalação, uso e manutenção em um edifício, sua disposição final ou reuso. Trata-se de uma abordagem de gerenciamento para reduzir os impactos gerados de um produto ou atividade com foco no meio ambiente e na saúde humana.

Segundo Yuba (2005), o foco da metodologia LCA era o consumo de energia. O avanço das discussões quanto aos impactos ambientais de atividades humanas trouxeram questões como a deposição de resíduos sólidos, consumo de recursos e emissões potenciais na forma de resíduos. Yuba (2005, p.122) acrescenta que “mais recentemente a ênfase é a utilização do LCA para prevenir a poluição, proativamente”.

Os estágios do ciclo de vida analisados são (HENN e FAVA apud YUBA, 2005):

- Extração de matéria-prima e conversão;
- Processamento (fabricação, montagem e acabamento);
- Operação (instalação, consumo de recursos, manutenção e reparos);
- Pós-uso (deposição, reciclagem e reuso).

Segundo a UNEP (2001), os benefícios da abordagem do ciclo de vida são:

- Para indústrias: ambientais, de saúde e segurança, tecnológicos e de gerenciamento, melhoria da imagem da empresa;
- Para os governos: benefícios ambientais à sociedade e exemplo de uso e disseminação da responsabilidade global no apoio a iniciativas de implementação de análises de ciclo de vida;
- Para os consumidores: informação para orientar o consumo de produtos e dar a oportunidade para o seu envolvimento em estratégias conjuntamente com as empresas e outros interessados, para aumentar a sustentabilidade.

No caso específico para os países ainda em desenvolvimento, Kohler e Moffatt (2003 apud Yuba, 2005), defendem o uso do método LCA segundo as seguintes prioridades:

- Utilizar o LCA como ferramenta para definir as prioridades na legislação;
- Auxiliar na determinação de taxas e impostos;
- Gerenciar a velocidade das mudanças (o LCA valoriza tipos de construção e tecnologias resistentes e duradouras, reduzindo perdas culturais irreversíveis);
- Reduzir impactos associados com o desperdício de material incorporado no ambiente construído.
- Definir metas nas áreas mais receptivas para as iniciativas regionais e nacionais e apoiar melhoramentos na inovação nas indústrias e na proteção ambiental;
- Enfatizar os problemas gerados pela introdução de substâncias tóxicas.

Além disso, Silva, V; Silva, M; Agopian (2003) propõem o desenvolvimento de um sistema de avaliação ambiental para o contexto brasileiro baseado no LCA, pois “apesar de demandar muito trabalho, seria o mais adequado para estimular o desenvolvimento de uma base de dados”. No entanto, para o desenvolvimento de um sistema de avaliação para o Brasil alguns requisitos devem ser considerados na ponderação e que marcam a diferença entre o contexto dos países periféricos aos centrais (SILVA, V; SILVA, M; AGOPYAN, 2003):

- a emissão de gás carbônico durante o uso da edificação é menos importante no Brasil porque essa questão é devida aos sistemas de aquecimento e com matriz de energia à base de combustíveis fósseis dos países de clima frio;
- medidas de incentivo parecem ser mais adequadas nas fases iniciais da construção para posteriormente converterem-se em critérios de desempenho;
- pela falta de referências de desempenho e dados ambientais, o grau de detalhamento da avaliação nacional seria menor do que em métodos como o LEED;
- a importância da inclusão de um plano de manutenção ou de um manual para o usuário na avaliação, num contexto em que a responsabilidade técnica é limitada ao processo de projeto ou ao final da construção.

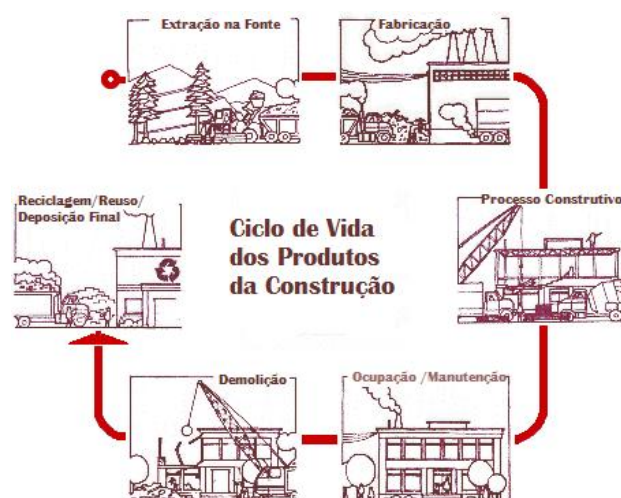


Figura 2: Esquema do Ciclo de Vida

Fonte: ATHENA INSTITUTE in <http://www.athenasmi.ca/about/lcaModel.html> em 18/05/06

Algumas considerações, no entanto, são necessárias com relação ao método LCA. A estrita orientação ambiental do método, por exemplo, é uma característica da agenda para a sustentabilidade dos países desenvolvidos. Questões sociais e de distribuição de riquezas já estão resolvidas em tais países, onde a industrialização precedente impactou consideravelmente os estoques ambientais.

Além disso, o aperfeiçoamento do nível das regulamentações e de democratização da tomada de decisões orientadas à produção, manutenção e renovação do ambiente construído urbano nos países desenvolvidos é consideravelmente diferente dos países periféricos.

Para Silva, Silva e Agopyan (2003) o Brasil

[...] tem um longo caminho a percorrer nestes dois aspectos, e as necessidades de redução de desigualdade social e econômica juntam-se à necessidade fundamental de equilíbrio entre o custo e o benefício ambiental envolvidos nas ações para o desenvolvimento da nação. Torna-se claro, portanto, que a nossa agenda para a sustentabilidade deve necessariamente contemplar as várias dimensões da sustentabilidade e que qualquer iniciativa neste sentido, entre elas a avaliação de edifícios, deve alinhar-se a esta premissa.

A pesquisa por sistemas de avaliação mais efetivos tem partido dos métodos considerados “*market-friendly*”, ou seja, desenvolvidos para serem facilmente absorvidos por projetistas ou gerar reconhecimento do mercado através de uma estrutura básica de *checklists*, para métodos mais complexos baseados em critérios de desempenho. Isto porque, simplesmente desenvolver o projeto de um edifício tendo-se uma lista de estratégias ou a indicação de uma série de equipamentos voltados para o melhor desempenho ambiental do produto não garante que este desempenho seja realmente atingido. Silva, Silva e Agopyan (2003) ressaltam que



O problema é que, apesar de ser mais “*market-friendly*” e de poder ser facilmente incorporada como ferramenta de projeto, o fato de um edifício atender completamente à lista de verificação não necessariamente garante o melhor desempenho global, ou em outras palavras: os *checklists* embutem o risco de favorecer a qualificação de edifícios que contenham equipamentos em detrimento de seu desempenho ambiental global.

Para se migrar de critérios prescritivos (*checklists*) para critérios de desempenho é necessário o acúmulo de dados para construção de desempenhos de referência, ou *benchmarks*. A prática do *benchmarking* traz a idéia do levantamento das melhores práticas em determinadas áreas ou tipos de construção em determinados contextos.

A iniciativa do *Green Building Challenge* (GBC), consórcio internacional reunido com o objetivo de desenvolver um método para avaliar o desempenho ambiental dos edifícios, procura criar um protocolo de avaliação com uma base comum, mas capaz de respeitar diversidades técnicas e regionais (COLE; LARSSON apud SILVA, V; SILVA, M; AGOPYAN, 2003). O diferencial do GBC dos outros sistemas de avaliação é a busca pela reflexão das diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país. Para alimentar o banco de dados referentes às particularidades locais, o GBC estabelece desempenhos de referência (*benchmarks*) e equipes de avaliação devem indicar a melhor ponderação entre as categorias de impacto em cada caso (SILVA, V; SILVA, M; AGOPYAN, 2003).

O Brasil integra o projeto GBC através do Programa Nacional de Avaliação de Impactos Ambientais de Edifícios (BRAiE), coordenado pela UNICAMP, procurando desenvolver uma rede nacional de pesquisa, cuja fase inicial procurou (SILVA, V; SILVA, M; AGOPYAN, 2003):

- acumular experiência nacional na coleta e tratamento das informações ambientais necessárias para sustentar a avaliação de edifícios;
- identificar itens da agenda ambiental regional/ local que deverão sobrepor-se ao corpo genérico de parâmetros de avaliação, em coerência com os princípios do projeto GBC;
- estimar o impacto ambiental dos edifícios comerciais obtidos das práticas de construção vigentes em diferentes partes do Brasil, iniciando pela região de Campinas/São Paulo. Esta fase possibilitaria a definição de um desempenho de referência regional/ nacional (*benchmark*) para o estabelecimento de metas compatíveis com a realidade brasileira e a identificação de possibilidades mais efetivas para intervenções no caso brasileiro além da orientação de pesquisas dirigidas para outras tipologias de edificações.

Um dos objetivos principais da pesquisa, além do estabelecimento de uma metodologia de avaliação ambiental própria para o contexto brasileiro, é o desenvolvimento de uma ferramenta de projeto que forneça subsídios para a tomada de decisões já nas fases iniciais do processo projetual. Silva, Silva e Agopyan (2003) entendem que “o delineamento da metodologia de avaliação adaptada às práticas de projeto e construção brasileiros permitirá identificar e extrair as informações de maior relevância para alimentar o desenvolvimento de uma ferramenta de projeto adequada ao caso nacional.” Diante desta premissa, são estabelecidas uma série de princípios para a implementação da avaliação de edifícios sob o enfoque da construção sustentável pertinentes ao contexto brasileiro:

1. realizar o salto da avaliação ambiental para a avaliação de sustentabilidade de edifícios, integrando à agenda verde (bem-estar dos ecossistemas) a agenda marrom (bem-estar humano).
2. definir os requisitos a serem avaliados de forma a refletir as prioridades da Agenda 21 nacional e setorial (construção civil).
3. minimizar a subjetividade aproximando-se do conceito de LCA
4. estrutura evolutiva no formato de pontuação, estabelecendo-se pré-requisitos que podem ser complementados por créditos ambientais e bônus. Assim, conforme a mudança gradual da cultura construtiva, bônus podem tornar-se créditos e estes podem tornar-se pré-requisitos na avaliação.
5. Migrar dos critérios orientados a dispositivos a critérios orientados ao desempenho. Para tanto, é necessário o acúmulo de dados para geração de *benchmarks*, cujo processo torna-se difícil no Brasil pela falta de normas nacionais sobre eficiência energética e desempenho global dos edifícios, pela desatualização das normas existentes e pela falta de perfis ambientais de edifícios, materiais e produtos da construção.
6. estabelecer um critério para ponderação.

## 1.5. Eficiência Energética nas edificações

Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (1997)

A eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é energeticamente mais eficiente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

A principal causa de problemas ambientais decorrentes do uso de energia, segundo Goldemberg (1998),

[...] é o uso de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) seja na produção de eletricidade, no setor de transportes ou na indústria. A produção de hidroeletricidade e a energia nuclear criam alguns problemas especiais. O uso de lenha nos países em desenvolvimento também é uma fonte importante de poluição.

Esses dados podem ser conferidos nas Tabelas 1 e 2 a seguir:

**Tabela 1: Estimativa das emissões de CO nos países em desenvolvimento**

<b>Fonte</b>	<b>Quantidade (10<sup>1</sup> toneladas/ano)</b>
Queima de combustível fóssil	190
Queima de madeira para cocção	20
Desmatamento, queima de savana, oxidação do metano	460
Total	670

Fonte: M.K.Tolba et al , Chapman and Hall apud Goldemberg, 1998

**Tabela 2: Produção de Madeira em 1989 (milhões de metros cúbicos)**

	Países industrializados	Países menos desenvolvidos	Total mundial
lenha	268	1538	1786
madeira industrial	1274	403	1677
total	1542	1941	3463

Fonte: M.K.Tolba et al , Chapman and Hall apud Goldemberg, 1998

O Gráfico 1 a seguir demonstra a relação entre as várias regiões do planeta na emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, decorrente de diversas atividades:

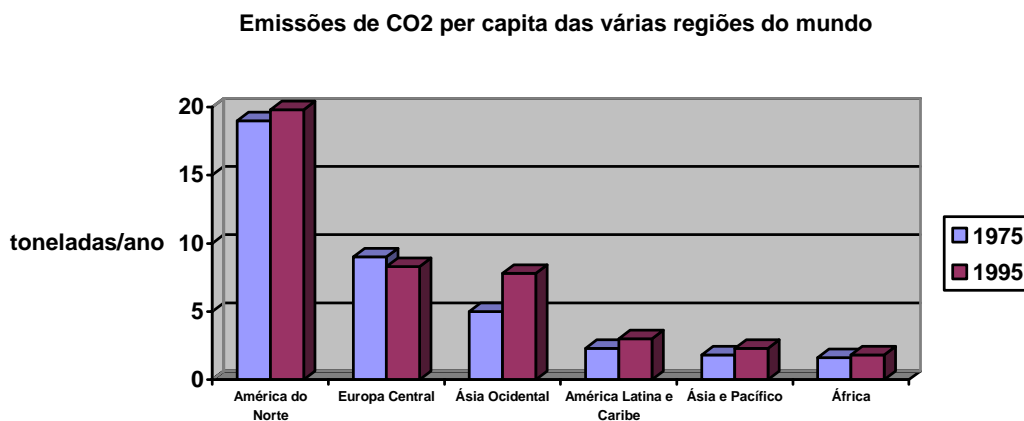


Gráfico 1: Emissões de CO<sub>2</sub> per capita das várias regiões do mundo

Fonte: Goldemberg, 1998

Para Goldemberg, tentar resolver o problema com a remoção da causa pode ser muito difícil, uma vez que os combustíveis fósseis respondem por mais de 80% do

consumo atual de energia mundial. No entanto deve-se considerar a existência de fontes renováveis de energia que podem substituir em boa parte os combustíveis fósseis. A abordagem ao problema deve ser feita com o uso mais eficiente da energia sempre que possível, reduzindo os problemas ambientais e prolongando a vida das fontes de combustível fóssil, cujas reservas são finitas. Além disso, “aumentar a eficiência energética, ou conservação de energia, justifica-se por outras razões além da proteção ambiental, pois ela é em geral vantajosa em termos de retorno de investimento” (GOLDEMBERG, 1998).

As possibilidades para aumentar a eficiência energética da utilização das fontes primárias de energia podem acontecer nos seguintes níveis apresentados no Gráfico 2 (Goldemberg, 1998):

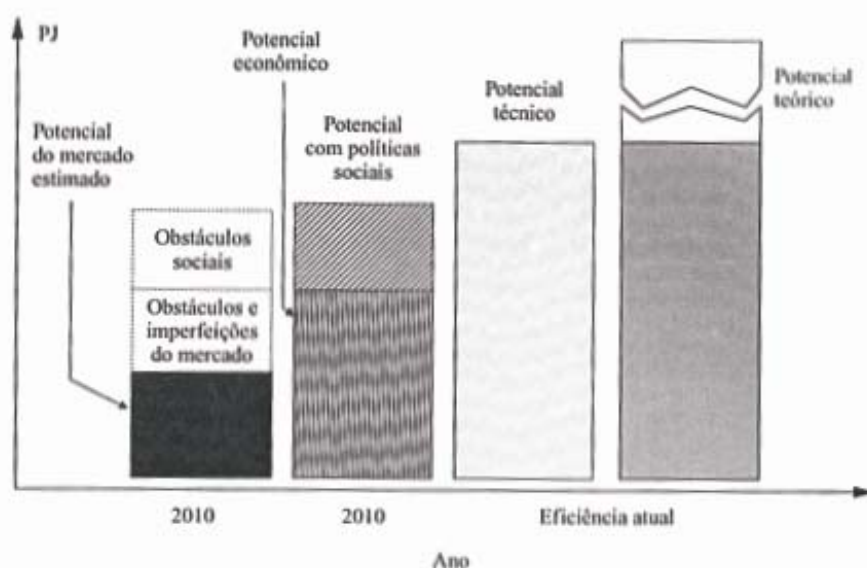


Gráfico 2: Potenciais de eficiência energética

Fonte: Goldenberg, 1998

- Potencial teórico: o limite que se pode atingir com base em considerações termodinâmicas, onde os serviços decorrentes do uso de energia (como ar condicionado e produção de aço) não são reduzidos, mas a demanda por energia e as perdas são minimizadas por meio do processo de substituição, reutilização de materiais, calor e perdas;
- Potencial técnico: representa economias de energia que resultam do uso de tecnologias mais eficientes do ponto de vista energético, as quais são comercialmente disponíveis, sem levar em conta considerações econômicas;
- Potencial de mercado: reflete os obstáculos e imperfeições de mercado que fazem com que o potencial técnico seja atingido;
- Potencial econômico: representa as economias de energia que seriam obtidas se todas as adaptações e substituições fossem feitas utilizando as tecnologias mais eficientes e que fazem sentido econômico com os preços de energia do mercado. O potencial econômico implica um mercado que funcione bem com competição entre novos investimentos no suprimento e demanda de energia e no qual as informações necessárias para a tomada de decisões estejam disponíveis;
- Potencial social: representa economias de energia nas quais “externalidades” são levadas em conta, tais como os custos dos danos causados ou evitados na saúde, poluição do ar e outros impactos ecológicos.

Devido ao grande aumento do preço do petróleo na década de 70 e ao medo da dependência exagerada desse combustível, um grande progresso tem sido obtido utilizando-se métodos técnicos de aumento de eficiência energética em muitas áreas da indústria e do setor de transporte, bem como na produção de eletricidade nos países industrializados.

Quanto ao setor de construção, sabe-se que, além das indústrias de extração e produção de materiais, as casas e edifícios (residenciais e comerciais) consomem uma boa quantidade de energia não só enquanto estão sendo construídos, mas durante a sua utilização, para o funcionamento de equipamentos de aquecimento, refrigeração, iluminação e utensílios.

Gastos de energia com aquecimento do ambiente e da água podem ser menores nos países em desenvolvimento, embora muitas vezes esse gasto seja compensado com sistemas de refrigeração. Esta relação entre os diversos consumos no setor comercial e residencial no Brasil é mostrada no Gráfico 3:

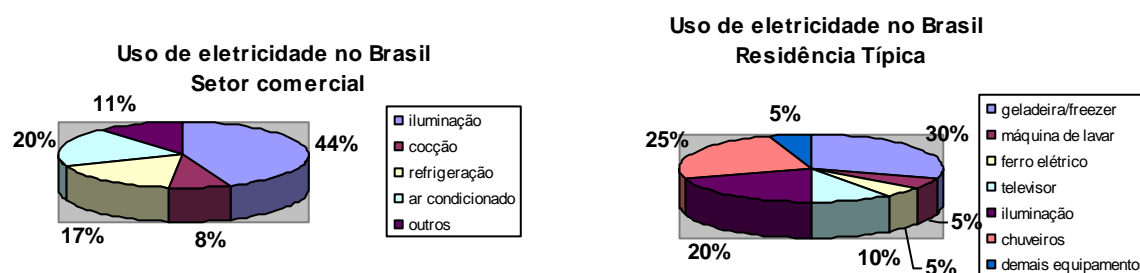


Gráfico 3: Uso de eletricidade no Brasil

Fonte: Goldemberg, 1998



Para Goldemberg (1998) “as preocupações ambientais resultantes das construções são consequência das seguintes tendências:

- Maior uso de equipamentos elétricos;
- O número de habitações em prédios está se tornando maior;
- O número de casas individuais está aumentando em relação às de conjuntos residenciais;
- Mais instalações de ar condicionado e aquecimento estão sendo utilizadas em prédios comerciais.”

Neste contexto, a readaptação de edifícios existentes visando a conservação de energia pode ser uma solução nos países industrializados onde o problema de falta de moradias já foi em boa parte resolvido.

Já nos países em desenvolvimento, “o problema é diferente, porque há um enorme *déficit* de moradias e grandes economias podem ser obtidas melhorando-se o projeto e a construção de novas moradias e prédios” (GOLDEMBERG, 1998).

Para Goldemberg, esta mudança de paradigma pode ser feita através de normas que regulam as construções tais como:

- Introduzir códigos de construção para os prédios existentes;
- Códigos de construção mais rigorosos para novos prédios;
- Exigir certificados energéticos para os prédios;
- Conceder incentivos financeiros (redução de impostos, financiamentos) para prédios energeticamente eficientes.

No campo da iluminação da edificação, o potencial para se economizar energia pela readaptação de sistemas antigos é da ordem de 60%. As economias podem ser maiores com a incorporação do conceito de “arquitetura solar passiva” no projeto de novos prédios. As possíveis linhas de ação nesse sentido são:

- Lâmpadas e refletores de alta eficiência;
- Controle automático de iluminação artificial em função da luz solar;
- Sensores que controlam a iluminação de um ambiente de acordo com sua taxa de ocupação;
- Sistemas avançados de controle de luz suprimindo iluminação apenas nas áreas de trabalho imediato.

No caso do aquecimento ambiental e aquecimento da água, mais comum nas regiões frias, as possibilidades são:

- Aquecedores de água com condensadores;
- Aquecedores solares de água;
- Aquecimento distrital;
- Bombas térmicas avançadas com custo competitivo para fornecer aquecimento e refrigeração;
- Reaproveitamento do calor desperdiçado por condicionadores de ar, sistema de refrigeração etc., para aquecimento local de água.

As características diferentes entre as construções dos países industrializados e dos países em desenvolvimento revelam-se nestes principalmente no maior uso de materiais locais. Além disso, geralmente as construções nos países em

desenvolvimento, têm menor necessidade de aquecimento ambiental e aquecimento de água ao longo do ano, reduzindo significativamente os custos operacionais relativos ao consumo energético.

Neste sentido, a busca por uma arquitetura bioclimática, enfatizada por programas como o PROCEL –EDIFICA, de nível nacional, é uma importante ferramenta para se alcançar a eficiência energética através da harmonização da construção ao clima e às características locais. De maneira mais concreta, pode-se dizer que a arquitetura bioclimática busca maior integração, adaptando-se ao seu ambiente físico, sócio-econômico e cultural, através do uso de materiais locais, técnicas e formas tradicionais, reduzindo o impacto ambiental e o consumo energético em todo o seu processo de construção. Para tanto, seu desenho parte da adequação ao clima, e de outros condicionantes naturais como o sol, ventos, topografia e vegetação, tirando proveito desses dados para gerar o conforto físico no espaço interno e um diálogo integrado à paisagem.

Ainda com relação à especificação e uso de materiais locais ou autóctones na construção, uma série de vantagens podem ser enumeradas, entre elas:

- Redução do custo do material devido à proximidade da produção;
- Redução do consumo de combustíveis no transporte dos materiais de construção;
- Redução das emissões aéreas geradas pela queima de combustíveis no transporte dos materiais;

- Estímulo à produção local de materiais de construção, gerando empregos e dinamizando a economia local.

Sobre a possibilidade de redução do consumo de energia nas construções na realidade dos países em desenvolvimento, tanto na produção como no uso, Goldemberg (1998) compara que “nos países industrializados, a energia utilizada por ano no uso e manutenção de uma casa é cerca de 20 vezes menor do que a energia “enterrada” na construção”. Nos países em desenvolvimento este valor chega a ser 50 vezes menor.

## **1.6. O Contexto dos Países em Desenvolvimento**

Se a característica da alta tecnologia e investimentos privados marca o impulso para as inovações em resposta às novas demandas ambientais – e que definiram inovações em âmbito formal, espacial e de processo em recentes projetos internacionais – a realidade nos países periféricos é outra. Nestes contextos, Schiller et al (2003, p.14) destaca que

[...] as dimensões dos aspectos ambientais, econômicos, culturais e sociais da Construção Sustentável transbordam os limites de campos específicos do uso de materiais “verdes” e energias renováveis, eficiência energética e construção de baixo impacto ambiental, reciclado e demolição, estendendo a preocupação a aspectos sociais. Como marco do desenvolvimento econômico sustentado e sustentável, outros aspectos assumem um rol prioritário, tais como adequação ao uso, durabilidade e adaptabilidade no tempo, melhoramento dos níveis de habitabilidade e qualidade das condições de vida no espaço interior e exterior, uso de materiais e mão-de-obra locais, capacidade de geração de emprego e promoção de fontes de

trabalho para melhorar a distribuição de renda em combinação com a produção regional e a independência de recursos importados. As políticas atuais estão orientadas para uma “sustentabilidade básica”, preocupada com os setores mais vulneráveis da população, incluindo a distribuição de alimentos e assistência médica, programas de emprego, restituição da ordem pública, hierarquização do poder jurídico e político para reconstruir a confiança perdida na organização institucional. Por tanto, os componentes de sustentabilidade neste contexto requerem um foco muito diferente em comparação com os países mais centrais. Ainda que nestes a ênfase seja dada à eficiência energética para reduzir o impacto ambiental por sua contribuição ao aquecimento global e às transformações climáticas, os critérios de sustentabilidade requerem fundamento no contexto social e a preocupação em proporcionar condições básicas considerando o crescimento do vazio entre os estratos sociais.

Paralelamente a esta realidade, é importante reconhecer a escassa consciência que existe a respeito dos benefícios da construção energeticamente eficiente e de baixo impacto, tanto econômico como ambiental. Isto também se reflete em âmbito profissional e institucional, uma vez que a legislação edilícia nos países periféricos, em particular na América Latina, não trata da eficiência energética em edifícios nem apresentam exigências a esse respeito. Para Cole e Larsson (2002) a prática profissional nesses países mostra um enfoque convencional interessada na modernidade tecnológica dos países centrais, copiada em contextos de profundo desequilíbrio social e despreocupada da realidade local.

O contexto brasileiro guarda alguns aspectos muito particulares. O Brasil já tem implementado drásticas medidas de desenvolvimento energético nos últimos anos, dado o crescente problema de geração de energia de fontes hidrelétricas (SCHILLER ET AL, 2003). Outros problemas considerados de primeira ordem nesse aspecto são o desmatamento descontrolado das florestas, principalmente a amazônica, devido à extração de madeiras duras; recursos energéticos limitados para o desenvolvimento industrial e acondicionamento de edifícios, resultante da escassez de combustíveis fósseis e da falta de novos sítios aptos para

empreendimentos hidrelétricos; rápida urbanização e falta de recursos para programas de habitação de interesse social.

A Agenda 21 brasileira apresenta uma preocupação mais orientada a problemas urbanos tais como transporte, incremento da infraestrutura sanitária e provisão de habitações de interesse social. Uma estimativa do investimento necessário para que o Brasil alcance um patamar mínimo de desenvolvimento até 2010 nessas áreas é apresentada na Tabela 3:

Construção	Quantidade	Unidade	Investimento, R\$ bilhões	
			2007-2010	por ano
Rodovias pavimentadas	-	-	46,826	11,706
Recuperação	55.649	Km	11,843	2,961
Expansão da malha	27.740	Km	34,983	8,746
Geração de energia	-	-	27,370	6,843
Potência Instalada	8.932	TWh	17,110	4,277
Transmissão	-	-	10,261	2,565
Saneamento (rede geral)	-	-	24,142	6,036
Distribuição de água	5.965.361	ligações	7,158	1,790
Coleta e tratamento de esgoto	3.709.598	ligações	12,984	3,246
Desenvolvimento & Melhorias	-	-	4,000	1,000
Habitação Social (subsidiada)	-	-	40,722	10,181
Redução do déficit	912.843	unidades	22,821	5,705
Novas moradias	716.046	unidades	17,901	4,475
<b>Total</b>			<b>139,060</b>	<b>34,765</b>

Fonte: FGV

Tabela 3: Necessidades de investimentos em infra-estrutura, saneamento e habitação social, 2007-2010  
Fonte: FGV apud União Nacional da Construção, 2006

O PAC (Programa de Aceleração do Desenvolvimento) do governo federal aborda essas diversas necessidades organizando-as em 3 eixos decisivos: infra-estrutura logística (construção e ampliação de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e hidrovias), infra-estrutura energética (geração e transmissão de energia elétrica, produção, exploração e transporte de petróleo, gás natural e combustíveis

renováveis) e infra-estrutura social e urbana (saneamento, habitação, metrô, trens urbanos, etc.).

A previsão de investimentos governamentais nesses 3 eixos no período de 2007 a 2010 segundo divulgação oficial<sup>5</sup> é a seguinte:

- Infra-estrutura logística: 58,3 bilhões de reais
- Infra-estrutura energética: 274,8 bilhões de reais
- Infra-estrutura social e urbana: 170,8 bilhões de reais

A comparação entre as necessidades levantadas na tabela 3 e a previsão de investimentos do PAC revela algumas discrepâncias. A previsão de investimentos em infra-estrutura logística fica aquém do necessário enquanto a área energética recebe uma ousada previsão de investimentos quase 5 vezes maior do que o estudo levado a cabo pela Fundação Getúlio Vargas.

Como destaca Gomes et al (2002), como documento geral, a Agenda brasileira não incorpora objetivos para o setor da construção e que, em termos gerais, nem a sociedade brasileira, ONGs, nem os distintos níveis governamentais são conscientes do impacto que a indústria da construção e o habitat construído produzem no ambiente. Para Schiller et al (2003, p. 16)

Conseqüentemente a sustentabilidade não é um critério chave na tomada de decisões. Os fatores que permitem competir na indústria da construção estão centrados na visão convencional de custo, prazo e qualidade. Esta última condição, em particular, ganhou importância na última década e, em alguns casos, inclui parcialmente aspectos de qualidade ambiental, geralmente interpretados como desenvolvimento de recursos energéticos e redução de resíduos, enquanto começam a aparecer no mercado produtos promovidos como “amigáveis” ou “protetores” do ambiente, sem oferecer

---

<sup>5</sup> Dados divulgados pelo site <http://www.brasil.gov.br/pac/>

soluções integrais. Além disso, a falta de informações básicas para apoiar simulações numéricas, avaliar impactos da produção e ciclo de vida de materiais de construção, bem como determinar padrões de durabilidade de materiais e componentes em distintas aplicações e condições de exposição, é uma barreira significativa à aplicação de práticas e políticas de sustentabilidade

O debate sobre sustentabilidade da construção é muito recente no Brasil e, diferentemente dos países desenvolvidos, as agências governamentais não assumiram a liderança na promoção do conceito. O setor privado, por sua vez, preocupa-se com o custo adicional supostamente embutido na aplicação de soluções mais sustentáveis. Neste caso as universidades têm uma posição importante a assumir em relação às pesquisas, para demonstrar que apesar dos maiores custos iniciais, a Construção Sustentável proporciona alta qualidade do ambiente construído, juntamente com melhor qualidade de vida e maior retorno financeiro em longo prazo. Silva, Silva e Agopyan (2003) assinalam que

Apesar de contar com excelentes exemplos de arquitetura bioclimática, utilizar dispositivos que permitem reduzir o consumo de água e lograr eficiência no uso de energia elétrica, e incorporar alguns materiais de baixo impacto, não há suficiente prática na produção de edifícios que aspiram a reduzir as pressões ambientais como meta inicial de projeto. No entanto, nos últimos anos a Construção Sustentável tem atraído crescente interesse por parte de destacados representantes da indústria da construção, previamente mobilizados por melhorar os níveis de qualidade segundo parâmetros do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Este programa é coordenado por representantes de diferentes associações e câmaras relacionadas com a construção, e pode conduzir potencialmente o debate e estruturar a implementação da Construção Sustentável no Brasil.

Uma das dificuldades encontradas que envolvem o tema da sustentabilidade na construção é justamente a determinação de forma clara de quão sustentável é uma edificação. Segundo Serra apud Nakamura (2006) não se pode pretender atingir a sustentabilidade absoluta, mas pode-se chegar a níveis razoáveis havendo uma utilização adequada dos recursos disponíveis. Para o arquiteto Szabó apud



Nakamura (2006) a sustentabilidade é um conceito aberto, passível de interpretações. Assim, um projeto poderia ser sustentável em determinados aspectos e não em outros. Portanto para ele trata-se mais de apontar tendências do que pontuar matematicamente empreendimentos.

Apesar da falta de um sistema de avaliação estabelecido no Brasil, Romero apud Nakamura (2006) indica estratégias gerais e cuidados a serem observados em projeto no contexto brasileiro, a fim de orientar a concepção do edifício tirando partido das condições climáticas do local e sem aumentos de custos com equipamentos. Algumas estratégias, portanto, são específicas para determinadas zonas bioclimáticas.

Com relação ao acondicionamento natural:

- Estabelecer relações visuais;
- Garantir melhor orientação (ventos, incidência da luz do sol) e porosidade da massa construída (massas vazadas melhoram a ventilação);
- Garantir permeabilidade entre espaços internos e externos, criando espaços de transição;
- Presença ativa de vegetação (sombra, resfriamento, alimento) e de água;
- Sistema de pátios para integrar o ambiente visual e, funcionalmente, oferecer lugares de convívio e melhorar o desempenho da ventilação;

Com relação à climatização passiva:

- Fachadas diferenciadas conforme a orientação;
- Resfriamento evaporativo;

- Sombreamento;
- Incorporação de vegetação no isolamento da edificação, no resfriamento e no sombreamento;
- Orientar o edifício na direção dos ventos predominantes;
- Resfriamento passivo noturno, por meio de vãos nas fachadas que permanecem abertos durante a noite, diminuindo assim a massa térmica a ser esfriada ou refrigerada no dia seguinte;
- Camada de ar ventilada nas fachadas;
- Captação da luz natural sem elevar excessivamente a carga térmica;
- Vidros seletivos, deixando passar mais radiação na faixa de luz visível e menos na faixa do infravermelho;
- Dispositivos de proteção solar externos, verticais ou horizontais para minimizar a radiação solar direta no interior.

Com relação à forma da edificação:

- Concepção alongada favorece o acesso de luz natural e propicia ventilação natural cruzada;
- Cobertura dupla ou com maior isolamento térmico;
- Aberturas com proteção contra chuvas;
- Criação de zonas climáticas: localização dos núcleos de serviços (banheiros, escadas, elevadores) na orientação com maior incidência de radiação solar (proporcionando proteção e isolamento às demais áreas);
- Projetar sombra sobre os pisos inferiores;

- Evitar fachadas planas e pele de vidro pouco espessa;
- Aproveitamento dos ventos para ventilação natural.

Como se pode notar, grande parte desses itens independem de alta tecnologia ou sistemas construtivos inovadores. A correta implantação do edifício, vislumbrando todas as variáveis citadas acima, além da inserção urbana, da análise do entorno, do impacto sobre os fluxos e acessos na região a ser construído o edifício e outras questões pertinentes, podem garantir boa parte do resultado positivo na direção de uma construção de menor impacto ambiental.

Serra apud Nakamura (2006) frisa que, a partir da concepção do edifício, “há muito que pode ser feito na prancheta do arquiteto para melhorar a relação das cidades com o meio ambiente”.



## CAPITULO 2

### EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS NA IMPLEMENTAÇÃO DO CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

#### 2.1. Exemplos que vêm de cima: iniciativas governamentais

A Agenda 21 para Construção Sustentável (CIB, 1999) alerta de maneira geral para a necessidade das autoridades governamentais assumirem a responsabilidade por dar princípio à implementação de práticas sustentáveis no setor da construção, seja através do desenvolvimento de uma política ambiental clara neste sentido, através do incentivo às pesquisas relativas ao tema ou mesmo pela criação de leis, códigos e instrumentos financeiros que incentivem uma resposta positiva por parte do mercado.

O conceito de construção sustentável encontrou junto ao ambiente governamental inglês, em todas as suas esferas, um campo propício para o desenvolvimento de estratégias de implantação desde o princípio da década. Órgãos, departamentos e vários setores do governo passaram a gerenciar seu patrimônio construído buscando maior sustentabilidade em suas várias dimensões.

A lógica foi simples: se o aparato governamental inglês era o principal cliente do setor da construção civil – contribuindo com cerca de 40% do consumo da produção da indústria da construção, então este era um dos principais agentes da cadeia a ter

sua postura adequada às novas premissas de sustentabilidade (*DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS, 2000*).

Assim, o governo reconhecia sua responsabilidade, como o maior cliente da indústria da construção, de ser um exemplo na produção sustentável, manutenção e operação de seu patrimônio construído e a estabelecer uma demanda por produtos sustentáveis.

De maneira geral, o governo inglês vem procurando identificar e enfrentar os maiores impactos causados pela construção sobre o ambiente e sobre as fontes de matérias-primas. Seus esforços têm se concentrado na atualização da legislação e seu reforço, através de medidas fiscais e também através do desenvolvimento e promoção da orientação estratégica e disseminação de melhores práticas, além do apoio à pesquisa e inovação de projetos.

Segundo o relatório publicado pelo DETR's (2000), as maiores fontes poluidoras durante o processo de construção são os resíduos gerados durante o processo, as emissões lançadas pelo transporte dos materiais de construção ou de outra natureza e os ruídos e emissões de produtos tóxicos no ar, no solo e na água.

Com relação à energia consumida para a produção e transporte dos materiais de construção, ambas somam 24% do consumo total de energia na indústria no Reino Unido, como ilustra o Gráfico 4 a seguir:

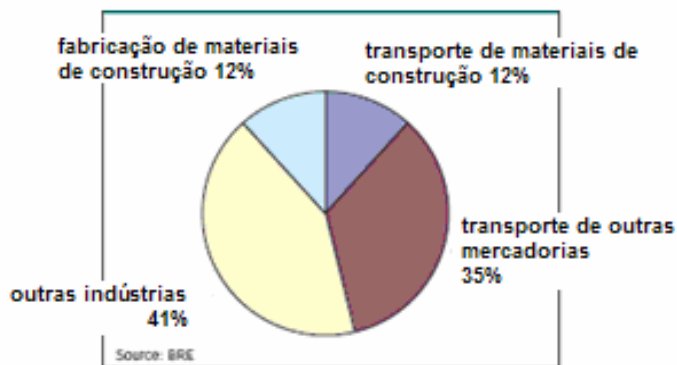


Gráfico 4: Consumo de energia pela indústria de materiais de construção em relação ao consumo total de energia pela indústria no Reino Unido  
Fonte: DETR, 2000

As ações empreendidas pelo governo inglês giram em torno de 3 medidas principais das quais outros pontos se desenvolvem. Um desses instrumentos é a obrigatoriedade de aplicação do conceito de custo total do ciclo de vida (*whole life costs*) nos projetos dos edifícios a serem construídos, buscando-se os melhores valores na especificação de materiais e sistemas na construção desses edifícios.

Outra medida é o comprometimento de todos os departamentos governamentais introduzirem a gestão ambiental baseada na ISO 14.001 em suas atividades. Além dessas medidas, todos os departamentos passaram a introduzir programas para trazer melhor qualidade aos projetos de seus edifícios, em conjunto com grupos de pesquisa na área, como a *Commission on Architecture and the Building Environment*, buscando experiências de sucesso (*benchmarks*) na área de qualidade do projeto.

Como principal cliente e, portanto criador de demanda, o governo inglês propõe para a indústria da construção, não só de materiais, mas de toda a cadeia, uma série de boas práticas a serem avaliadas para obtenção de seus produtos (*DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS, 2000*):

- Reutilizar patrimônios construídos existentes;
- Projetar para o mínimo de resíduos;
- Preferir a construção leve (*lean construction*): pré-fabricada, rápida e leve;
- Minimizar o consumo de energia durante a construção;
- Minimizar energia durante o uso;
- Não poluir: gestão ambiental como ISO 14.001 ou EMAS;
- Preservar e melhorar a biodiversidade;
- Conservar as fontes de água (mananciais);
- Respeitar as pessoas e seu ambiente local: considerar a mão-de-obra regional;
- Definir objetivos: medir e comparar sua *performance* com os outros.

Com base nestes requisitos propostos para a indústria da construção no Reino Unido, foram desenvolvidos 10 indicadores chave de *performance* dos empreendimentos em construção civil, endossados pelo Governo Britânico através do *Movement for Innovation, the Construction Industry Board and the construction Best Practice Programme*:

- Custo da construção;
- Tempo de construção;
- Previsibilidade do custo da construção;
- Previsibilidade do tempo de construção;
- Defeitos;
- Satisfação do cliente com o produto;
- Satisfação do cliente com o serviço e a *performance* da empresa construtora;



- Segurança;
- Lucratividade da empresa construtora;
- Produtividade.

Estes indicadores guardam relação direta com a avaliação de desempenho do processo de projeto, uma vez que o custo, o tempo e a manutenção estão ligados às decisões quanto ao sistema construtivo empregado, tipo de materiais especificados, etc.

Assim, além dos projetistas, estes indicadores ajudam consultores e contratantes a posicionarem sua *performance* no mercado imobiliário. Além disso, tornam-se uma ferramenta para que os clientes possam avaliar os seus profissionais em relação a uma série de outros parâmetros que não somente o preço dos serviços prestados. O DETR's (2000) elenca 150 indicadores de sustentabilidade em níveis gerais para uma estratégia nacional pelo desenvolvimento sustentável, distribuídos entre 14 indicadores chave, dos quais 3 estão diretamente relacionados aos impactos da atividade de construção ao meio ambiente, quais sejam:

- Resíduos da construção destinados a aterros;
- Agregados primários extraídos por valor de unidade de construção;
- Quantidade de agregados secundários e reciclados usados comparativamente aos agregados virgens.

Para o DETRs (2000) um número ainda maior de indicadores, principalmente de ordem social e econômica, são influenciados pela indústria da construção.

Especificamente, como exemplos de boas práticas na fase de projeto, são destacados:

- Projeto Arquitetônico: leva em conta as fontes ou recursos materiais, especificando materiais renováveis ao invés daqueles escassos em suprimento ou de consumo intensivo de energia durante a extração e processamento. A qualidade dos materiais usados também afetam a manutenção e a expectativa de vida geral do edifício.
- Projeto Estrutural: considerar custos energéticos na escolha por edifícios de estrutura leve ou pesada. Atenção ao custo total durante a vida útil (*whole life costing*) e realizar a análise do ciclo de vida ambiental afim de otimizar o projeto do edifício e melhorar a *performance* ambiental.
- Projeto de serviços: focar na eficiência energética e usar energias renováveis ao invés de projetos que consumam energia e recursos de maneira intensiva. Implementar bacias sanitárias com o sistema *low-flush*, especificar “super janelas” que possam controlar perda e ganho de calor e reduzir a necessidade de iluminação artificial, buscando também a certificação dos equipamentos especificados.

Neste sentido, é proposta pelo DETRs (2000) uma evolução gradual para as empresas de projeto, para que alcancem o desempenho de melhores práticas do mercado em sustentabilidade na construção. Tal estratégia é apresentada na Tabela 4 a seguir:

	<b>Política</b>	<b>Divisão de responsabilidades</b>	<b>Comunicação</b>	<b>Procedimentos Operacionais</b>	<b>Planejamento Subsequente</b>	<b>Auditoria</b>
<b>MELHORES PRÁTICAS</b>	Publicada, com objetivos definidos, revisões e promoções	Responsabilidade global com um coordenador sênior e revisões de progresso regulares	Diálogos regulares com os principais investidores (stakeholders) e rede de fornecedores, avaliação da performance para relatórios	Procedimentos integrados em um manual, amplamente divulgado e regularmente atualizado	Plano de ação para “evidências futuras”, atualizada regularmente e apoiada em pesquisas	Amplo esquema de auditoria da companhia conforme a ISO 14.001 com revisão regular e auditoria independente ligada à revisão do plano de ação
<b>QUASE LÁ</b>	Estatuto interno compreensível, com indicadores para alguns temas	Responsabilidades de coordenação definidas para cada equipe de projeto	Informações sobre temas em sustentabilidade relatadas a coordenadores seniores, compartilhadas com os principais investidores	Compromisso público em premiar esquemas. Uso rotineiro de indicadores chave de performance para todos os projetos	Previsão do mercado a longo prazo e tendências regulatórias, análises de necessidades no desenvolvimento de negócios	Todos os projetos auditados e relatados – resultados apontados para clientes e rede de fornecedores
<b>NO CAMINHO</b>	Estatuto formal definindo posição para o desenvolvimento sustentável	Responsabilidade pela sustentabilidade comissionada a um coordenador	Acordo com clientes em relação a alvos e objetivos quanto a sustentabilidade. Dados coletados na maioria dos temas.	Uso rotineiro de ferramentas de design e planejamento sustentáveis e Códigos de Prática	Habilidades e competências exigidas razoavelmente identificadas, com recrutamento e treinamento iniciados	Maiores projetos passando por auditoria para avaliar performance em relação aos alvos acordados com clientes; resultados relatados ao coordenador sênior
<b>COMEÇANDO</b>	Diretrizes informais definindo posições quanto a alguns temas ambientais e alguns aspectos sociais	Um ou mais indivíduos adotando funções de advocacia	Alguns dados requisitados quanto a temas como saúde, segurança e poluição	Procedimentos para conformidade em relação a regulamentações	Pesquisa de artigos sobre impacto nos negócios de recentes ou eminentes regulações de cunho social ou ambiental	Auditoria ocasional de projetos quanto a temas ambientais e regulamentares, sem quantificação de custos e impactos nem “follow-up
<b>PRÉ-</b>	Nenhuma política definida	Nenhum profissional envolvido ativamente com a coordenação de temas relativos a sustentabilidade	Nenhum cuidado com a sustentabilidade e nenhum diálogo com os investidores	Sem referências à sustentabilidade	Não considera a sustentabilidade futura do negócio	Sem auditoria de performance

Tabela 4: Funções de Coordenação

Fonte: *Good Practice Guide 2000*, publicado por DETR's Energy Efficiency Best Practice Programme, 1996

## 2.2. **Framework: integração da cadeia produtiva**

Uma das principais características do Setor da Construção é o grande número de agentes envolvidos em seus processos e atividades, desde a fase de planejamento até o desmonte ou demolição, percorrendo toda a fase de operação de cada componente do ambiente edificado (CIB, 1999).

A necessidade de abordagens mais integradas na relação entre os vários agentes sugere a criação de uma estrutura de trabalho (*framework*) envolvendo os diversos interesses presentes com o fim de se atingir uma construção mais sustentável.

A existência de uma “estrutura para sustentabilidade” torna mais clara a definição das diferentes responsabilidades em seus diferentes níveis, facilitando a tomada de decisão em cada atividade constituinte do setor da construção. Além disso, com uma estrutura claramente definida, as ligações entre as dimensões ambiental, social, econômica, política e cultural da sustentabilidade podem ser mais facilmente identificadas durante o processo decisório.

CIB (1999) apresenta as principais ligações entre os diversos agentes envolvidos e alguns objetivos de *performance* desejados e identificados representando temas chave do conceito de sustentabilidade, resumindo-as na Figura 3 a seguir:

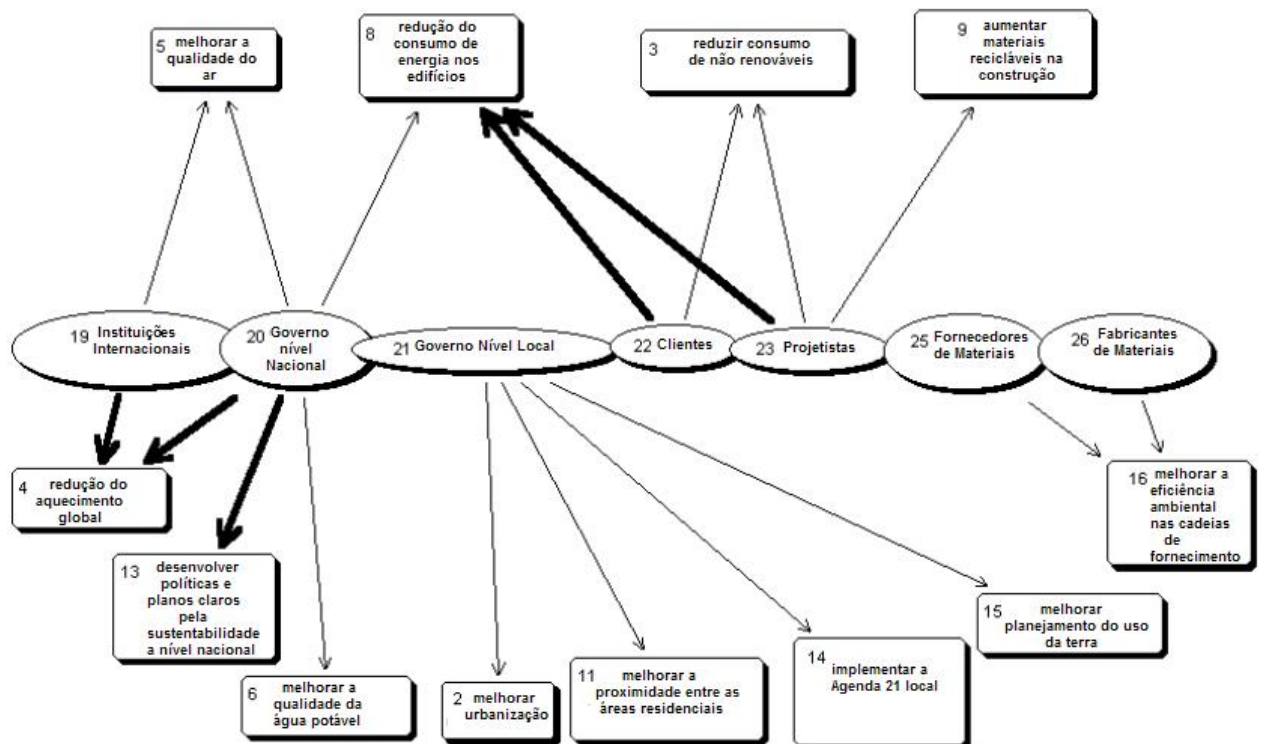


Figura 3: Organograma representando principais objetivos de *performance* entre os agentes  
 Fonte: CIB, 1999

Gaia (2004) ressalta a importância da formação de uma “estrutura para sustentabilidade” (*framework*) para que haja coordenação nas ações em diferentes níveis, identificando estes mesmos níveis e suas esferas de ação:

- Nível nacional e internacional: desenvolvimento de acordos, necessidade de legislação e regulação para promoção da biodiversidade, equidade social, etc.;
- Nível de negócios: empresas precisam motivar mudanças nos padrões de comportamento, provendo matéria para as diversas atividades e absorvendo os resíduos e a poluição que essas atividades geram;

- Nível das indústrias: pesquisa, desenvolvimento e implementação de novos padrões de produção;
- Nível profissional: pensamento coordenado entre as disciplinas, com total atenção à qualidade do projeto e às necessidades do usuário;
- Nível social: pessoas e comunidades devem estar mais envolvidas na obtenção, gestão e projeto de seus ambientes e talvez alterar seus hábitos e expectativas.

Bossink (2002) apresenta uma estrutura geral de ação mais compacta composta por três níveis principais ou sub- estruturas resumidas no Quadro 7 a seguir:

<b>1. ELEMENTOS DA POLÍTICA GOVERNAMENTAL PARA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b>
- Políticas e Planos ambientais;
- Leis e regulamentações;
- Acordos público-privados;
- Incentivos financeiros e obstáculos;
- Projetos para demonstração
<b>2. PRÁTICAS PARA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b>
- Ferramentas de projeto;
- Gestão de resíduos;
- Sistemas de gestão ambiental
<b>3. INTERAÇÃO ENTRE ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b>
- Compartilhamento da visão e ambições;
- Estabelecimento de objetivos claros e programas de implementação;
- Comunicação com clientes potenciais;
- Desenvolvimento e estabelecimento de padrões ( <i>standards</i> );
- Estabelecimento de equipes multidisciplinares;
- Desenvolvimento de novas competências;
- Participação em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento nacionais e internacionais

Quadro 7: Estrutura analítica para construção sustentável  
Fonte: Bossink (2002)

Bossink (2002) destaca a importância do Estado, através de sua estrutura de governo, no início da implementação de práticas de construção sustentável, definindo uma política ambiental com objetivos a serem atingidos ao longo de um período estabelecido.

A definição de uma política ambiental influencia a direção futura tanto de organizações públicas como de empresas privadas, além de estabelecer responsabilidades para as autoridades a nível federal, estadual e municipal e o que se espera dos setores privados na indústria da construção.

Outra linha de ação governamental é através de leis e regulamentos para sustentabilidade, de caráter prescritivo ou baseados na avaliação da eficiência. Assim, o governo estabelece códigos e níveis de eficiência e autoridades e empresas privadas devem trabalhar dentro dos limites das regras.

O Estado também pode firmar acordos público-privados para assegurar certo nível de sustentabilidade nas práticas construtivas ou atuar como principal e maior cliente no desenvolvimento de projetos de construção sustentável ou ainda facilitar, subsidiar ou proteger iniciativas sustentáveis, concedendo incentivos financeiros para recompensar tais propostas.

Outra forma de atuação de políticas governamentais é o incentivo de projetos para demonstração, organizados e subsidiados pelas autoridades e empresas do setor da construção. Nestes “projetos demonstrativos” são testadas opções inovadoras no campo da construção sustentável, desenvolvidas e preparadas para o uso em projetos de construção sustentável por todo o território.

Quanto ao nível das práticas de construção sustentável, Bossink (2002) avalia a importância do uso de ferramentas de projeto pelas empresas na indústria da construção. Tais ferramentas capacitam a melhor escolha e avaliação de materiais e alternativas sustentáveis de projeto e de relacioná-las a incentivos financeiros e obstáculos, regulamentos ambientais e demandas de clientes. Além disso, destaca que a prevenção contra a geração de resíduos de construção realizada ainda na fase de projeto é primordial e tem ganhado muita atenção.

Outra ferramenta para uma prática mais sustentável é o sistema de gestão ambiental. Para Bossink (2002, p. 09), “uma empresa usando um sistema de gestão ambiental integra o tema na estratégia global da organização e em seus processos e procedimentos organizacionais”.

Sobre a interação entre as esferas pública e privada em projetos de construção sustentável, as ambições e visões sobre sustentabilidade devem ser compartilhadas entre as empresas participantes. Sobre essa interação Bossink (2002) entende que quando há uma visão clara sobre sustentabilidade e os agentes envolvidos compartilham das mesmas ambições e objetivos, um plano de implementação pode ser projetado e realizado. Esta interação permite que todos os agentes da cadeia estejam em constante comunicação e compartilhamento de objetivos: investidores em construção sustentável dialogam com o mercado para criar perspectivas de vendas; padrões de eficiência mínima são desenvolvidos e projetos de construção sustentável passam a ser desenvolvidos por equipes multidisciplinares formadas por especialistas (incorporadores, arquitetos, consultores, fornecedores e construtores) etc.



Segundo Bossink (2002, p.10)

As empresas participantes de projetos de construção sustentável estão desenvolvendo novas áreas de competência no campo da sustentabilidade, capacitando-se para trabalhar em um nível mais alto que outras empresas, ganhando uma vantagem competitiva no mercado. Essas empresas são flexíveis e capazes de integrar inovações no campo da sustentabilidade em sua estratégia organizacional.

Saindo de uma escala mais ampla e focando nas estratégias para sustentabilidade no âmbito das empresas de projeto, Zainul-Abidin, Khalfan e Kashyap (2003, p.90) ressaltam que um dos maiores obstáculos para a implementação de um processo sustentável de se construir é a carência de uma estrutura e de diretrizes apropriadas, sendo que “a estrutura deve ser desenhada de tal maneira que incorpore os temas da sustentabilidade durante todo o processo de construção incluindo as fases pré e pós construção”.

Como metodologia para formação de uma estrutura adequada ao processo de construção Zainul-Abidin, Khalfan e Kashyap (2003, p.90) apresentam um sistema denominado Protocolo de Processos, que

[...] é um mapa genérico para as atividades de projeto e construção. (...) É essencialmente um conjunto de definições, documentação e procedimentos que oferece a base para permitir que uma grande quantidade de empresas envolvidas num projeto de construção trabalhe em conjunto e integradas. Utiliza a experiência de fabricação como ponto de referência e mapeia todo o processo de projeto desde o reconhecimento pelo cliente de uma necessidade emergente até a operação e manutenção

O processo de projeto e construção é então mapeado através de oito sub-processos:

1. Desenvolvimento
2. Projeto ou Planejamento
3. Fontes (*resources*)

4. Desenho ou Projeto
5. Produção
6. Instalações de apoio (*facilities*)
7. Saúde, segurança e legalidade
8. Gestão de processos

Todo o processo de construção é dividido em quatro grandes estágios:

1. Pré-Projeto
2. Pré-Construção
3. Construção
4. Pós-Conclusão

Estes estágios, por sua vez, dividem-se em 10 fases. Segundo Zainul- Abidin, Khalfan e Kashyap (2003), as vantagens da adoção do Protocolo de Processos são:

- O Protocolo de Processos possibilita uma visão completa do projeto;
- Identifica a interdependência das atividades durante todo o projeto;
- São focadas a identificação, definição e avaliação das necessidades do cliente;
- Permite a coordenação entre agentes e atividades em projetos de construção, identificando as partes responsáveis;
- Encoraja o estabelecimento de equipes multidisciplinares;
- Encoraja um ambiente de equipe (colaboração), adequando a comunicação e a tomada de decisões.

Dentro da estrutura conceitual do Protocolo de Processos, os quatro grandes estágios citados anteriormente dividem-se nas seguintes 10 fases e seus desdobramentos apresentadas no Quadro 8:

<b>FASE</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>ATIVIDADES</b>
<u>FASE ZERO:</u> Demonstrando a necessidade	Identificar necessidades e como responder a essas necessidades	- Estabelecer consultores - Apresentar alternativas ao cliente - Aprovação do capital inicial
<u>FASE UM:</u> Concepção da necessidade	Identificar alternativas potenciais	- Avaliar alternativas - Estudar escolhas de desenvolvimento e locais potenciais - Identificar objetivos e missão - Aprovação para continuação dos trabalhos
<u>FASE DOIS:</u> Destacar viabilidade	Identificar melhores opções para estudo de viabilidade	- Estabelecer equipes de projeto - Preparar síntese do projeto - Conduzir estudo de viabilidade - Decidir rotas para obtenção e abordagem de gestão
<u>FASE TRÊS:</u> Estudo substancial de viabilidade e destacar autoridade financeira	Decidir melhor opção para estudo substancial (definitivo)	- Conduzir estudo definitivo na opção escolhida - Articulação para aprovação financeira
<u>FASE QUATRO:</u> Destacar o conceito do projeto	Identificar diferentes opções de projeto e escolher a melhor	- identificar opções de projeto - Projeto esquemático - Escolher melhor projeto ( <i>design</i> ) - identificar elementos de projeto mais importantes - Adequar aos requerimentos legais - Aprovação do planejamento proposto
<u>FASE CINCO:</u> Finalizar conceito projetual	Finalizar projeto para aprovação do detalhamento do planejamento	- preparar detalhamento do projeto - Considerar formas e tamanhos, serviços, qualidade, estética, materiais, adequação ao usuário, etc
<u>FASE SEIS:</u> Coordenação do projeto, obtenção e total aprovação financeira	Ganhar total aprovação financeira (custos) para continuação do processo	- Acordos financeiros - Articulação com autoridade financeira para aprovação do planejamento detalhado
<u>FASE SETE:</u> Informação para produção	Produzir informação para produção detalhada	- Junção das informações - Método de construção (pacotes de trabalho) - Produção de contrato (documento)
<u>FASE OITO:</u> Construção	Construir e completar projeto com sucesso	- Gerir e controlar operações no local (reuniões, progressos, controle de custos, supervisão, etc) - Definir fornecedores e sub-empiteiros

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impor cumprimento das leis de saúde e segurança no canteiro</li> <li>- Controlar resíduos, materiais e qualidade</li> </ul>
<p><u>FASE NOVE:</u> Operação e Manutenção</p>	<p>Compilar aprendizado do projeto e assegurar operação segura para os usuários</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Compilar e disponibilizar informação</li> <li>- Avaliar sucesso</li> </ul>

Quadro 8: As 10 fases do Protocolo de Processos  
Fonte: Zainul-Abidin, Khalfan e Kashyap (2003)

Para Zainul-Abidin, Khalfan e Kashyap (2003), como a formação de uma estrutura de trabalho adequada para o processo de projeto é um dos maiores obstáculos para o sucesso na implementação da construção sustentável, torna-se imprescindível a discriminação e reconhecimento das várias fases que envolvem o projeto e os agentes envolvidos em cada fase. Somente através da caracterização das fases de projeto ficam claras as interfaces presentes entre os diversos agentes.

### 2.3. Instrumentos normalizadores e certificadores

Sobre a estrutura das leis que regulam a construção civil nos diversos países, Gaia (2004, p.01) destaca que

[...] o propósito fundamental do controle do processo de construção era originalmente a proteção do interesse público, resguardando a saúde e segurança. O escopo se estendeu ao longo dos anos para incluir o bem estar das pessoas dentro e ao redor dos edifícios, acrescido da conservação dos combustíveis e energia.

Gaia (2004) realiza um estudo comparativo entre diversas estruturas legais e normativas para regulação e implementação da construção sustentável,

apresentando um panorama que compreende alguns países da Europa, bem como América do Norte e Oceania.

Esta revisão identificou que alguns países tendem a uma abordagem “leve” dos temas ambientais em suas legislações edilícias, como as dos Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Austrália e Nova Zelândia, que não possuem qualquer requisito ambiental de maior importância. Segundo Gaia (2004), “nesses países o ambiente é considerado de menor importância ou é deixado para ser tratado por outra legislação ou iniciativa. Na Nova Zelândia o código não trata explicitamente da gestão de recursos pois esta é “responsabilidade do proprietário”.

Outros países, ao contrário, tendem a uma rápida implementação de políticas ambientais e sociais às suas estruturas de organização, atualizando inclusive as suas legislações edilícias à luz do desenvolvimento sustentável. Países como Alemanha, Noruega, Suécia, Dinamarca e Holanda, além de tratarem da questão das novas construções, já abordam o tema do estoque construído existente, desenvolvendo estruturas que propiciam a melhoria contínua dessa abordagem e estratégias que colocam maior responsabilidade sobre proprietários e/ou compradores para realizarem melhorias na eficiência dos edifícios, através de incentivos e subsídios. Estes países também enfatizam a necessidade de prover o apoio técnico aos agentes da construção através do desenvolvimento de pesquisas, com uma abordagem pró-ativa do tema da construção sustentável.

Para Gaia (2004), tão importante quanto os instrumentos regulatórios são os incentivos financeiros para a economia de energia, uso de energias limpas e renováveis e atualização de equipamentos. Neste sentido, todos os países pesquisados exceto Estados Unidos e Nova Zelândia possuem alguma forma de

incentivo, como impostos, arrecadações e subsídios para promover mudanças na prática. Gaia (2004, p. 47) destaca que

Concessões variam amplamente desde incentivos para projetos multidisciplinares –*design teams*– (Canadá), até subsídios para proprietários atualizarem seus imóveis (Suécia e Holanda) e consultoria em projeto gratuita para clientes e profissionais liberais (Reino Unido). Impostos e arrecadações sobre energia são comuns na Europa e incluem a arrecadação sobre eletricidade gerada por combustível fóssil, isenção de impostos na geração de energias limpas como bio-combustíveis e subsídios para o uso de combustíveis com baixa presença de carbono como gás. São comuns incentivos fiscais para encorajar a reciclagem de lixo.

Quanto às ferramentas de avaliação voluntárias da sustentabilidade na construção (certificações), todos os países abordados por Gaia (2004), possuem algum tipo de procedimento em uso ou desenvolvimento. Há uma demanda crescente para que o setor público e o governo como cliente tomem a dianteira no uso dessas ferramentas na obtenção de edifícios, projetos e gestão para definir os padrões de construção em níveis elevados.

Quanto à forma especificamente das legislações edilícias ou códigos de construção, alguns países procuram uma abordagem quanto à eficiência dos edifícios, enquanto outros tendem a uma fusão entre abordagens prescritivas e de eficiência. Os grandes temas tratados pelas legislações edilícias são (GAIA, 2004, p.51):

- **Estoque construído existente:**

A legislação alemã prevê a instalação de *boilers*, equipamentos para água quente, distribuição de calor e isolamento do edifício em propriedades existentes que possuam mais que dois apartamentos. Imóveis menores devem ser atualizados quando da mudança de proprietário. Em reformas, o valor do Índice de Transmitância (U) instituído deve ser atingido quando mais de 20% do imóvel for sujeito á reforma. Alterações nos sistemas de aquecimento (ou em componentes construtivos) que reduziram a eficiência energética do edifício são proibidas e a manutenção regular uma exigência.

Essas medidas foram tomadas pois implementações voluntárias e incentivos não estavam sendo o bastante para se atingir os objetivos.

Na Suécia a legislação exige que as instalações (ventilação, aquecimento, etc.) sejam mantidas em bom funcionamento, sendo monitoradas continuamente nos edifícios em uso. Os melhores resultados em relação às melhorias para eficiência energética se deram através dos incentivos e subsídios ao invés das exigências da legislação.

A Holanda definiu padrões de eficiência energética para edifícios existentes que devem ser cumpridas até a venda do imóvel. Também a Dinamarca exige uma avaliação das condições do imóvel relativas á eficiência energética no momento de sua venda. Em edifícios acima de 1500m<sup>2</sup> são realizadas inspeções anuais avaliando o uso de água e energia.

Na Noruega, a legislação edilícia trata amplamente dos edifícios existentes, havendo exigências quanto à operação eficiente e qualidade interna do ambiente relativa à iluminação natural, ventilação e higiene. Há inclusive uma exigência para que os edifícios tenham instruções para operação para facilitar o uso correto de seus sistemas e sua manutenção.

Não há exigências regulatórias para edifícios existentes na Nova Zelândia, Estados Unidos, Canadá ou Austrália.

- **Eficiência Energética – edifícios novos:**

Segundo Gaia (2004) a maneira como os países analisados tratam o uso da energia nos edifícios varia muito. De maneira geral, os métodos adotados podem ser resumidos em 5 categorias:

1. abordagem por unidade = imposição de valores máximos de transmitância (U) para elementos da construção: um dos métodos mais usados na Dinamarca, Escócia, Áustria, Finlândia e Luxemburgo;
2. Cálculo da perda de calor = considera transmissão através do invólucro do edifício: estabelecimento de um nível mínimo de isolamento do edifício na Bélgica, Dinamarca, Escócia, Finlândia, Suécia, Luxemburgo e Irlanda;
3. Cálculo da demanda de calor = transmissão através do invólucro do edifício +ventilação +produção de calor interna +energia solar passiva: método comumente usado na Dinamarca;
4. Cálculo do uso de energia = transmissão através do invólucro do edifício +ventilação +produção interna de calor +energia solar passiva +eficiência das instalações de água quente, aquecimento e ventilação: método usado na Inglaterra, Irlanda, Alemanha, Holanda e o único adotado na França.
5. Cálculo da eficiência energética = transmissão através do invólucro do edifício +ventilação + produção interna de calor + energia solar passiva + eficiência das instalações de aquecimento de água, aquecimento interno e ventilação + instalação de refrigeração + iluminação + posição e



orientação do edifício + recuperação de calor + ganho solar ativo + outras fontes de energia renováveis: um método mais completo mas ainda não implementado por nenhum país.

A Holanda possui o cálculo mais extenso para uso de energia entre todos os países. Todos os edifícios novos devem apresentar um cálculo que determine o índice de energia consumida. Na Noruega a energia incorporada nos materiais de construção é considerada juntamente à energia em uso no edifício, devendo o valor total de energia consumida para produção dos materiais, operação do edifício e descarte de materiais não ultrapassar um determinado nível estipulado.

- **Água:**

A legislação dinamarquesa prevê auditorias em relação ao consumo de água e energia em edifícios a partir de certo tamanho. As legislações norueguesas e inglesas recomendam que se evite o desperdício sendo, no entanto essa uma questão de adesão voluntária.

- **Potência elétrica:**

A questão da potência elétrica trata dos equipamentos elétricos presentes nos espaços habitados. O consumo constante (estado de *stand by*), a geração de campos elétricos e magnéticos e instalações elétricas superestimadas têm implicações com relação à saúde, econômicas e ambientais. Estima-se que 5% a 15% da energia elétrica consumida nas casas seja por equipamentos elétricos em situação de *stand by* (GAIA, 2004). A legislação dinamarquesa institui limites de

consumo elétrico para sistemas de ventilação, possuindo ferramentas de monitoramento. A Inglaterra prevê a instalação de controles suficientes para desligar a iluminação artificial, enquanto na Suécia subsídios são oferecidos para a instalação de equipamentos elétricos mais eficientes.

- **Refrigeração:**

Dinamarca e Noruega possuem restrições ao uso de refrigeração mecânica nos edifícios, enquanto Escócia prevê a redução da instalação desses equipamentos e a exigência de eficiência dos mesmos.

- **Resíduos:**

Este tema ainda possui de maneira geral um caráter de adesão voluntária. Holanda, Noruega e Alemanha encorajam a reciclagem de resíduos da construção. A Alemanha em particular tem o alvo de redução dos resíduos da construção em até 50%, possuindo legislação específica para o monitoramento e deposição final de resíduos, o que tem ajudado a aumentar os níveis de reciclagem do lixo. Na Holanda e Reino Unido foram implementadas taxas cobradas sobre o uso de aterros, enquanto a Noruega possui legislação específica para a separação dos resíduos conforme natureza para reciclagem.

- **Toxicidade ambiental e ambientes internos:**

O tema implica a saúde humana e animal dentro dos espaços edificados, além do impacto ambiental provocado pela lixiviação de componentes dos materiais e produtos do edifício durante seu uso ou em sua deposição final.

A legislação alemã prevê a redução da emissão por solventes em um quinto. Assim, fábricas de materiais e agentes da construção devem colaborar com a redução de solventes usados na produção do edifício, dando preferência a produtos com menores taxas de solventes em sua composição.

Na Noruega, Suécia e Holanda há exigências quanto ao projeto de instalações de ventilação, refrigeração e umidificação, procurando evitar o risco de contaminação do ar interior ao edifício por microorganismos nocivos à saúde.

No caso específico da Suécia, reconhece-se o risco de emissões a partir de materiais de construção, estruturais ou não, sendo preteridos aqueles com elevados níveis de poluentes. Dutos e outros componentes não podem ser feitos ou compostos por materiais que liberem poluentes no interior do edifício.

A Noruega possui uma legislação abrangente com relação aos materiais de construção. Além de considerar a energia incorporada nos materiais, há uma exigência de que materiais e produtos para o uso em construção sejam fabricados com consumo justificável de energia e evitando a poluição desnecessária, sendo preferível o uso de materiais e produtos com potencial para reciclagem. Outra exigência é de que o

projeto considere uma construção limpa e sem geração excessiva de resíduos através do adequado detalhamento e seleção de materiais.

- **Processo construtivo:**

Na maioria dos países analisados, os trabalhos relacionados à construção são regidos por legislação específica de saúde e segurança e em menor parte por legislação ambiental. Na Noruega a legislação trata de temas como emissões por materiais, escolha de materiais com menores emissões, redução de resíduos e efluentes, consumo de energia durante a construção e demolição (GAIA, 2004).

- **Planejamento:**

Segundo Gaia (2004, p.58),

Em algumas estruturas regulatórias as ligações são aparentes entre planejamento e a legislação edilícia com relação às exigências para integração com planos distritais para aquecimento (Suécia e Noruega) ou para prever flexibilidade para mudanças futuras e legislações para o entorno incluindo estacionamentos. Inevitavelmente preencher todas as exigências para promover o desenvolvimento sustentável irá requerer maior integração entre temas tipicamente tratados pelas legislações e aspectos de planejamento.

### 2.3.1. HQE – *Haute Qualité Environnementale* (CSTB)

O CSTB (*Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*) é um organismo público francês que trabalha junto ao mercado com estatuto jurídico semelhante a uma fundação, sendo formado por representantes do setor privado, da sociedade, de

órgãos públicos, cientistas e pesquisadores. Sua missão é desenvolver e aprimorar o Setor da Construção Civil, difundindo o conhecimento adquirido. Realiza avaliação de produtos e componentes da construção através de laboratórios de ensaio e normalização, com critérios de qualidade e eficiência desenvolvidos pelo próprio centro ou já existentes nas normas vigentes. Atua também na certificação de produtos a serem comercializados na União Européia e na certificação de Obras de Construção, onde 20 % de seus clientes são franceses e outros 20% não são europeus.

Através de sua atividade de certificação voluntária, o serviço oferecido pelo CSTB colabora na elevação do nível da construção civil no mercado, fortalecendo a demanda por melhores formas de construir e aumentando a concorrência entre as empresas do setor por melhores resultados em todo o processo construtivo. Como forma de comunicação com o mercado consumidor, mantém a atualização de um guia da associação de consumidores com as empresas avaliadas e certificadas. As áreas de avaliação e certificação são as seguintes:

1. **Qualificação das empresas de construção em geral:** qualificação do *metiêr* de cada empresa e disposição das mesmas aos critério de qualidade, através de 8 organismos de qualificação, entre eles o Qualibat (programa que inspirou o Qualihab brasileiro), qualipaysage, qualisport, optecc e qualiclimafroid;
2. **Certificação de produtos da construção:** iniciado ainda nos anos 60, já atinge cerca de 160 famílias de produtos certificados, através de 27

organismos certificadores, entre eles o NF, CSTBat e Ecolabel, gerando quatorze marcas de certificação e dois eco-selos;

3. **Certificação de sistemas de gestão:** concede certificações conforme referenciais internacionais, de forma progressiva, certificando inclusive processos operacionais (selos AF-AQ, Qualibat e Qualiprom);
4. **Certificação de serviços:** avalia os serviços referentes ao setor da construção em relação à conformidade com as normas, ao engajamento coletivo e aos engajamentos individuais (selos NFservice, CSTBatservice, AF-AQ);
5. **Certificação de obra:** avalia a eficiência ambiental através das *performances* parciais (ex: instalações elétricas, instalações hidráulicas, etc), incluindo manutenção e serviços associados (selos NF, PROMOTECH, Habitat & Environnementale);
6. **Certificação dos agentes da cadeia produtiva:** envolve a análise dos empreendedores, escritórios de arquitetura, incorporadores e construtores, escritórios de projeto de engenharia (foco em energia), especialistas de construção (peritos de segurança) e gestores de patrimônio (gerentes de *facilities*);
7. **Certificação de obras:** avalia o atendimento aos clientes, identifica boas práticas, determina os critérios de eficiência ou *performance*.

Esta metodologia de certificação é aplicada em três segmentos distintos dentro do setor da construção civil. O primeiro segmento é o de casas individuais, formado por empresas especializadas nesse tipo de construção. Neste segmento são realizadas auditorias semestrais nas empresas, onde se busca avaliar os seguintes itens:

- Comunicação com o cliente;
- Contrato de venda;
- Projeto da casa;
- Preparação do canteiro;
- Execução dos trabalhos;
- Entrega da obra – pós venda;
- Verificação do desempenho da casa: respeito ao contrato com cliente, respeito aos códigos de construção, conjunto de referenciais tecnológicos (cadernos de encargos), certificação e ensaios dos produtos e componentes empregados, fundação da casa (estudo geotécnico);
- Satisfação do cliente: cumprimento por parte das construtoras;
- Veracidade da publicidade dos empreendimentos;
- Informações passadas ao consumidor (todos os componentes identificados);
- Seguros e garantias (seguro de término da obra);
- Reparos pós-venda durante a vida útil

O segundo segmento que pode ter certificação voluntária é o dos conjuntos habitacionais coletivos e o terceiro é o de edifícios de serviços (*bâtiments tertiaires*).

Para este terceiro segmento foi desenvolvido o selo de excelência em desempenho ambiental HQE (*Haute Qualité Environnementale*).

O selo HQE de Alta Qualidade Ambiental dos Edifícios tem como missão controlar os impactos da construção no meio ambiente e criar espaços internos saudáveis e confortáveis – o cidadão francês passa cerca de 90% de seu tempo em ambientes confinados, sujeito à poluição do ar interno advinda das instalações e componentes (informação verbal)<sup>6</sup>. Para tanto o CSTB adota uma abordagem de gestão de projeto que visa obter qualidade ambiental do empreendimento de construção ou reabilitação e reformas, compreendendo dois sistemas: Gestão de Projeto e Avaliação da Qualidade do Ambiente Edificado.

Para concorrer voluntariamente ao selo o empreendedor deve fixar grandes temas prioritários para seu empreendimento (determinar dentro de um leque amplo de possibilidades: usos, local, paisagem, agentes, etc...) e organizar o empreendimento para atingir esses objetivos. O empreendimento será analisado pelo organismo CSTB em quatorze níveis sendo que: níveis 1, 2 e 3 correspondem à eco-construção; níveis 4, 5, 6 e 7 correspondem à eco-gestão; níveis 8, 9, 10 e 11 tratam do conforto e níveis 12, 13 e 14 à saúde dos usuários.

Assim, as quatorze categorias de preocupação são as seguintes:

---

<sup>6</sup> Informação concedida por Patrick Nossent em palestra intitulada “Certificações francesas para agentes do setor da construção civil e para empreendimentos” no I° **Workshop Projeto USP / COFECUB – Construção sustentável: avaliação e formas de obtenção**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 8 de dezembro de 2005.



1. relação do edifício com seu entorno:

- impactos quanto à acessibilidade, transporte e implantação;
- desenvolvimento urbano sustentável;
- qualidade do ambiente e dos espaços externos para usuários;
- mitigação dos impactos do edifício sobre a paisagem.

2. escolha integrada dos produtos, processos e sistemas de construção:

- alternativas construtivas duráveis e adaptáveis (mudanças de usos);
- soluções tecnológicas que facilitem a manutenção do edifício;
- escolha de produtos e componentes que limitem o impacto ambiental.

3. canteiro de obras com baixo impacto ambiental:

- otimização da gestão de resíduos da obra;
- redução dos incômodos gerados pelo canteiro.

4. gestão de energia:

- concepção arquitetônica visando otimizar consumo energético;
- redução do consumo de energia e priorizar recursos como energias renováveis (economizar energia ou produzir energias renováveis para consumo do edifício).

5. gestão da água:

- otimização da gestão das águas pluviais, combatendo a impermeabilização do solo, com aproveitamento da água coletada;

- redução do consumo de água potável, com diminuição da vazão, da pressão e aproximação do local de consumo de água quente do local de acúmulo, evitando perda de energia.

6. gestão de resíduo gerado pelo edifício em uso:

- otimização da valorização de detritos;
- fluxo interno dos detritos gerados (triagem) – capacidade de absorver detritos.

7. manutenção e perenidade das *performances* ambientais:

- sistema automatizado de gestão interna dos equipamentos de ventilação, iluminação, água e outros (direcionamento para edifícios inteligentes).

8. conforto higrotérmico:

- explorar concepção arquitetônica para obtenção de conforto interno nas diferentes estações.

9. conforto acústico:

- em que medida os ruídos externos interferem no espaço interno e vice-versa.

10. conforto visual:

- otimizar iluminação natural e diminuir seus inconvenientes (ofuscamento pelo excesso de luz);
- garantir uso confortável da energia artificial.

11. conforto olfativo<sup>7</sup>:

- Ventilação eficaz;
- Assegurar que a ventilação não traga odores externos (no entanto, controlar ventilação excessiva).

## 12. qualidade sanitária dos espaços:

- Limitação dos incômodos de natureza eletromagnética (redução dos campos eletromagnéticos);
- Criação de condições de higiene específicas ligadas ao uso do edifício (hospitais, creches, etc...).

## 13. qualidade sanitária do ar:

- Garantia de uma ventilação eficaz;
- Controle das fontes de poluição, escolhendo materiais e componentes apropriados (ex: produtos de limpeza produzem emissão muito grande de poluentes).

## 14. qualidade sanitária da água:

- Escolha dos materiais para os sistemas internos;
- Organização e proteção do reservatório interior;
- Diminuir a temperatura;
- Manutenção dos tratamentos anti-corrosão.

---

<sup>7</sup> Expressão destacada por Patrick Nossent

As quatorze fases citadas são analisadas dentro de três etapas estruturais do empreendimento, quais sejam:

- **PROGRAMA:** são definidos os objetivos do empreendimento e as prioridades de atendimento. O programa é avaliado e certificado.
- **CONCEPÇÃO:** compreende a concepção do projeto, as respostas técnicas e arquitetônicas. A concepção é avaliada e certificada.
- **REALIZAÇÃO:** como término da obra, avaliação para constatar se os objetivos foram alcançados. Se positivo, a obra é certificada.

Nesta estrutura de certificação, o papel dos empreendedores é basicamente a definição dos objetivos e a definição e manutenção do sistema de gestão do empreendimento, cabendo ao organismo certificador as auditorias nas três etapas citadas.

As vantagens observadas no contexto francês pela certificação voluntária, em particular pelo selo HQE, é a receptividade do empreendimento pelo mercado de construção. Os bancos estão concedendo financiamentos mais eficientes aos empreendimentos de construção sustentável e as prefeituras têm oferecido privilégios a estes tipos de edificação (instrumentos de mercado como exoneração fiscal). Além disso, o preço desses imóveis tem ganhado valor real de mercado.

#### 2.4. **Informação para os tomadores de decisão: cartilhas de boas práticas**

A divulgação do conceito de sustentabilidade no setor da construção, bem como a divulgação de dados concretos a respeito dos impactos ambientais do setor, estratégias para implementação do conceito na prática e exemplos bem sucedidos é destacada de maneira geral pelas Agendas 21 para Construção Sustentável (CIB, 1999) e Construção Sustentável para Países em Desenvolvimento (CIB e UNEP-IETC, 2002). A divulgação dessas informações tem por objetivo preencher uma lacuna entre o conhecimento acadêmico e a prática do mercado. Dentro do contexto dos países em desenvolvimento, vale lembrar, há uma grande parcela do setor da construção que acontece pelas vias da informalidade, onde a organização de uma estrutura de trabalho pela sustentabilidade fica difícil de ser efetivada. Fazer com que a comunicação a respeito da sustentabilidade atinja o consumidor final da construção informal parece ser uma tarefa que ultrapassa as possíveis integrações entre os diversos agentes envolvidos na cadeia.

Uma das possíveis estratégias para divulgação da sustentabilidade na construção, e que já tem sido utilizada de maneira sistemática na Europa, é a produção de cartilhas de boas práticas, que podem ser voltadas tanto para os profissionais da área quanto para o usuário final, informando-o a respeito dos benefícios e vantagens de uma abordagem ambientalmente responsável.

Um exemplo é a cartilha-guia desenvolvida pelo Conselho de Enfield, um dos maiores distritos de Londres, direcionada aos projetistas e planejadores. São

abordados temas como eficiência energética e conservação de energia, projeto e layout dos edifícios (levando em conta principalmente a orientação correta e correto posicionamento das aberturas), isolamento térmico, iluminação e ventilação natural, desempenho das janelas, coeficientes de transmissão térmica desejáveis para telhados, paredes e pisos naquela região, além de sistemas e equipamentos próprios para conservação de energia e redução do consumo de água no uso do edifício.

Ainda sobre iniciativas adotadas na realidade do Reino Unido, a cartilha desenvolvida pelo Conselho de Cambridgeshire volta-se para empreendedores, apresentando estudos de caso (*best practices*) de sucesso em habitações e edifícios institucionais. Para cada estudo de caso, apresenta-se os objetivos lançados, as estratégias de projeto, os objetivos que foram efetivamente alcançados e as lições tiradas de cada caso, incluindo em alguns deles o custo da obra em relação à prática corrente.

No Brasil, o Banco Real – ABN AMRO – lançou um guia de boas práticas para construção civil voltado para o mercado e empreendedores. O guia apresenta primeiramente o programa de incentivo do banco à construção sustentável chamado Real Obra Sustentável, que “estimula iniciativas que apresentem soluções para as interferências socioambientais da construção” (BANCO REAL, 2007). O programa baseia-se nas seguintes premissas para o empreendimento:

- Atendimento à legislação e justiça social: construir de forma responsável atendendo à legislação trabalhista, fiscal e ambiental, estendendo aos fornecedores e parceiros essas boas práticas;

- Fazer mais que o possível: buscar práticas que vão além do que a legislação obriga;
- Reduzir, reutilizar e reciclar: repensar o empreendimento, reduzindo perdas e evitando o desperdício de materiais de construção, gerenciando corretamente os resíduos e incentivando primeiro sua reutilização quando possível e depois a sua reciclagem, inclusive pela aquisição de materiais de construção reciclados;
- Eficiência energética das edificações: buscar sistemas de energia que reduzam o consumo e o desperdício, optando por alternativas energéticas menos impactantes;
- Conservação da água: verificar a viabilidade de implantação de sistemas de reuso de água e de tecnologias para boa gestão do consumo e do desperdício;
- Conservação da biodiversidade e dos recursos naturais: buscar materiais e processos que reduzam a utilização dos recursos naturais e que contribuam para a manutenção da biodiversidade;
- Melhoria da qualidade do ar interior e proteção à saúde: priorizar o uso de materiais que não utilizem produtos tóxicos na fabricação (como tintas e vernizes) nem produtos que liberem gases tóxicos durante sua aplicação ou uso (como vários produtos de construção e de limpeza);
- Durabilidade: priorizar projetos que se preocupam com a vida útil dos materiais utilizados, ajudando a evitar desperdícios;
- Monitoramento do desempenho da edificação: Implantação de técnicas e equipamentos que permitam a medição e o monitoramento do desempenho ambiental da edificação durante a execução da obra e na fase de ocupação;

- Melhoria da qualidade do processo construtivo: buscar maneiras de fomentar a adoção de boas práticas socioambientais por seus fornecedores e clientes;
- Interesse social: construir buscando a melhoria da qualidade de vida dos funcionários e da comunidade do entorno.

O programa Real Obra Sustentável parte do estabelecimento de um plano de negócios por parte da empresa requerente. A partir do estabelecimento deste plano, são avaliados em primeiro lugar a empresa (risco socioambiental), depois é avaliado o projeto proposto (viabilidade do projeto) e, num terceiro passo, avaliada a obra (vistoria técnica ambiental). Por último é dado um *feedback* semestral dos resultados encontrados na avaliação da construção para a construtora responsável.

Em seguida, no guia apresentado, são levantados uma série de tópicos caracterizados como boas práticas para a sustentabilidade na construção civil. Esses tópicos são os seguintes:

#### 1. Planejamento:

- Verificação de necessidades dos públicos envolvidos (*stakeholders*);
- Capacitação dos agentes envolvidos e difusão das boas práticas ambientais;
- Estudo de viabilidade ambiental;

#### 2. Concepção:

- Eficiência energética;
- Conforto ambiental do edifício;
- Conservação da água;



- Seleção de materiais;
- Saúde e conforto do usuário;
- Qualidade do empreendimento;

### 3. Construção:

- Recomendações quanto à demolição;
- Logística e segurança nos canteiros de obras;
- Gestão de resíduos sólidos e efluentes;
- Comunicação com a comunidade do entorno do empreendimento;
- Relacionamento com funcionários;
- Relacionamento com fornecedores e parceiros.

Por fim o guia apresenta na forma de estudo de caso a agência do Banco Real construída em Cotia, certificada com o selo *LEED* de eficiência energética e sustentabilidade.

Os itens formadores dos tópicos que constituem as boas práticas destacadas pelo guia conseguem abarcar de forma geral as questões relativas à sustentabilidade na construção na realidade brasileira. A busca pela definição do ciclo de vida da construção ainda no planejamento, indicada na cartilha, é de grande importância. No entanto não são destacadas as ferramentas para que essa definição se concretize de fato.

Quanto à concepção do projeto, apesar de tocar em itens de grande importância, o guia não orienta quanto à questão da implantação e orientação do edifício (definição das fachadas com maior insolação) como o guia desenvolvido pelo Conselho de Enfield. Embora essa possa ser uma questão considerada básica e de relativo

“conhecimento geral”, observa-se que na prática, em significativa parte dos edifícios construídos, a orientação dos mesmos não segue critérios de conforto ambiental. O guia cita no item sobre conforto do usuário a importância do correto posicionamento do edifício no lote, levando-se em conta as características bioclimáticas da região sem, no entanto, apontar claramente a orientação preferencial para o contexto brasileiro (ou para os contextos brasileiros, dadas as dimensões continentais do Brasil).

Em relação aos materiais definidos para a construção, a cartilha destaca a importância da escolha de materiais locais, fabricados nas proximidades do empreendimento, evitando-se as grandes distâncias de transporte. Além disso, incentiva a escolha de materiais com baixa energia incorporada (no entanto não cita como obter essa informação e nem como ser aferida a validade dos dados apresentados pelo empreendedor), duráveis e de preferência desmontáveis, para fácil manutenção e substituição. Dá-se preferência também para os sistemas construtivos modulares, cuja montagem evita desperdícios no processo construtivo e tornam o ambiente da obra mais limpo, além de demandarem menor consumo de água.

Outra abordagem interessante e de grande importância levantada pelo guia é a necessidade de desenvolvimento pelo empreendedor de um manual de uso e operação do imóvel, para orientação dos usuários e da própria gestão da administração do edifício no decorrer de sua vida útil.

## **CAPITULO 3**

### **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL NO CONTEXTO BRASILEIRO**

#### **3.1. A cadeia da construção civil no Brasil**

A compreensão do contexto em que se insere o projeto e produção de edifícios voltados à sustentabilidade pode ser determinante da realização dos objetivos propostos pelo empreendimento, seja ele de menor ou maior dimensão. A amplitude do conceito de sustentabilidade exige o conhecimento do máximo de variáveis envolvidas no momento de projeto. Na tomada de decisões, com a especificação de materiais e sistemas construtivos, deveria ser considerado todo o ciclo de vida dos componentes empregados na construção: qual o impacto sobre as reservas de agregados primários, qual a possibilidade de reciclagem futura e qual o nível de geração de resíduos no processo construtivo são exemplos da extensão das decisões projetuais.

Assim, conhecer o funcionamento da indústria da construção, suas condicionantes, seus impactos e seus braços de atuação, torna-se necessário para que as decisões na fase de projeto não sejam tomadas com base em informações parciais ou idéias pré-concebidas que costumam ser divulgadas sem o respaldo esperado.

A construção é um setor de atividade importante e que ocupa um espaço vital na economia. Entre seus produtos gerados pela atividade do setor estão casas, edifícios, escolas e hospitais, indústrias e escritórios, ruas, estradas, pontes e

viadutos, redes de telecomunicação, saneamento etc. Todos estes bens já construídos constituem um capital disponível para a geração de renda na sociedade. No entanto, é durante a produção de materiais e execução das obras que a cadeia da construção movimenta um conjunto vasto de atividades econômicas que respondem por uma parcela elevada do PIB brasileiro. Segundo a União Nacional da Construção (2006, p.30)

A exata dimensão da cadeia da construção pode ser percebida a partir do esforço de quantificá-la e qualificá-la. Sua geração de riqueza, medida pelo valor adicionado (VA) de todos os seus elos, correspondeu, a R\$ 181,5 bilhões, o equivalente a 13,0% do PIB brasileiro em 2003. Esse montante é muito próximo do valor das despesas com produtos da construção, que somou R\$ 192,9 bilhões em 2003 – ou 13,8% do PIB brasileiro, sendo que a diferença corresponde ao valor das matérias-primas adquiridas de todos os setores de atividade econômica pelos fornecedores de matérias-primas para a indústria de materiais de construção.

Neste contexto, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), as construtoras com atividade formalizada podem ser agrupadas em seis grandes grupos: preparação de terreno; construção de edifícios e obras de engenharia civil; obras de infra-estrutura para engenharia elétrica e telecomunicações; obras de instalações; obras de acabamento; aluguel de equipamentos de construção e demolição. Na parte informal da construção, são três os ramos de atuação que se distinguem pela finalidade ou pelo contratante dos serviços: obras de manutenção e reparos de edificações residenciais; obras de construção e reformas de edificações residenciais; e outras obras informais, que incluem a outra parte da autoconstrução (aquela realizada pelas próprias famílias) e empreitadas subcontratadas por construtoras (UNIÃO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 2006).

As construções consideradas informais pela CNAE, responsáveis pelo chamado “consumo formiga”, respondem por cerca de 70% das construções de unidades

habitacionais produzidas no país, hoje ainda mais estimuladas pelas linhas de financiamento para compra de materiais com prazos longos. O desempenho do “consumo formiga” não é uniforme em todo o país, variando de 25% a até 80% de todo o consumo de cimento, por exemplo, dependendo da região analisada. No Estado de São Paulo, por exemplo, predomina em peso o consumo de materiais de construção para as obras de grande porte. Vale destacar, no entanto, que 60% do consumo formiga de cimento está nas classes de renda mais alta, segundo pesquisa do SNIC (Sindicato Nacional da Indústria de Cimento, 2006).

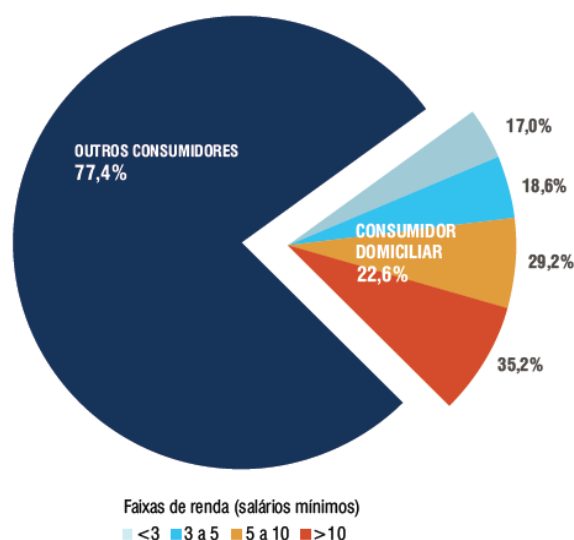


Gráfico 5: Participação do consumidor domiciliar no total do consumo aparente de cimento e divisão por faixa de renda (em %)

Fonte: IBGE – POF 2002/2003 apud SNIC, 2006

A atividade de construção civil gera reflexos além de seus resultados imediatos, ou seja, a construção dos diversos bens tem resultados que vão além dos benefícios direcionados aos usuários finais, gerando durante sua produção, impactos sociais, econômicos e ambientais relevantes, destacados pela União Nacional da Construção (2006, p.27)

Para construir uma casa, ou um edifício, as empresas utilizam recursos físicos, financeiros e humanos. Quando o imóvel fica pronto, a sua negociação envolve outras pessoas ou empresas, como os agentes de vendas e os bancos, que vão financiar a compra da casa ou do apartamento. Na verdade, a atividade de construir é uma parte de um grande e complexo processo. É o conjunto dessas atividades que forma a grande cadeia produtiva da construção. O termo cadeia de produção pode ser apropriadamente utilizado para o setor quando estamos considerando todos os elos pelos quais se passa até que o imóvel chegue ao comprador final.

No centro de todo o processo está a indústria da construção, por seu tamanho relativo e por ser a parte que determina a demanda aos demais elos. A cadeia produtiva da construção civil comporta quatro grandes grupos de atividades interconectados cuja relação de dependência e contribuição relativa pode ser entendida através da Figura 3:

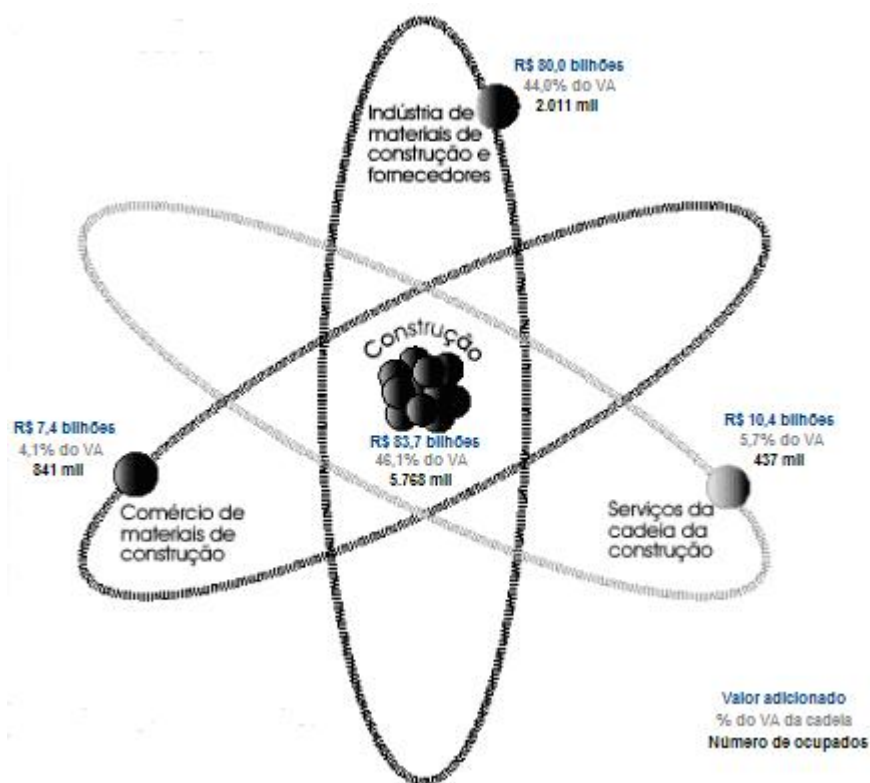


Figura 4: A cadeia produtiva da construção civil

Fonte: FGV (2006), A tributação na indústria brasileira de materiais de construção. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo

Um exemplo do alcance das decisões em projeto pode ser dado através de um imóvel qualquer que foi edificado por uma construtora que, para tanto, contratou

mão-de-obra, adquiriu materiais de construção e serviços e investiu capital para realizar o negócio. É importante observar que a idéia de cadeia produtiva não é fechada em si mesma, pois cada material de construção empregado na obra tem sua própria cadeia produtiva. A chapa compensada utilizada na edificação, por exemplo, pertence à cadeia produtiva da madeira. Essa cadeia inicia-se na extração vegetal, passa pelo comércio de produtos *in natura* e chega às serrarias, onde é transformada em chapas.

A União Nacional da Construção (2006) destaca, além das construtoras já mencionadas anteriormente, os demais elos que compõem a cadeia produtiva da construção civil: (i) os vários segmentos da indústria, aqueles que produzem materiais de construção; (ii) segmentos do comércio varejista e atacadista; e (iii) várias atividades de prestação de serviços, tais como serviços técnico-profissionais, financeiros, comercialização e locação de imóveis e seguros.

No que diz respeito à indústria de materiais de construção, podem ser destacadas oito cadeias de produção: (1) madeira, (2) argilas e silicatos, (3) calcários, (4) materiais químicos e petroquímicos, (5) siderurgia, (6) metalurgia de não-ferrosos, (7) materiais elétricos, e (8) máquinas e equipamentos.

Vale mencionar que a operação da construção civil também é consumidora de serviços industriais de utilidade pública, tais como água, esgoto e energia elétrica.

A cadeia da construção engloba um conjunto de atividades industriais, comerciais e de serviços voltado particularmente para a economia doméstica. A grande parcela de informalidade presente no setor (48,3% da oferta total da cadeia da construção

civil brasileira em 2003) compromete aspectos como produtividade e qualidade de seus produtos, além dos aspectos éticos envolvidos. Dentro da cadeia da construção, os rendimentos relativos às remunerações em 2003 foi maior junto à construção de edifícios (52,3%), seguido pela produção de materiais de construção (25,7%) e pelo setor de comércio e serviços (21,9%).

### **3.2. A indústria de materiais de construção**

Dados divulgados pela União Nacional da Construção (2006) mostram que a indústria de materiais de construção respondeu por 2,7% do PIB em 2003. O valor adicionado da indústria formal de materiais de construção em 2003 foi de R\$ 29,3 bilhões, o que representou 16% da cadeia da construção, sendo que 19,7% desse valor foi gerado pela fabricação de cimento. Em segundo lugar, em termos de importância relativa, vem a fabricação de produtos cerâmicos, com 9,1% do valor adicionado, seguida pela siderurgia, que contribuiu com 8,1% em 2003.

A parcela informal respondeu por uma produtividade menor, contribuindo com menos de um terço da produção da indústria formal e com a ocupação de cerca de 268 mil pessoas.

A produtividade média dos diversos segmentos da indústria de materiais de construção também apresenta diferenças marcantes entre eles, em função, evidentemente, das distintas estruturas produtivas. Os segmentos com produtividade média mais elevada são aqueles mais capital-intensivos: cimento, siderurgia,



metalurgia de metais não-ferrosos, produção de ferro-gusa e ferro-liga, os quais contrastam com a produtividade mais reduzida da fabricação de produtos cerâmicos, por exemplo. O valor adicionado das empresas que fornecem matérias-primas para as indústrias de materiais de construção somou R\$ 42,1 bilhões em 2003, ou ainda, cerca de 3% do PIB brasileiro (União Nacional da Construção, 2006).

Segundo a Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB, 2002), pela grande participação e demanda de materiais de construção, é sobre a indústria de materiais que recai uma boa parte da responsabilidade por promover uma maior contribuição para a sustentabilidade ambiental.

A agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB, 2002, p.13-14) destaca que

O ponto mais simples para começar a se avaliar a indústria da construção é observar o seu consumo de energia e emissões de gases geradores do efeito estufa. Os maiores culpados em termos de mudanças climáticas são os materiais que formam a base da construção moderna – concreto e aço. É usado o dobro de concreto nas construções formais ao redor do mundo do que o total de todos os outros materiais de construção juntos – incluindo madeira, aço, plástico e alumínio. A produção de cimento é, depois da queima de combustíveis fósseis, o maior contribuinte antropogênico de emissões de gases geradores do efeito estufa. Fornos de cimento foram identificados como uma fonte estacionária de óxidos de nitrogênio, liberando mais de 25 toneladas por ano. Embora o cimento componha apenas 12 a 14% do concreto final, a energia incorporada adicional vem do transporte e extração dos agregados e, no caso do concreto reforçado, da fabricação do aço.

O aço é um dos materiais de maior energia intensiva. Juntos, a produção de ferro e aço é responsável por 4,1% do consumo global de energia. A fabricação e uso final de ambos os materiais também pode significar consumo intensivo de água. Atividades de construção, sejam através da fabricação de materiais de construção, ou através do processo de construção, também levam a um número significativo de problemas ambientais. Isto inclui poluição sonora, poeira e contaminação através de resíduos tóxicos.

Além da energia incorporada nos materiais e produtos de construção, e da emissão de gases geradores do efeito estufa associados, massiva poluição ambiental também ocorre durante o processamento de matérias primas e fabricação dos produtos. (...) A produção de aço, ferro e metais não ferrosos, bem como a produção de outros materiais de construção como cimento, vidro, (...) e tijolos, é responsável por 20% das emissões anuais de dioxinas e furanos. Isso exclui emissões atribuídas à produção e uso do

PVC e outras substâncias cloradas usadas pela indústria da construção como tintas, selantes, plásticos e preservativos para madeira, cujas contribuições ainda não estão disponíveis. Infraestrutura para estradas de rodagem, especialmente a pavimentação com asfalto, contribuí com mais de 1% das emissões anuais de dioxinas. O volume principal das emissões de dioxina (69%) vem da incineração de lixo municipal. A incineração de resíduos de madeira tratada, revestimentos para pisos e fios e cabos elétricos advindos da atividade de demolição dá uma significativa contribuição a esse quadro.

O quadro 9 relaciona o consumo de energia durante a produção dos principais materiais de construção no Brasil:

<b>Material</b>	<b>KWh/Kg</b>	<b>KWh/m<sup>3</sup></b>	<b>CARVÃO (Kg)</b>
MADEIRA SERRADA	0.7	350	0.8
CIMENTO	1.4	1 750	260
CONCRETO	0.3	700	25
TIJOLOS	0.8	1 360	140
AÇO	5.9	46 000	1 000
PLÁSTICO PVC	18.0	24 700	1 800
ALUMÍNIO	52.0	141 500	4 200

Quadro 9: Consumo de energia na produção de materiais de construção no Brasil  
 Fonte: Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB, 2002)

### **3.2.1. A cadeia produtiva do aço**

Dentre os insumos empregados na produção do aço, os principais são o minério de ferro, o carvão, a sucata e a energia elétrica. A importância relativa entre esses insumos depende da rota tecnológica adotada pela usina: nas usinas integradas destacam-se o carvão mineral e o minério de ferro, enquanto que nas usinas semi-integradas o principal insumo é a sucata.

Nas usinas integradas, o minério de ferro é transformado em produtos semi-acabados ou acabados (laminados), requerendo a estrutura de coqueiras, alto-fornos, aciaria e laminadores. O processo de produção desenvolvido nas usinas integradas envolve três fases distintas: processo de redução, processo de refino e a laminação de produtos semi-acabados.

O objetivo principal da primeira fase, o processo de redução, é transformar o minério de ferro em ferro-gusa. Esta fase envolve os equipamentos de coqueria, que transforma o carvão mineral em coque, e o alto-forno, cujo produto final é o ferro-gusa. A obtenção do minério de ferro, encontrado na natureza na forma de óxido de ferro, e do carvão mineral, utilizados nesta fase, envolve processos de mineração de alto impacto ambiental. A fase de refino processa o aço propriamente dito nas aciarias, realizando sua solidificação. A fonte de energia utilizada nessa fase é o próprio calor imanente do gusa líquido. É durante o refino que é realizado o ajuste da quantidade de carbono, entre outros elementos de liga, à proporção necessária para que se atinja as propriedades desejadas e a redução a níveis aceitáveis de elementos residuais, como enxofre, nitrogênio e oxigênio.

A fase de laminação transforma os produtos semi-acabados (placas, blocos e tarugos) em produtos acabados para comercialização. Além do minério de ferro e do carvão o processo integrado de produção de aço requer o uso de fundentes como o calcário nos altos-fornos e oxigênio líquido nos conversores durante o refino.

As usinas semi-integradas desenvolvem somente as últimas duas fases do processo realizado pela rota tecnológica das integradas, uma vez que seu insumo principal é a sucata de ferro. É realizada a depuração química da carga metálica em fornos elétricos ao arco, sendo a eletricidade a fonte de energia preponderante durante o processo. Como a matéria prima empregada, a sucata ferrosa, já conta com carbono em sua constituição, não é necessária a utilização do carvão mineral nem mesmo na composição química. Após a fabricação do aço, ele é laminado.

Estas usinas também são designadas como *mini-mills* (mini usinas) justamente por sua característica mais compacta na planta de produção.

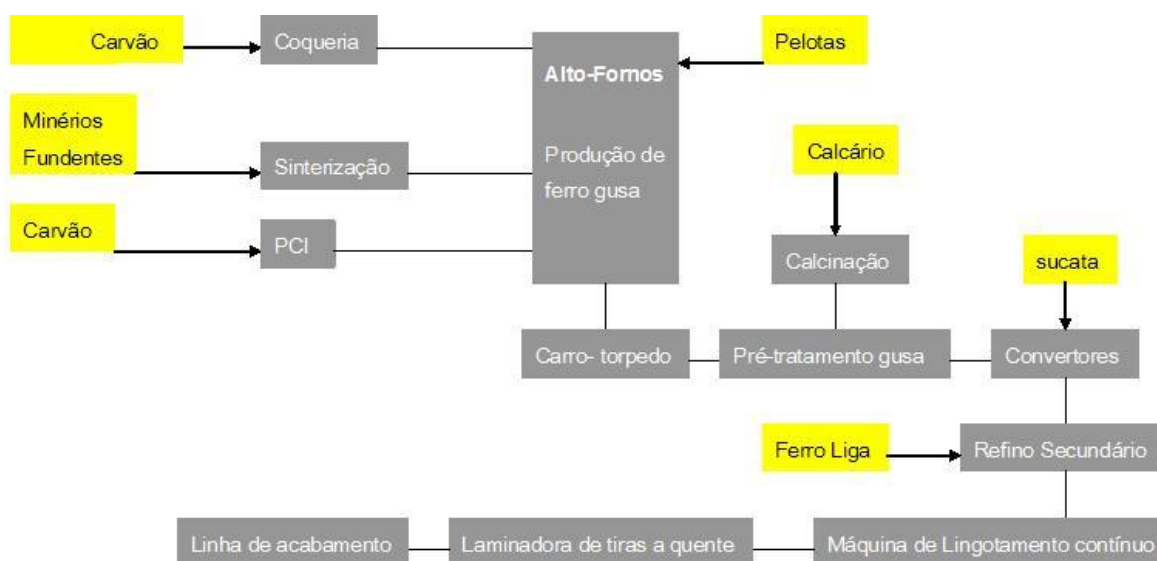


Figura 5: Linha de Produção do Aço

Fonte: Companhia Siderúrgica de Tubarão in: <http://www.cst.com.br/index.shtml> acessado em 12/05/06

Há também as usinas integradas de redução direta, que combinam as características das plantas tradicionais com as semi-integradas. Nessas usinas o ponto de partida é o minério de ferro convertido em sua forma DRI (*directly reduced iron*) em fornos elétricos cujo agente redutor é o gás natural (processo alternativo ao alto forno). Neste processo são fabricados produtos de maior valor agregado, uma vez que o DRI não possui a quantidade de impurezas presente na sucata ferrosa.

Em ambas as rotas tecnológicas possíveis, o minério de ferro utilizado costuma ser beneficiado antes de seu emprego. Este beneficiamento pode se dar através da sinterização (aglomeração de finos de minério) ou da pelotização. Também o carvão mineral deve ser beneficiado antes de seu emprego direto nos altos-fornos. Seu processo de beneficiamento é chamado coqueificação, sendo realizado nas coquearias, sendo este processo altamente poluidor. O emprego do coque tem sido substituído pela adição direta de finos de carvão nos altos-fornos, medida esta com reflexos na minoração dos impactos ambientais e do custo do insumo.

Outros insumos são utilizados durante a produção do aço, de caráter especializado e de participação reduzida, como as ferro-ligas, os refratários, os eletrodos e os insumos metálicos para revestimento do aço.

Os dados apresentados pelas siderúrgicas e produtoras de aço apresentam um quadro de desenvolvimento na direção de redução de impactos ambientais. Segundo o CBCA (CENTRO BARSILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO, 2006), as emissões de CO<sub>2</sub> caíram pela metade e a emissão de partículas aéreas foi reduzida em mais de 90%, pois são depositadas em dispositivos de filtragem e são quase que totalmente recicladas. A busca da melhoria contínua no processo de produção envolve a redução no consumo de água (usada em abundância na lavagem do gás

em alto-forno e na decantação de material particulado) em aproximadamente 50% desde 1960. Os gases residuais são utilizados na produção de energia nas próprias usinas e praticamente metade de toda a produção mundial de aço ocorre em siderúrgicas elétricas de matriz semi-integradas, que operam alimentadas exclusivamente com sucata reciclada e não geram emissões de CO<sub>2</sub> (CBCA, 2006).

A escória resultante da produção do ferro-gusa e aço tem sido empregada como matéria mineral para a construção de estradas, como lastro, ou na produção de cimento. A substituição do clínquer usado como base para produção do cimento, pela escória da indústria do aço aumenta a vida útil das jazidas de calcário, reduz o consumo de óleo combustível e diminui a emissão de poluentes daquela indústria. Segundo dados do CBCA (2006),

[...] o processamento desta escória dos alto-fornos em cimento sem nenhum tratamento adicional evita a extração de 4,5 milhões de toneladas de calcário por ano, economiza 350.000 toneladas de carvão e reduz as emissões de CO<sub>2</sub> em 2 milhões de toneladas. Todas as principais produtoras siderúrgicas da Europa têm certificação ISO 14.001.

### 3.2.2. A cadeia produtiva do cimento

Dados publicados pelo *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2002) apontam para o cimento como a segunda substância de maior consumo no planeta, atrás apenas da água. Estima-se que sejam consumidas aproximadamente três toneladas de cimento anualmente por pessoa no planeta.

O cimento é o ingrediente principal do concreto, mantendo juntos areia e granulados formando uma matriz inerte. Trata-se de um dos principais materiais de construção

atuais, tanto para a construção de habitações e edifícios, bem como infra-estrutura básica, como pontes, estradas, etc.

Os insumos principais para a produção de cimento são o calcário e a argila. Estes elementos são extraídos da natureza através da mineração em jazidas. O calcário e a argila são usados para a produção do componente básico do cimento, o clínquer. Para cada tonelada de cimento produzido, são necessárias 1,3 toneladas de calcário. A mistura para produção do clínquer é composta em média 90% por calcário e 10% por argila. O forno para a produção de clínquer é alimentado por combustíveis sólidos (energia térmica utilizada no processo). Após a produção do clínquer, podem ainda serem adicionados ao processo calcário e escória.

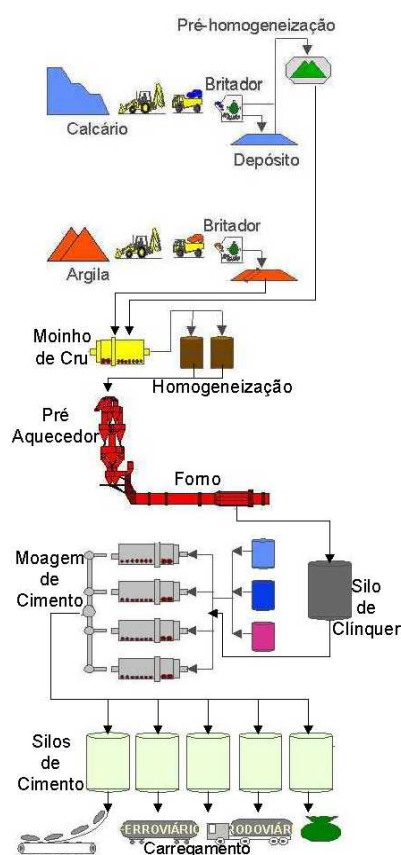


Figura 6: Linha de produção do cimento

Fonte: Holcim (2006) disponível em <http://www.holcim.com/BR/PT/id/1610640326/mod/gnm20/page/editorial.html>

A cadeia de produção do cimento gera vários impactos ambientais, dentre eles os processos de mineração e o alto consumo energético durante todo o processo são os principais, além das emissões gasosas. Um dos principais desafios atuais da indústria cimenteira global é a redução das emissões de CO<sub>2</sub> durante o processo de produção. Neste sentido, foi firmado um compromisso de redução das emissões gasosas entre as principais cimenteiras em atividade no mundo com o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD, 2002).

Apesar dos altos impactos ambientais gerados na cadeia produtiva, a adoção de uma série de boas práticas pode reduzir aqueles de maior peso em todo o processo.

Estas práticas percorrem toda a cadeia produtiva, começando, por exemplo, nos insumos básicos de produção. A argila e o calcário, que são usados na produção de clínquer e são extraídos em atividade mineradora, podem ser substituídos, em parte, por matérias-primas alternativas, como a escória siderúrgica de alto forno.

A substituição da matéria-prima pode aperfeiçoar o processo produtivo, reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>, que é liberado durante a produção do clínquer, e aumentar a vida útil das jazidas de calcário e argila.

Os próprios fornos para produção de clínquer podem receber como combustível sólido, materiais não aproveitáveis para reciclagem advindos de outros processos produtivos, como borras de tinta, resinas, graxas, embalagens sujas, partes de borracha, etc.

Há uma vantagem no uso desse tipo de material como combustível sólido pois o poder calorífico desses resíduos permite a redução do uso de combustíveis



tradicionais na produção do clínquer, poupando recursos não renováveis (HOLCIN, 2005).

Outro insumo altamente consumido na produção do cimento é a água. A água é utilizada no processo para resfriar os equipamentos utilizados e os fluxos gasosos. A água utilizada no resfriamento dos fluxos gasosos é absorvida durante o processo, sendo liberada em parte na forma de vapor sem contaminação por efluentes industriais.

Já a água para resfriamento dos equipamentos sofre contaminação por óleo. Esta água deve passar por processos de controle da poluição (separadores água/ óleo) e o efluente pode ser reaproveitado em parte no processo de produção.

Na produção de concreto, para cada m<sup>3</sup> de concreto são necessários 300 a 400 litros de água, dos quais cerca de 60% vão para o preparo do produto e 40% para lavagem do caminhão de concreto. Boas práticas para conservação da água apontam para:

- Implementação de sistema de decantação para reaproveitamento da água nas centrais de produção;
- Tratamento do efluente gerado pela lavagem interna dos balões dos caminhões-betoneiras;
- Captação de água de chuva nas centrais concreteiras para formação de reservatório.

A energia, como comentado, é um dos principais insumos na produção do cimento. A energia elétrica é fornecida pelas concessionárias através das linhas de transmissão. A energia térmica, mais significativa no processo produtivo no forno de

clínquer, consome grande quantidade de combustível sólido. Este tipo de energia possui alto impacto na composição dos custos de produção. Uma alternativa viável aos combustíveis tradicionais para os fornos de clínquer são os combustíveis alternativos renováveis, como a biomassa (moinha do carvão vegetal).

Outra alternativa para o funcionamento dos fornos de clínquer é a energia gerada pelo co-processamento de resíduos industriais. No co-processamento, o conteúdo mineral do resíduo é utilizado como matéria-prima na produção do clínquer e a parcela orgânica substitui parte do combustível necessário para o funcionamento dos fornos.

Estima-se que anualmente são geradas cerca de 3 milhões de toneladas de resíduos não-recicláveis no Brasil. Desses 3 milhões apenas cerca de 820 mil toneladas têm uma destinação ambientalmente correta (HOLCIN, 2005).

Outro importante impacto na cadeia é a emissão de poeiras e ruídos. Tanto a proximidade das concreteiras dos centros urbanos (tempo para aplicação do concreto usinado) como as atividades mineradoras de extração de agregados produzem poeira e ruídos. As boas práticas neste campo apontam para:

- Instalação de filtros na parte superior dos silos das centrais de concreto;
- Enclausuramento dos pontos de carga para reduzir a emissão de pó e ruído;
- Instalação de sistemas de tratamento de água, com decantação e separador de óleo, nas centrais de concreto;
- Construção e adequação das áreas de limpeza das betoneiras após as operações, com o reaproveitamento da água usada no processo de lavagem da via de decantação.

Um dos mecanismos reguladores para as empresas de mineração, em que se enquadra a indústria do cimento, é o Decreto Federal de 1989, obrigando as empresas a elaborar o seu PRAD, ou Planos de Recuperação da Áreas Degradadas. A recuperação das áreas mineradas deve ser prevista, preferencialmente, já no Plano para fechamento da mina, e deve ser aprovado pelo IBAMA. Estes planos devem prever, entre outras ações:

- Desmonte de benfeitorias;
- Subsolagem de superfícies adensadas;
- Acondicionamento dos resíduos;
- Reabilitação das áreas de brejo;
- Controle do escoamento pluvial superficial;
- Revegetação primária;
- Plantio de árvores e arbustos;
- Inserção de corredores faunísticos;
- Monitoramento da qualidade das águas da região.

A GRI (*Global Report Initiative*), instituição internacional que visa desenvolver e disseminar um modelo de comunicação sobre os impactos econômicos e ambientais nos negócios, divulgou uma lista de indicadores ambientais utilizada por indústrias de cimento em atividade no Brasil. São eles:

Para o segmento de cimento:

- Consumo de matérias-primas e insumos (% de resíduos e escória utilizados);
- Energia (consumo direto);

- Emissões, efluentes e resíduos;
- Impactos ambientais relevantes (exploração de jazidas de calcário e argila);
- Gastos ambientais (investimentos x despesas);
- Conformidade (autuações)

Para o segmento de concreto:

- Consumo de matérias-primas e insumos (cimento, areia e brita);
- Emissões, efluentes e resíduos;
- Gastos ambientais;
- Conformidade (autuações)

Para o segmento de agregados:

- Consumo de matérias-primas e insumos (aço, lubrificantes, combustíveis e explosivos);
- Energia (hidrelétrica, queima de combustíveis e explosivos);
- Água;
- Biodiversidade (áreas de terra utilizadas na atividade de produção);
- Emissões, efluentes e resíduos;
- Conformidade (autuações).

No Brasil, o consumo médio de cimento *per capita* foi de 205kg/ habitante em 2005. Esse dado mostra que o consumo caiu se comparado a anos anteriores. O gráfico 6 a seguir ilustra a queda no consumo de cimento de 1999 a 2005.



Gráfico 6: Participação do Brasil no consumo mundial de cimento (%)

Fonte: SNIC, 2007

A indústria brasileira já aderiu amplamente ao co-processamento (queima de resíduos industriais perigosos e passivos industriais durante o processo de fabricação de cimento), sendo que das 47 fábricas integradas com fornos instaladas no Brasil, 36 estão licenciadas para co-processar resíduos. Segundo a SNIC (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento, 2007), essas 36 fábricas representam mais de 80% da produção nacional de clínquer. O setor cimenteiro no Brasil possui uma capacidade crescente de queima que pode chegar a 1,5 milhão de toneladas de resíduos eliminadas anualmente (SNIC, 2007).

Ainda segundo a SNIC (2007), “os níveis médios de consumo específico de energia térmica e elétrica na indústria do cimento brasileira encontram-se, respectivamente, em 825 kcal por kg de clínquer e 107 KW/h por tonelada de cimento”, valores abaixo do consumo mundial. Esses valores são comparados aos resultados de outros países no Gráfico 7 a seguir:

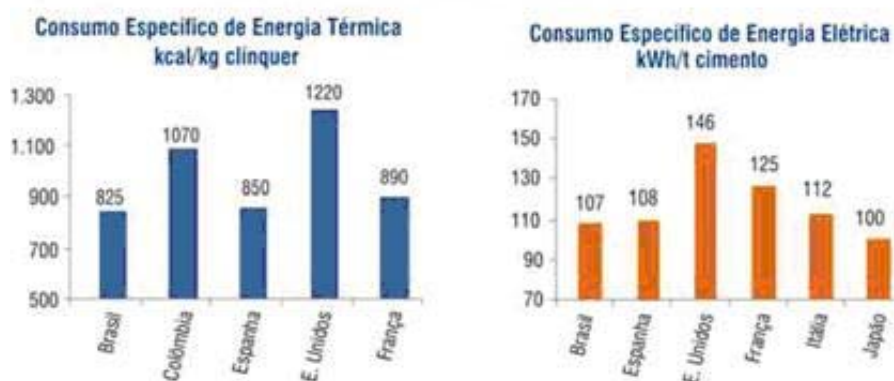


Gráfico 7: Comparação internacional entre dados de consumo específico de energia térmica e elétrica -2003

Fonte: SNIC, 2007

### 3.2.3. Cadeia produtiva da madeira para a construção civil

O Brasil é reconhecido mundialmente pela riqueza da biodiversidade de suas florestas e, no entanto, o impacto que o uso intensivo e constante de umas poucas espécies, somado à extração realizada de forma ilegal, causa ao meio ambiente é muitas vezes ignorado pelos profissionais de projeto. Além do desmatamento para uso efetivo da madeira, as áreas de floresta sofrem também com a derrubada e queima de árvores para dar lugar a grandes áreas de cultivo. Exemplo desse processo são as enormes áreas destinadas ao cultivo de soja na região Centro Oeste do Brasil. Abaixo, respectivamente nos Gráficos 8 e 9, são ilustradas a evolução da taxa de desmatamento na Amazônia e nas florestas mundiais:

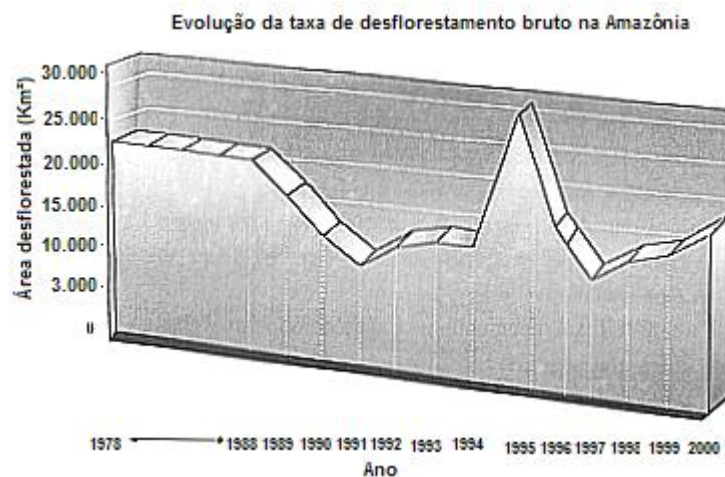


Gráfico 8: Evolução da taxa de desflorestamento bruto na Amazônia  
Fonte: Goldemberg (1998)

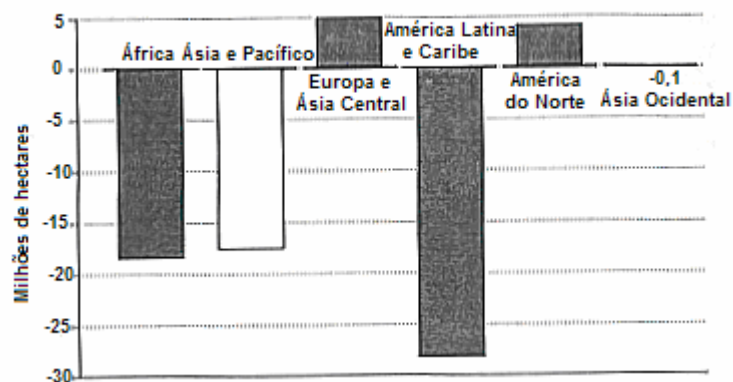


Gráfico 9: Variações na extensão das florestas 1990-1995  
Fonte: Goldemberg (1998)

Segundo Ferreira et al (2003, p.08),

O processo de escolha e especificação da madeira mais adequada a cada tipo de uso nas atividades do Setor da Construção, que tem se pautado fortemente pelo conservadorismo e pela falta de informação, precisa incorporar ao seu dia-a-dia espécies alternativas com propriedades semelhantes às das espécies tradicionais.

As fontes das madeiras podem ser:

- **Florestas plantadas:** que se destinam a produzir matéria-prima para as indústrias de madeira serrada, painéis à base de madeira e móveis, cuja implantação, manutenção e exploração seguem projetos previamente aprovados pelo Ibama.
  
- **Florestas nativas:** que são exploradas para atender ao mercado de madeiras de duas formas:
  - Por meio de manejo florestal: através da exploração planejada e controlada da mata nativa.
  - Por meio de exploração extrativista: explorando comercialmente apenas as espécies com valor de mercado, sem projetos de manejo.

Entre os usos temporários da madeira na construção civil podem ser destacados os voltados para fôrmas para concreto, andaimes e escoramentos. A madeira usada de forma definitiva é encontrada em estruturas de cobertura, nas esquadrias (portas e janelas), nos forros e pisos. Para se avaliar comparativamente esses usos é apresentado na Tabela 4 o consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no Estado de São Paulo, em 2001.



### Consumo de Madeira amazônica pelo Estado de São Paulo em 2001

Uso na Construção Civil	Consumo	
	<b>1000 m<sup>3</sup></b>	%
Estruturas de cobertura	891,7	50
Andaimos e formas para concreto	594,4	33
Forros, pisos e esquadrias	233,5	13
Casas pré-fabricadas	63,7	4
<b>Total</b>	<b>1783,3</b>	<b>100</b>

Tabela 4: Consumo de Madeira amazônica pelo Estado de São Paulo em 2001  
Fonte: Sobral et al apud Ferreira (2003)

Vários podem ser os produtos de madeira utilizados na construção civil, com vários tipos de processamento ao longo da cadeia, como pode ser visto na Figura 6:

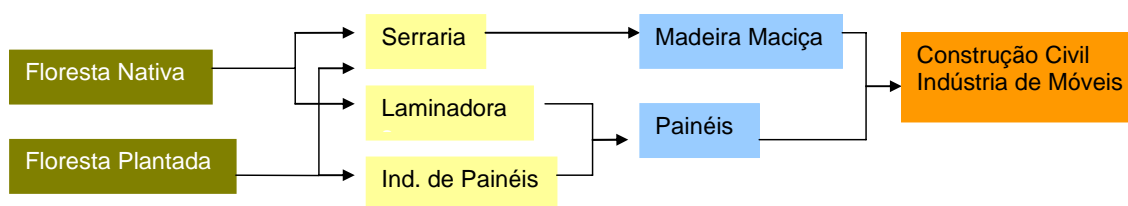


Figura 7: Produtos de madeira para construção civil  
Fonte: Associação brasileira das Instituições de pesquisa tecnológica disponível em <http://www.abipti.org.br/Agropolos/frames/arranjos.htm>

Os principais produtos gerados na cadeia produtiva da madeira são apresentados por Ferreira et al (2003):

1. **Madeira roliça:** menor grau de processamento da madeira. Uso temporário em escoras para lajes e construção de andaimes. Pode ser empregada em construção de *log homes*, em postes de distribuição de energia elétrica ou mesmo estrutura de edificações. (FERREIRA ET AL, 2003).
  
2. **Madeira serrada:** a madeira serrada é produzida em unidades industriais chamadas serrarias, onde as toras são processadas mecanicamente, transformando a peça originalmente cilíndrica em peças quadrangulares ou retangulares, de menor dimensão: pranchas, pranchões, blocos, tábuas, caibros, vigas, vigotas, sarrafos, pontaletes, ripas e outros (FERREIRA ET AL, 2003).
  
3. **Madeira beneficiada:** usinagem das peças serradas, gerando como produtos forros, lambris, peças para assoalhos, batentes de portas, entre outros. No torneamento, as peças tomam a forma arredondada, como balaustres de escadas (FERREIRA ET AL, 2003).
  
4. **Madeira em lâminas:** existem dois métodos para a produção de lâminas: o torneamento e o faqueamento. Segundo Ferreira et al (2003)

No primeiro, a tora já descascada e cozida é colocada em torno rotativo. As lâminas assim obtidas são destinadas à produção de compensados. Por outro lado, a lâmina faqueada é obtida a partir de uma tora inteira, da metade ou de um quarto da tora, presa pelas laterais, para que uma faca do mesmo comprimento seja aplicada sob pressão, produzindo fatias únicas. Normalmente, essas lâminas são originadas de madeiras decorativas de boa qualidade, com maior valor comercial, prestando-se para revestimento de divisórias, com fins decorativos.

5. **Painéis:** desenvolvidos para diminuir as variações dimensionais da madeira maciça, bem como reduzir seu peso e custo e manter suas propriedades isolantes, térmicas e acústicas. Suprem uma necessidade reconhecida no uso da madeira serrada e ampliam a sua superfície útil, através da expansão de uma de suas dimensões (a largura), para assim, otimizar a sua aplicação (FERREIRA ET AL, 2003):

- **Compensado:** painéis de grandes dimensões, possibilitando um melhor aproveitamento e, conseqüente, redução de custos. Podem ser laminados, sarrafeados ou multissarrafeados.

- **Chapas de fibra - chapa dura:** Ferreira et al (2003) define que

As chapas duras ou *hardboards* são obtidas pelo processamento da madeira de eucalipto, de cor natural marrom, apresentando a face superior lisa e a inferior corrugada. As fibras de eucalipto aglutinadas com a própria lignina da madeira são prensadas a quente, por um processo úmido que reativa esse aglutinante, não necessitando a adição de resinas, formando chapas rígidas de alta densidade de massa, com espessuras que variam de 2,5 mm a 3,0 mm.

- **Chapa de fibra - MDF – Chapa de densidade média:** as chapas MDF (*medium density fiberboard*), são maciças e possuem composição homogênea de alta qualidade. Possui densidade de massa entre 500 e 800 kg/m<sup>3</sup> e são produzidas com fibras de madeira aglutinadas com resina sintética termofixa, que se consolidam sob ação de temperatura e pressão. As chapas de MDF apresentam superfície plana e lisa, adequada a diferentes acabamentos, como pintura, envernizamento, impressão, revestimento e outros. A matéria-prima preferida para sua fabricação é a madeira de florestas plantadas, com características

uniformes e preferencialmente, de baixa densidade de massa e cor clara, sendo favorecido o *pinus*. Hoje já são produzidas e utilizadas as HDF (*high density fiberboards*) com densidade de massa acima de 800 kg/m<sup>3</sup>. Este tipo de painel, revestido com materiais apropriados, tem na produção de pisos um de seus principais usos (FERREIRA ET AL, 2003).

- **Chapas de partículas – aglomerado:** tem como matéria-prima partículas selecionadas de madeiras de *pinus* ou eucalipto de reflorestamento. Aglutinadas com resina sintética termofixa, as partículas se consolidam sob a ação de alta temperatura e pressão. Por não apresentar resistência à umidade ou à água, o aglomerado deve ser utilizado em ambientes internos e secos, para que suas propriedades originais não se alterem (FERREIRA ET AL, 2003).
- **Chapas de partículas - OSB (Painéis de partículas orientadas):** os painéis de partículas orientadas ou *oriented strand boards*, mais conhecidos como OSB, foram dimensionados para suprir uma característica demandada de resistência mecânica exigida para fins estruturais. São formados por camadas de partículas ou de feixes de fibras com resinas fenólicas, que são orientados em uma mesma direção e prensados para sua consolidação. Cada painel consiste de três a cinco camadas, orientadas em ângulo de 90 graus umas com as outras. Na construção civil brasileira, já é possível ver sua aplicação em pisos, divisórias (paredes), coberturas (telhados) e obras

temporárias (tapumes e alojamentos). O produto nacional é certificado de acordo com as normas americanas, o que permite os usos citados (FERREIRA ET AL, 2003).

- **Madeira estrutural composta:** comum em outros países, especialmente do Hemisfério Norte, mas ainda relativamente desconhecida no Brasil. Este produto é conhecido como *machine evaluated lumber* - MEL ou *machine stress rated* - MSR. Este produto não é encontrado neste país por várias razões, entre as quais se inclui a falta de normatização das seções transversais das peças usadas em estruturas, o alto custo do equipamento e da operação, além da falta de tradição no uso de madeira de coníferas para fins estruturais. Outros produtos, manufaturados em maior ou menor grau de sofisticação, estão incluídos no grupo das madeiras estruturais compostas como a LVL – *laminated veneer lumber*, PSL – *parallel strand lumber* e OSL – *oriented strand lumber* (FERREIRA ET AL, 2003).

Uma questão essencial na aplicação da madeira na construção civil é o seu prévio tratamento preservativo. Ferreira ET al (2003) define a preservação da madeira como sendo

[...] todo e qualquer procedimento ou conjunto de medidas que possam conferir à madeira em uso maior resistência aos agentes de deterioração, proporcionando maior durabilidade. Estes agentes podem ser de natureza física, química e biológica (fungos e insetos xilófagos), que afetam suas propriedades.

As medidas preservativas devem ser discutidas e adotadas na etapa de elaboração dos projetos, onde as medidas para o seu uso racional são destacadas por Ferreira ET al (2003):

- Conhecimento do nível de desempenho necessário para o componente ou estrutura de madeira, tais como vida útil, responsabilidade estrutural, garantias comerciais e legais, entre outras;
- Escolha da espécie da madeira com base nas propriedades intrínsecas de durabilidade natural e tratabilidade;
- Definição das condições de exposição (uso) da madeira e dos possíveis agentes biodeterioradores presentes (fungos e insetos xilófagos), ou seja, definição do risco biológico a que a madeira será submetida;
- Adoção do método de tratamento e produto preservativo de madeira (inseticida e/ou fungicida) em função do risco biológico para aumentar a durabilidade da madeira. O tratamento preservativo faz-se necessário se a espécie escolhida não é naturalmente durável para o uso considerado e/ou se a madeira contém porções de alburno;
- Implementação de controle de qualidade de toda a madeira tratada com produtos preservativos para garantir os principais parâmetros de tratamento: penetração e a retenção do preservativo absorvido no processo de tratamento.

Existe normatização específica para o tratamento das peças de madeira em contato direto com solo ou expostas a condições que diminuam a vida útil do material. Deve-se considerar, por exemplo, a busca de produtos preservativos e processos de tratamento de menor impacto ao meio ambiente e à higiene e segurança, a disponibilidade de produtos no mercado brasileiro, os aspectos estéticos (alteração de cor da madeira, por exemplo), aceitação de acabamento e a necessidade de monitoramento contínuo (manutenção dos componentes).

Devem ser considerados para a especificação do tratamento preservativo mais adequados fatores como a responsabilidade estrutural do componente de madeira, diferenças de micro e macroclima entre as regiões onde será empregada, a economia em manutenção e a acessibilidade para reparos ou substituições, o risco de lixiviação do produto preservativo e a conseqüente proteção dos componentes durante a construção ou transporte, além do manuseio das peças e as práticas

durante a construção envolvendo a compatibilidade do produto preservativo com a integridade dos acabamentos especificados.

Ferreira et al (2003) cita que

Na norma brasileira NBR 7190 – Estruturas de Madeira, atualmente em revisão pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, está sendo introduzido o conceito de classe de risco que auxiliará o engenheiro, arquiteto e usuário de madeira em geral, na tomada de decisão sobre o uso racional da madeira tratada. Esta ferramenta relacionará as possíveis condições de exposição da madeira e os agentes biodeterioradores (fungos e insetos), com os produtos preservativos e processos de tratamento pertinentes, além de apresentar orientações mínimas de projeto para minimizar os danos causados por estes organismos xilófagos.

Quanto aos indicadores ambientais de sustentabilidade da madeira, os cinco principais apresentados pela CORRIM (*Consortium for Research on Renewable Industrial Materials*, 2004) utilizados para a comparação com outros produtos industriais, ilustrados na Figura 7, são:

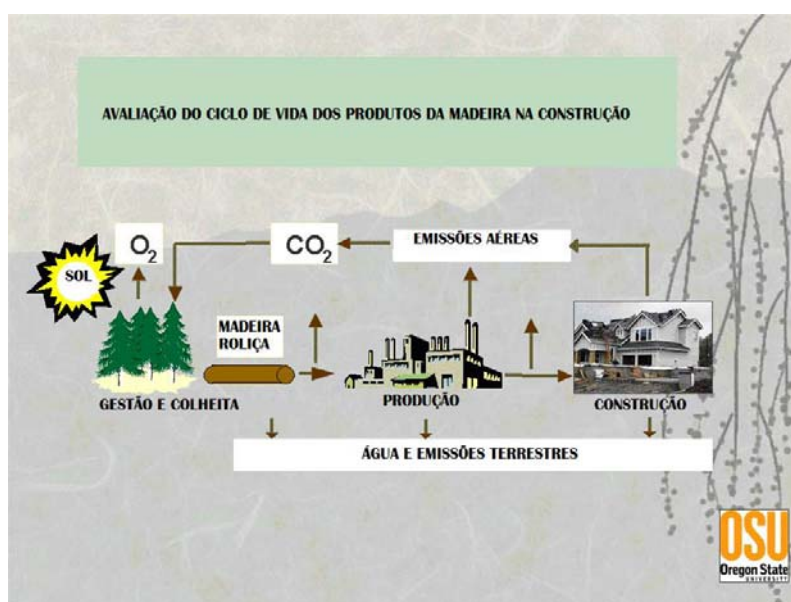


Figura 8: Avaliação do ciclo de vida dos produtos de Madeira na construção  
 Fonte: CORRIM ( Consortium for Research on Renewable Industrial Materials) in [http://www.corrim.org/ppt/wilson\\_nov04/index.asp](http://www.corrim.org/ppt/wilson_nov04/index.asp). Acessado em 18/05/06

- **Energia Incorporada do material:** “é a energia consumida na produção e manufatura, a energia usada na construção, para periódica manutenção e durante o ciclo de vida do edifício” (FRY apud MICHELL e HYDE, 1996).
- **Potencial de Aquecimento Global:** o Potencial de Aquecimento Global (GWP) parâmetro proposto pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), serve para comparar os gases do efeito estufa entre si, que têm diferentes impactos sobre o clima. O Potencial de Aquecimento Global é um fator de ponderação para somar impulsos de emissões dos diferentes gases de efeito estufa, de forma que produzam resultados equivalentes em termos do aumento da temperatura após um período de tempo específico. Há discordâncias em relação ao cálculo deste parâmetro (FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2006).
- **Emissões Aéreas:** Constituintes gasosos da atmosfera, naturais ou antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha (efeito estufa). Segundo o Protocolo de Quioto são eles: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hexafluoreto de enxofre (SF<sub>2</sub>), além de duas famílias de gases, os hidrofluorcarbonos (HFCs) e os perfluorcarbonos (PFCs).

Entre os gases do efeito estufa que estão aumentando de concentração, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o metano e o óxido nitroso são os mais importantes. O CO<sub>2</sub> contribui mais para o aquecimento porque representa 55% do total das emissões mundiais de gases do efeito estufa. O tempo de sua permanência na atmosfera é, no mínimo, de 100 anos, com impactos no



clima ao longo de séculos. A quantidade de metano emitida é bem menor, mas seu potencial de aquecimento é 21 vezes superior ao do CO<sub>2</sub>. No caso do óxido nitroso e dos clorofluorcarbonos, suas concentrações são ainda menores, mas o poder estufa é, respectivamente, de 310 e 6.200-7.100 vezes maior do que o do CO<sub>2</sub> (FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2006).

- **Emissões em Água:** refere-se aos efluentes lançados em água ao longo do processo de produção, uso e destinação final.
- **Resíduos Sólidos:** resultantes da extração, produção e transformação, utilização e destinação final.

Não é possível vincular resultados absolutos a cada um destes indicadores ambientais para a madeira. A análise deve ser feita em contexto específico de maneira que o padrão de comparação com outros materiais seja possível e quantificável.

De maneira geral, o que se pode dizer é que comparativamente uma construção racionalizada em madeira (sistema *wood-frame* norte americano, por exemplo) responde muito bem em quesitos como limpeza e energia incorporada no processo de fabricação frente às alternativas de construção leve em aço e concreto, como mostra o Gráfico 10, onde os indicadores relativos à madeira são tomados como basais.

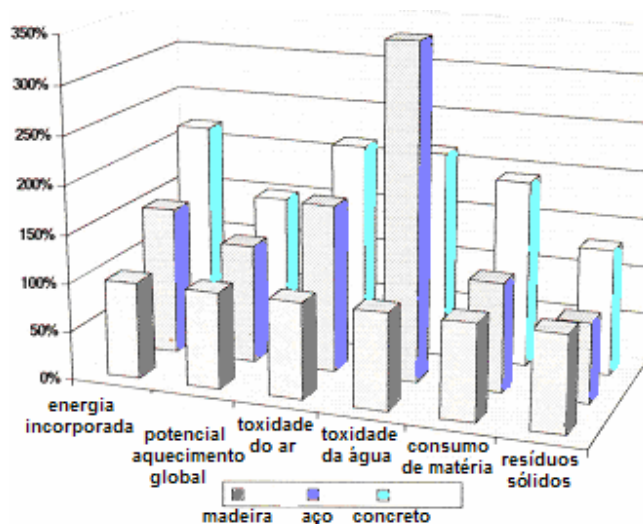


Gráfico 10: Impacto ambiental relativo a uma típica casa em estrutura de madeira (100% linha base) para casas equivalentes em estrutura metálica leve e concreto.  
Fonte: Canadian Wood Council, 2006, disponível em

<http://www.cwc.ca/DesignWithWood/Sustainability/index.htm>

Além disso, a contínua renovação da floresta (obviamente quando se trata de floresta manejada ou de plantio de floresta) conjuntamente com o uso da madeira em produtos duráveis, como casas e móveis, ajudam a mitigar o desequilíbrio no ciclo de carbono terrestre que leva ao efeito estufa (aquecimento global). Neste aspecto, o desenvolvimento de uma indústria com base na silvicultura e o manejo sustentável dos recursos florestais poderia trazer uma série de benefícios à mudança climática.

O manejo florestal proporciona um incentivo econômico contra o desmatamento e, através da produção de componentes de madeira sólida, resulta no seqüestro de parte do carbono gerado nas árvores por um longo tempo, se usado em bens duráveis como casas e móveis. A conseqüente renovação da floresta manejada garante que a contínua absorção de carbono seja preservada. Já os resíduos da

produção de componentes de madeira podem ser usados na geração de energia através de sua queima, reduzindo a pressão sobre combustíveis fósseis.

Portanto, em países onde o desmatamento é um problema ambiental, a silvicultura sustentável poderia ser uma solução simples e economicamente efetiva no esforço pela redução de emissões gasosas contribuintes ao efeito estufa. Como recurso renovável, a madeira e seus componentes têm impacto ambiental consideravelmente menor na extração do que outras matérias-primas para construção.

Acrescenta-se a favor o fato de que a energia incorporada no processo produtivo de componentes de madeira para a construção é relativamente baixo frente a outros materiais, bem como seu potencial de emissões tóxicas em água.

Um instrumento importante para garantir a sustentabilidade do processo de obtenção da madeira e seus produtos é a certificação florestal. Na consideração dos indicadores ambientais para projetos em madeira é primordial a garantia de que os impactos na extração da madeira sejam controlados e mitigados.

A certificação florestal busca contribuir para o uso adequado dos recursos naturais, apresentando-se como uma alternativa à exploração predatória das florestas. Atesta que determinada empresa ou comunidade obtém produtos florestais, respeitando os aspectos ambientais, sociais e econômicos da região. Para obter a certificação florestal, a empresa ou comunidade é avaliada segundo os padrões de desempenho ambiental, social e econômico estabelecidos pelo Conselho de Manejo Florestal - FSC (*Forest Stewardship Council*), instituição internacional, sem fins lucrativos, formada por representantes de entidades do mundo todo.

Dados divulgados pelo WWF (*World Wildlife Fund*, 2006) dão conta de que o Brasil tem hoje cerca de 3,67 milhões de hectares de florestas certificadas, sendo mais de um terço de floresta natural da Amazônia e o restante de reflorestamento. Um terço das florestas plantadas no Brasil já têm certificação FSC. Nosso setor florestal movimenta US\$ 2,6 bilhões anuais. Portanto, investir no desenvolvimento sustentável de nossa silvicultura pode trazer benefícios econômicos e ambientais inclusive para o setor da Construção Civil. São dois os tipos de certificação:

- **Certificação de Manejo Florestal:**

Direcionada a empreendimentos que atuam em florestas naturais ou plantadas, este tipo de certificação reconhece produtores que extraem os recursos florestais de forma correta, ou seja, respeitando as regras do Conselho de Manejo Florestal (FSC). A avaliação é realizada por uma equipe de auditores que observa cada aspecto do manejo florestal e indica pontos a serem corrigidos. A certificação é válida por cinco anos, sendo realizado, pelo menos, um monitoramento a cada ano.

- **Certificação de Cadeia de Custódia:**

Destinada a empreendimentos que processam e comercializam produtos florestais certificados (fabricantes, compradores, vendedores ou distribuidores). Esse tipo de certificação garante ao consumidor que o produto foi fabricado com matéria-prima de floresta certificada ou de origem controlada segundo as normas do Conselho de Manejo Florestal.

Nesse tipo de certificação devem existir garantias de controle da procedência, manuseio e rastreamento da matéria-prima utilizada em todas as etapas de produção, desde a floresta até o produto final. Os produtos certificados recebem o

selo FSC, que identifica para o consumidor que o produto está seguindo rigorosos padrões ambientais, sociais e econômicos.

O uso de indicadores ambientais de sustentabilidade não se limita ao processo decisório quanto ao material ou sistema construtivo a ser utilizado em determinado contexto. Além de precisar claramente os impactos ambientais de determinado material na natureza, a pressão que exerce sobre os recursos naturais e seus potenciais de poluição ambiental, os indicadores podem trazer alguns princípios norteadores para projeto.

No caso de projetos em madeira observamos que é importante a racionalização do sistema construtivo, devido ao seu potencial de geração de resíduos sólidos (Gráfico 10). Assim, deve-se evitar o superdimensionamento das peças que formam o sistema construtivo. Um bom exemplo é o sistema de “*frame*” norte americano, que trabalha com o conceito de peças pré-fabricadas, evitando-se maiores desperdícios e conseqüentemente a geração de resíduos em obra.

Outra preocupação que deve estar presente no momento do projeto é considerar a desmontagem do edifício. Isso porque a recuperação de peças de madeira para reutilização ou reciclagem advinda de demolição é muito complicada, uma vez que tais componentes já se encontram contaminados com outros materiais. Portanto é interessante “projetar” a possibilidade de substituição de componentes de madeira ou de desmontagem de todo o edifício. Neste aspecto, deve-se prever a facilidade para a manutenção e também o uso mais adequado da madeira: protegida das intempéries (exposição à chuva – umidade - e sol) e de insetos.

### **3.2.4. Cadeia produtiva de componentes cerâmicos**

Segundo a ABC (Associação Brasileira de Cerâmica, 2008) a “cerâmica compreende todos os materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas”.

O setor cerâmico é um dos grandes contribuintes da indústria da construção civil, sendo formado pelos seguintes sub-setores (AMBONI, 1997):

- Cerâmica de revestimento;
- Cerâmica sanitária;
- Isoladores elétricos de porcelana;
- Refratários;
- Louça e porcelana de mesa;
- Cerâmica técnica;
- Cerâmica vermelha para construção

Fazem parte do Setor Cerâmico também os segmentos de produção de Vidro, Cimento e Cal, no entanto, por sua importância e particularidades, são muitas vezes considerados à parte desse setor.

Como exemplo da importância do setor, o Brasil é o 3º produtor mundial, em volume, de materiais cerâmicos de revestimento (pisos e azulejos), exportando cerca de 27,9% da produção em 1996, conforme dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento – ANFACER (AMBONI, 1997).

A Indústria de materiais cerâmicos tem na mineração seu principal processo de obtenção de insumos consumidos pelo processo produtivo. Segundo o IPT, (AMBONI, 1997)

O setor cerâmico é um grande consumidor de minerais industriais. Seus diferentes segmentos consomem uma diversidade de substâncias minerais *in natura* ou beneficiada cujas variedades empregadas dependem do tipo de produto e da localização da unidade fabril. Além dos bens minerais, as indústrias cerâmicas utilizam também substâncias sintéticas, principalmente óxidos.

Outros grandes consumos na produção de materiais cerâmicos são a água, usada na preparação das massas, e a energia na forma de lenha, carvão mineral, energia elétrica ou óleo combustível, consumida principalmente durante o processo de queima das peças já beneficiadas. Segundo Agrafiotis, Tsoutsos apud Manfredini e Sattler (2005, p.26),

Os produtos de cerâmica adquirem as propriedades desejadas mediante a aplicação de calor, ou seja, a indústria cerâmica é, por definição, uma indústria que utiliza grandes quantidades de energia, tal como o são a indústria de aço, cimento e vidro. Todas estas são caracterizadas pelas altas temperaturas dos fornos e fornalhas. Não apenas uma grande quantidade de energia é consumida durante o seu processo produtivo, como também o custo dessa energia representa um percentual significativo no total dos custos de produção.

A principal fonte de energia no setor cerâmico ainda é a lenha. O Gráfico 11 revela a participação de cada tipo de combustível utilizado pelo setor cerâmico no Rio Grande do Sul no período de 1991 a 2000:

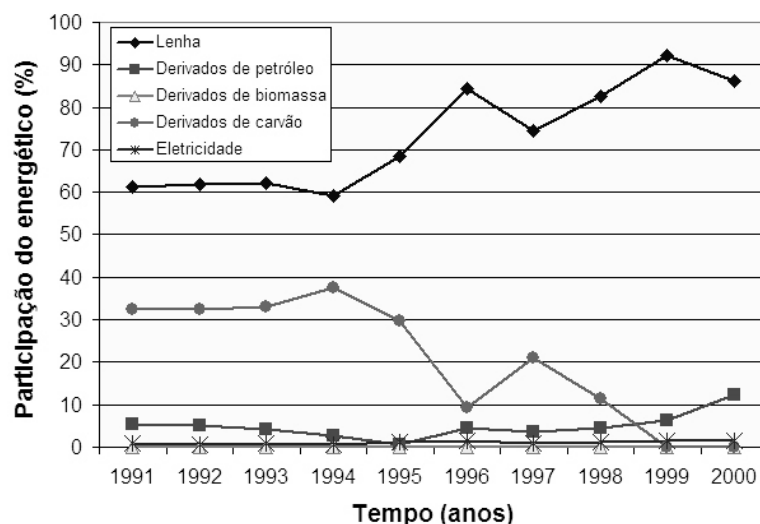


Gráfico 11: Participação percentual da demanda de energia no setor cerâmico no RS: período de 1991 a 2000  
 Fonte: Manfredini, Sattler (2005)

As matérias primas cerâmicas dividem-se entre as plásticas, essenciais na fase de conformação do produto, e as não-plásticas, importantes na fase de processamento térmico. O Quadro 10 destaca os principais insumos minerais por sub-setor da indústria cerâmica:

INSUMOS MINERAIS	SEGMENTOS CERÂMICOS							
	Estrutural	Revestimento	Louça sanitária	Louça de Mesa	Refratários	Porcel. Elétrica	Vidros	Novos Materiais
Argila vermelha (Av)	■	■						
Argila plástica (Ap)		■	■	■	■	■		
Argila refratária (Ar)					■	■		
Beuxitalumina (Bx)					■	■		■
Cauilim (Cl)		■	■	■	■	■		
Calcários (Ca)		■	■	■	■		■	
Cromita (Cr)					■			
Feldspatos (Fd)		■	■	■		■	■	
Filito (Fl)		■	■			■		
Gipsita (Gl)			■	■		■		
Grafito (Gr)					■			
Magnesita (Mg)					■			
Quartzo (Qz)		■	■	■		■	■	
Talco (Tc)		■	■	■		■		
Zircão (Zr)					■			

Quadro 10: Principais insumos minerais da Indústria Cerâmica por Setor  
 Fonte: TANNON E MOTTA, 2000



Uma primeira aproximação à Avaliação do Ciclo de Vida de produtos cerâmicos para a construção civil, segundo Soares, Pereira e Breitembach (2002), seria a realização de um inventário cujos principais itens a serem levantados seriam:

1. Consumo Hídrico;
2. Energia;
3. Materiais constituintes dos produtos;
4. Emissões gasosas;
5. Refugos/ Resíduos;
6. Efluentes Líquidos;
7. Desperdício Energético.

Os principais poluentes atmosféricos oriundos do processo de fabricação de produtos cerâmicos são as poeiras, além de chumbo e flúor na fabricação de revestimentos cerâmicos. Quanto à emissão de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e outros gases gerados durante a produção tanto de revestimentos como de cerâmica estrutural, o fator determinante das quantidades é o tipo de combustível utilizado no processo (SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W.; BREITEMBACH, F. E., 2002). Para Manfredini e Sattler (2005, p.35)

[...] a maior parte da energia investida no processo de produção de tijolos e telhas cerâmicas provém de biomassa (lenha, serragem, cavaco, retalho de móveis e, até, sabugo de milho), um recurso renovável. Na queima há liberação de CO<sub>2</sub>. No entanto, o mesmo é absorvido pela biomassa em crescimento, ou seja, faz parte de um ciclo. A lenha utilizada nas indústrias nem sempre provém de áreas de reflorestamento. A serragem, o cavaco e os retalhos de móveis são resíduos de outros processos produtivos.

As figuras 8 e 9 ilustram o processo de fabricação de revestimentos cerâmicos e cerâmica vermelha respectivamente:

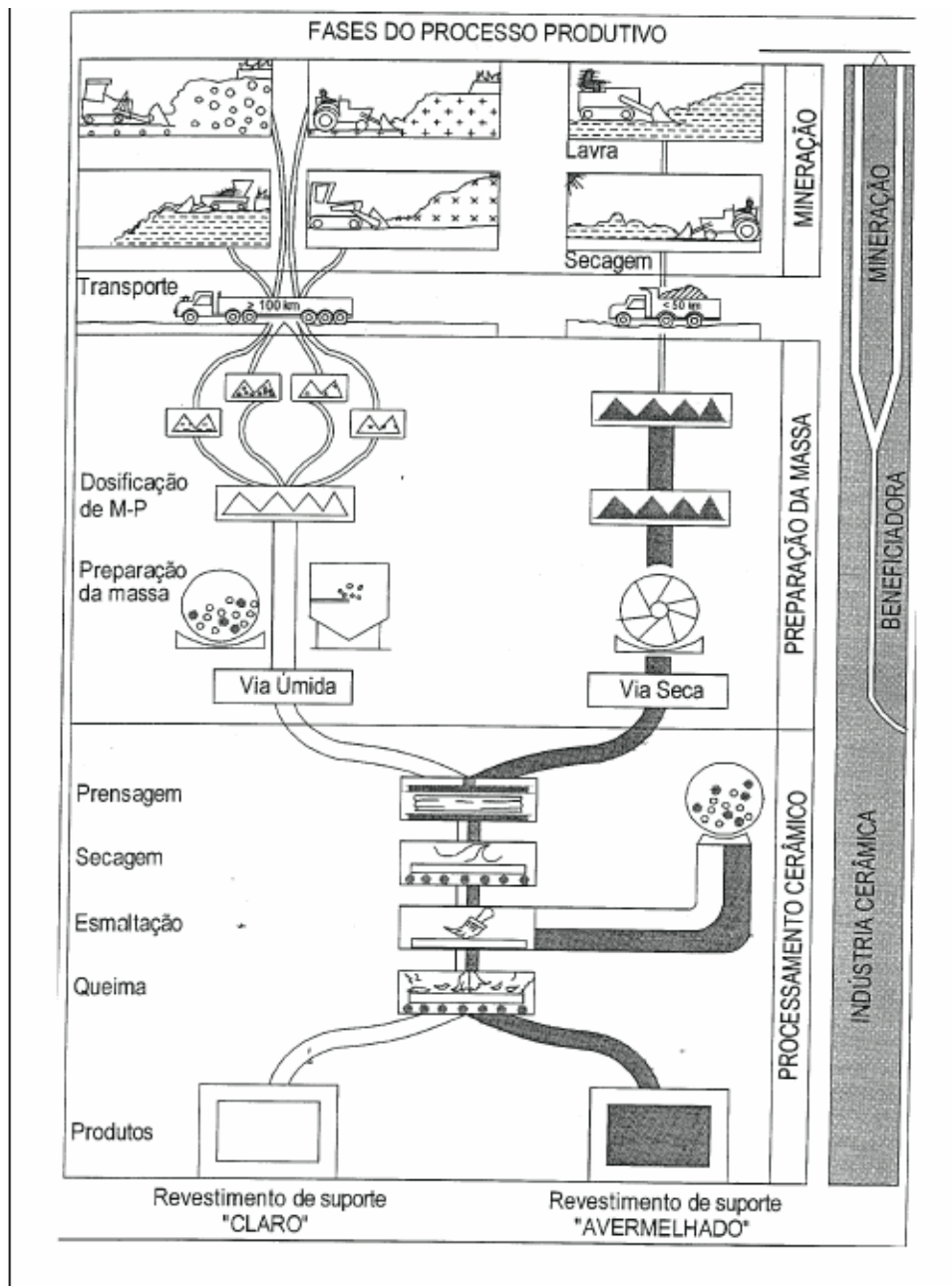


Figura 9: Fases do processo produtivo de revestimentos cerâmicos  
Fonte: TANNO, MOTTA E JUNIOR, 1998

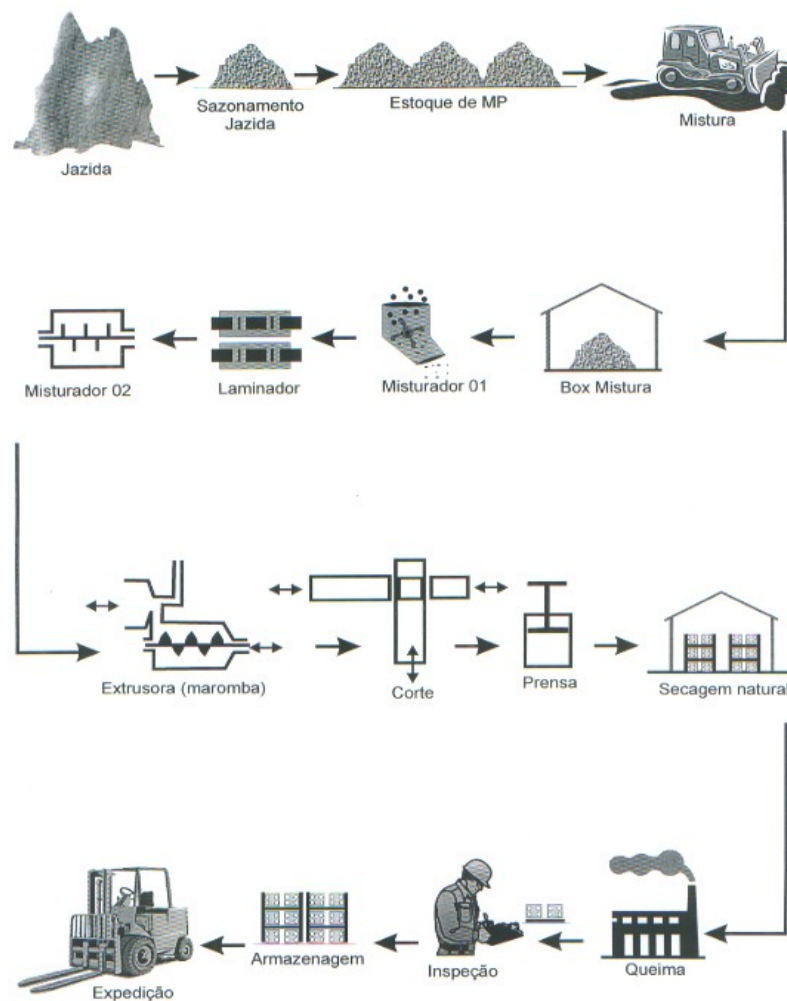


Figura 10: Fluxograma de Processo Produtivo da Cerâmica Vermelha  
Fonte: Juliato, 1995

As boas práticas na cadeia de produção de materiais cerâmicos apontam para a conservação da água, um dos insumos mais consumidos pelo setor. Neste sentido, a reutilização da água através da implantação de sistemas fechados nas unidades de produção pode gerar até 100% de reaproveitamento. Além disso, com a implantação de estações de tratamento de efluentes, o lodo proveniente desse processo pode ser reaproveitado em parte na massa cerâmica enquanto o restante pode ser enviado para olarias como matéria-prima para a produção de cerâmica vermelha.

Outros pontos necessários para a diminuição do impacto ambiental na produção dos materiais é a instalação de filtros de captação de pó, que também pode ser reaproveitado no processo. No caso da cadeia produtiva de materiais cerâmicos em particular, as sobras de produção, como pisos e azulejos e outras peças, depois de moídas, podem retornar à linha de produção.

### 3.2.5. Cadeia produtiva de componentes poliméricos

Os polímeros são a base de diversos materiais de construção como, por exemplo: tubos, eletrodutos, telhas, forros, domos, tintas, isolantes térmicos, revestimentos de paredes, pisos, selantes, impermeabilizantes e outros. No total, 18% da produção de plásticos no Brasil é voltada para o Setor da Construção Civil. O Gráfico 12 a seguir ilustra de maneira aproximada as principais aplicações dos plásticos no contexto brasileiro:

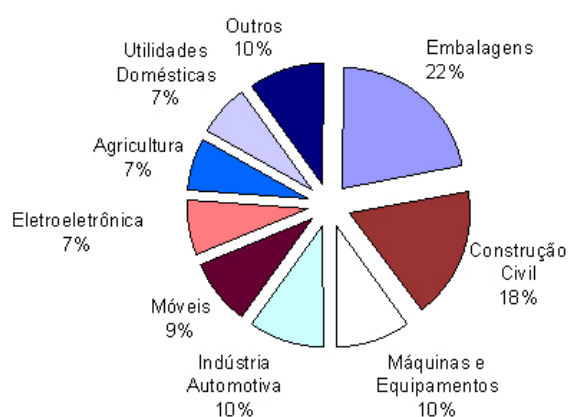


Gráfico 12: Principais aplicações dos plásticos no contexto brasileiro

Fonte: Gorni, Antônio Augusto "Introdução aos Plásticos" in <http://www.gorni.eng.br/intropol.html>

Segundo Vandergorin (1998, p.61)

Os polímeros são substâncias formadas de moléculas gigantes, nas quais uma ou várias unidades básicas, chamadas monômeros, se repetem inúmeras vezes. Uma única molécula de polímero pode ser constituída de milhares de unidades monoméricas. Geralmente essas estruturas são compostas por átomos de carbono e hidrogênio, eventualmente com a presença de outros átomos como oxigênio, nitrogênio, cloro, silício, etc. Os polímeros constituídos apenas por um tipo de unidade monomérica são chamados de homopolímeros; quando temos dois ou mais tipos de unidades monoméricas na molécula, temos os copolímeros.

Existem polímeros naturais como a celulose e as borrachas naturais, originalmente denominadas resinas. Pode também ser considerada resina um polímero comercial puro, sem adições.

Na construção civil são mais utilizados os polímeros sintéticos, ou na forma de resinas com adições, como é o caso dos selantes, das tintas e adesivos. Na maioria das aplicações, podem ser encontrados na forma de plásticos, como tubos, telhas, isolantes térmicos, laminados e outros. Vandergorin (1998, p.61) define que

Plásticos são substâncias que contêm como constituinte principal uma ou mais substâncias poliméricas. São sólidos em seu estado acabado e em algum estágio de seu processamento são moldados em seu estágio fundido. Além do polímero, os plásticos em geral contêm outras substâncias como cargas, estabilizadores, plastificantes, lubrificantes e outros aditivos. Eles podem ser classificados como termoplásticos ou termofixos. Os termoplásticos são aqueles que mesmo no seu estado acabado podem ser repetidamente amolecidos e endurecidos, respectivamente pelo aumento e diminuição da temperatura. Os termofixos são aqueles plásticos que em seu estado final são basicamente insolúveis e infusíveis. As resinas termofixas muitas vezes são líquidas em algum estágio do processamento, mas após o processo de cura por calor, catalisador ou algum outro meio físico químico, não podem ser novamente amolecidas pela ação do calor.

### 3.2.5.1 Principais aplicações de polímeros na Construção Civil

- **tubos e eletrodutos:** esta é a principal aplicação de polímeros na construção civil em volume, segundo Vadergorin (1998). Os tubos com finalidade hidráulica podem ser constituídos a partir de vários polímeros termoplásticos diferentes, como o PVC – poli (cloreto de vinila); o CPVC – (poli (cloreto de vinila) clorado); PE – polietileno (alta ou baixa densidade); PP – polipropileno. Os eletrodutos geralmente são produzidos utilizando-se o PVC ou o PE. Sobre os polímeros supracitados:

- a) PVC: obtido pela polimerização do cloreto de vinila. O PVC nunca é utilizado puro (pois seria bastante suscetível à ação do calor e da luz) sendo incorporados durante sua produção estabilizadores e absorvedores de radiação ultravioleta que aumentam muito sua durabilidade. A temperatura máxima de uso sob carga é de 65°C.
- b) CPVC: possui essencialmente as mesmas propriedades que o PVC rígido, sendo obtido por cloração posterior do PVC. A diferença é que pode ser utilizado em temperaturas mais elevadas, até cerca de 100°C, sendo adequado para a utilização no transporte de água quente.
- c) PE: obtido pela polimerização do etileno. Pode ser produzido como PEBD (polietileno de baixa densidade) ou PEAD (polietileno de alta densidade). Os tubos de PE possuem baixa

resistência mecânica, mas alta flexibilidade em temperaturas até - 55°C. O PE se degrada com a exposição à luz e ao oxigênio, com perda de resistência; quando pigmentado com negro de fumo (preto) sua resistência ao intemperismo é boa. Tubos de polietileno com maior resistência mecânica são o polietileno reticulado (PEX) e o de altíssimo peso molecular (UHMW).

d) PP: é o plástico mais leve conhecido, com alta resistência à tração, rigidez e dureza, além de excelente resistência química. Em tubulações não pressurizadas pode ser utilizado em temperaturas de até 90°C (VANDERGORIN, 1998).

Estes plásticos também são conhecidos como plásticos ou resinas *commodities* por seu baixo custo de produção e grande facilidade de processamento, o que incentiva seu uso em larga escala. A distribuição da produção desses plásticos no Brasil pode ser vista no Gráfico 13:

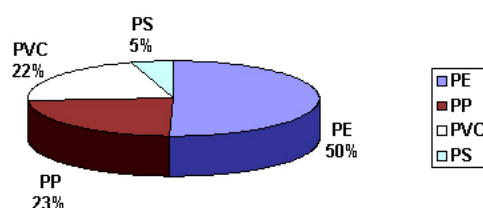


Gráfico 13: Distribuição da produção de plásticos *commodities* no Brasil

Fonte: Gorni, Antônio Augusto "Introdução aos Plásticos" in <http://www.gorni.eng.br/intropol.html>

Algumas características dos tubos plásticos (VANDERGORIN, 1998):

- Resistência à corrosão e erosão;
- Resistem à água e quase todos os ácidos, álcalis e soluções salinas;
- Lisura das paredes internas dos tubos;
- Menor condutividade térmica que outros materiais utilizados em tubulações, no entanto possuem temperaturas de amolecimento bastante baixas e maior coeficiente de expansão térmica;
- Não conduzem eletricidade, portanto não são sujeitos à corrosão galvânica ou eletrolítica;
- São consideravelmente mais leves que outros materiais;
- Não possuem a resistência mecânica dos metais, mas são mais flexíveis;
- São combustíveis;
- São praticamente imunes ao ataque de bactérias, fungos e outros microorganismos ou insetos;
- Plásticos em geral são suscetíveis a degradação por radiação ultravioleta.



- **telhas e domos:** para tal aplicação, no Brasil os plásticos mais utilizados são o PVC e o poliéster reforçado com fibra de vidro (*fiberglass*), além do policarbonato e do acrílico. Suas características de uso são o elevado grau de transparência, a facilidade de manuseio, baixo peso e maior resistência ao impacto que o vidro, além de oferecer inúmeras possibilidades de desenho das peças, podendo ser moldadas em quase todas as formas imaginadas.
- **tintas:** uma das mais conhecidas aplicações dos polímeros na construção civil é como base de tintas de emulsão conhecidas como tintas látex. As resinas mais utilizadas na produção de tintas de emulsão são os poli (acetato de vinila) (PVAc), as resinas acrílicas e copolímeros desta última. Vale ressaltar que, o uso da água como veículo volátil nas tintas látex apresenta vantagens pois a água é barata, inodora, incolor, não combustível e não tóxica. O filme de PVAc possui uma permeabilidade relativamente alta ao vapor d'água, permitindo que a parede respire e evitando a formação de bolhas. Já as tintas látex acrílicas possuem excelentes propriedades de aderência, flexibilidade, retenção de cor e resistência à radiação ultravioleta, à umidade e aos álcalis (VANDERGORIN, 1998).
- **isolantes térmicos:** também conhecidos como plásticos expandidos, espumas plásticas, plásticos celulares e plásticos alveolares. Os polímeros comumente usados como plásticos expandidos são o poliestireno e o poliuretano. Sua produção é realizada com a injeção de ar ou outro gás durante o processo de fabricação, criando células cheias de gás distribuídas pela massa polimérica e diminuindo sua densidade (VANDERGORIN, 1998).
- **janelas e venezianas:** fabricadas a partir de perfis extrudados de PVC rígido, podem ter diversos formatos e cores e podem ser reforçados com perfis

metálicos para se obter maior rigidez da estrutura. Deve ser levado em conta o elevado coeficiente de dilatação térmica do PVC - cerca de dez vezes maior que o do aço, durante o projeto das esquadrias, além da auto-extinção das mesmas, não propagando chamas. As vantagens do uso do PVC em esquadrias e aletas são as seguintes: resiste à maioria dos produtos de limpeza, não sofre corrosão, não necessita ser pintado ou repintado, não sobrecarrega a estrutura em função de sua baixa densidade, resiste a agentes biológicos apresentando boa durabilidade se bem formulado.

- **revestimentos para pisos:** apresentam-se na forma de ladrilhos semiflexíveis, ladrilhos rígidos, revestimentos monolíticos ou revestimentos têxteis. Os ladrilhos semiflexíveis, conhecidos também como pisos vinílicos ou pisos vinil amianto, podem ter em sua composição na forma de cargas pó calcário, fibras de amianto ou outros materiais com a finalidade de aumentar sua resistência mecânica. São resistentes à abrasão e não propagam chamas. Os ladrilhos rígidos são baseados em resinas termofixas fenólicas e melanímicas, possuindo boa resistência à abrasão e estabilidade dimensional. Pisos monolíticos são revestimentos resultantes da aplicação da resina “in loco”. Podem ser utilizadas resinas acrílicas, vinílicas ou epóxi, dependendo das exigências de uso. Os revestimentos têxteis, na forma de carpetes, são formadas por fibras sintéticas, passando pelo náilon, acrílico, polipropileno ou poliéster. Todas essas fibras sintéticas são antialérgicas e resistem à ação de agentes biológicos tais como bolor, traças ou outros insetos (VANDERGORIN, 1998).
- **forros, divisórias e revestimentos para paredes:** esses materiais podem ser termoplásticos ou termofixos, sendo o PVC o termoplástico mais

empregado nas suas várias formas. Os revestimentos flexíveis são geralmente filmes de PVC laminados sobre telas de tecido ou de fibra de poliéster. Já os revestimentos rígidos são fabricados a partir de materiais laminados termofixos à base de resinas fenólicas ou melanímicas. Estes laminados resistem à água quente, aos ciclos de umidade e secagem bem como a vários solventes orgânicos, ao calor e à radiação ultra-violeta (VANDERGORIN, 1998).

- **selantes:** o selante deve se comportar tanto como material plástico como material elástico, sendo usados principalmente nas juntas de dilatação das estruturas, evitando a penetração de gases, líquidos ou outras substâncias indesejadas nas aberturas ou através delas. Os selantes podem ser moldados no local, quando aplicados em forma líquida ou semi-líquida e adquirem a forma do molde colocado na junta (mastiques), ou pré-formados, quando já possuem uma forma definida pelo fabricante (mata-juntas de PVC , cordões de espuma de poliuretano ou gaxetas de borracha) (VANDERGORIN, 1998).

A cadeia produtiva dos polímeros tem em sua origem na indústria petroquímica e seus derivados, sendo o petróleo sua principal matéria prima, além de envolver outras indústrias. A Figura 10 ilustra a cadeia dos principais produtos petroquímicos:

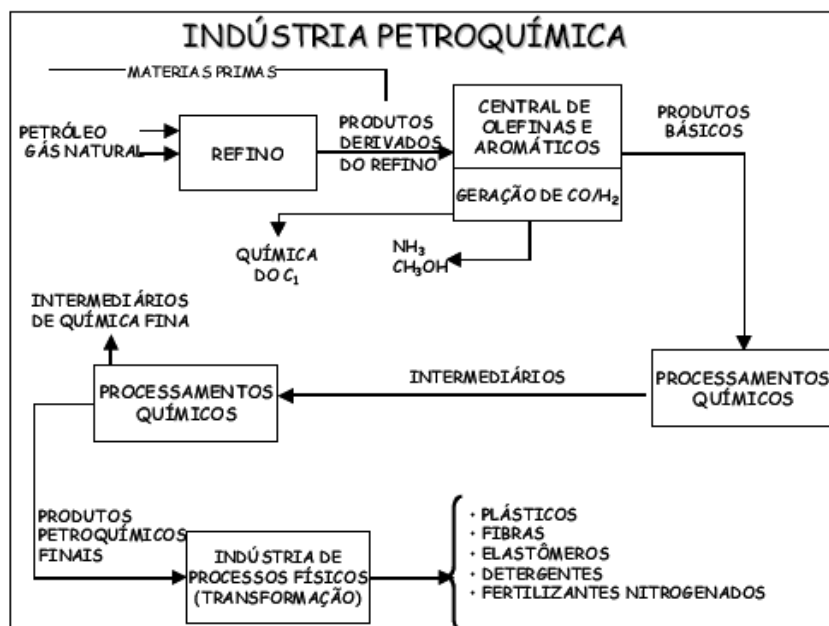


Figura 11: Geração dos principais produtos petroquímicos

Fonte: Antunes, Adelaide M. Souza

No entanto, cada polímero tem sua especificidade produtiva. A produção do plástico PVC, por exemplo, consome 0,3% de todo o petróleo produzido no mundo. Todos os plásticos juntos totalizam o consumo de 4% do petróleo produzido mundialmente (INSTITUTO DO PVC, 2007). A produção do PVC, cujas principais matérias primas são o Cloro (57%) proveniente do sal marinho, o etileno (43%) derivado do petróleo e a água, realiza-se por processo eletro-intensivo, onde as usinas tornam-se a principal fonte de energia elétrica. Este processo é exemplificado na Figura 11:

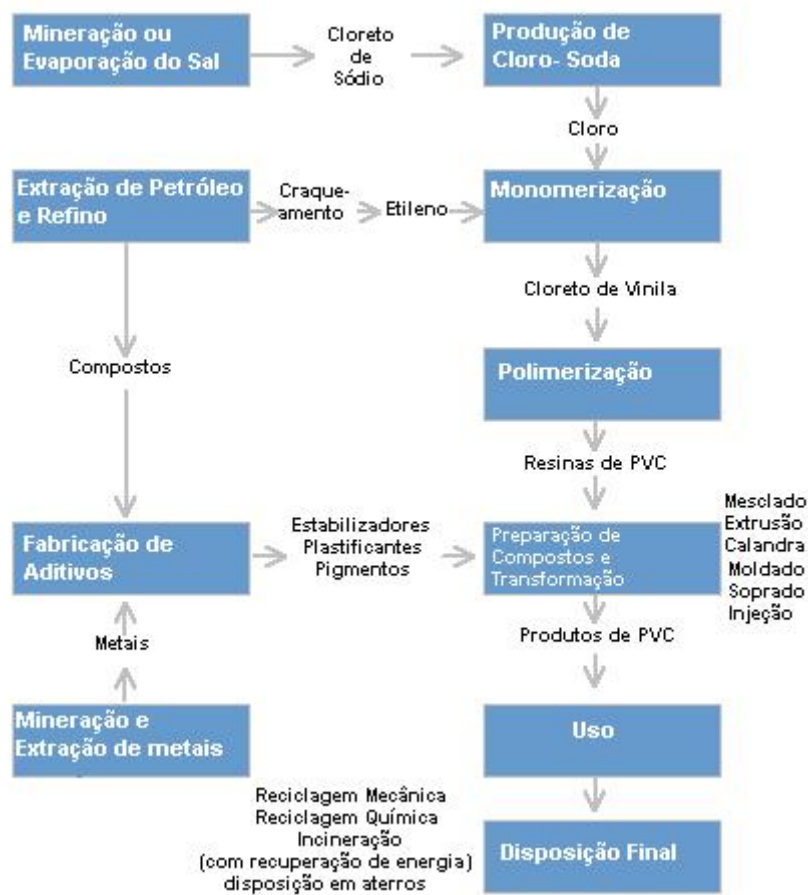


Figura 12: Cadeia Produtiva PVC

Fonte: in [http://www.petco.com.co/petcoWeb/petcoWebUI/acerca/acerca\\_procesos.aspx](http://www.petco.com.co/petcoWeb/petcoWebUI/acerca/acerca_procesos.aspx)

Como nas cadeias produtivas de outros polímeros, devem ser considerados os impactos gerados logo na exploração e refino do petróleo ao se observar a produção do PVC. Uma alternativa à obtenção do etileno a partir da indústria petroquímica, ou seja, de uma fonte não renovável, é a sua geração a partir do álcool da cana de açúcar, recurso renovável.

Uma questão positiva no trato com polímeros e materiais plásticos é o fato de que grande parte dos plásticos produzidos são totalmente recicláveis. No entanto, o

material reciclado não tem como voltar a ter sua utilidade inicial, sendo reaproveitado sob forma de outros produtos. Hoje, do total de plásticos produzidos no Brasil, apenas 15% são reciclados. Uma das dificuldades para que se aumente a reciclagem desse material é a grande variedade de tipos de plásticos e seus aditivos. Outra possibilidade é a utilização de resíduos plásticos na geração de energia em outras indústrias através de sua queima em fornos, considerando o devido controle nas emissões atmosféricas.

Vale destacar a questão polêmica em torno dos materiais “organoclorados”, dos quais o PVC é o principal representante no setor da construção. Os organoclorados são uma classe de produtos sintéticos onde se encontram as dioxinas e outros produtos considerados prejudiciais à saúde. Esses produtos são considerados cancerígenos e causadores de distúrbios no sistema endócrino, dentre outros males. Segundo THORNTON (2002), um estudo considerando os principais materiais para embalagens realizado para o Conselho do Governo de Estado dos Estados Unidos, desenvolvido pelo Instituto Tellus, avaliou que o PVC é dentre todos os plásticos o mais perigoso ambientalmente. Plásticos comuns como polietileno, polipropileno, poliestireno, politereftalato de etila (PET) e outros são preferíveis ao PVC em termos de consumo de matérias-primas e energia, risco de acidentes e perigos ambientais e ocupacionais, incluindo exposição química (THORNTON, 2002). Além disso, considerando-se a reciclagem no ciclo de vida dos materiais plásticos, o PVC seria o material de maior dificuldade de reaproveitamento devido aos inúmeros aditivos (plastificantes, estabilizantes, etc.) contidos em sua composição (THORNTON, 2002).

### 3.3. Instrumentos normalizadores e certificadores

Segundo John (informação verbal)<sup>8</sup>, a regulação do setor da construção civil tem sido o primeiro passo na implementação do desenvolvimento sustentável internacionalmente. A agenda 21 para a construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB, 2002) prevê, em médio prazo, num processo sistemático de implementação do conceito ao setor, a revisão das políticas, legislações e regulamentações existentes. Neste sentido, a agenda expressa a necessidade de atualização destas regulamentações, de maneira a favorecer a construção sustentável, através de ferramentas como incentivos financeiros ou aplicação de taxas, por exemplo.

No Brasil, alguns desses instrumentos surgiram pela pressão para o aumento da eficiência na produção dos edifícios com a introdução de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras. A introdução desses sistemas, que têm desenvolvido de maneira significativa o processo de projeto, foi uma resposta principalmente às exigências de grandes contratantes e financiadores do setor público.

Na primeira metade da década de 1990, alguns industriais fornecedores investiram na implementação de programas de qualidade, obtendo certificados de acordo com as normas NBR ISO 9001 e 9002 para alguns dos processos de fabricação de materiais e componentes da construção. Motivados principalmente pela redução de

---

<sup>8</sup> Comentado por Vanderley John durante a palestra "Conceitos gerais sobre construção sustentável" realizada no workshop **Construção Sustentável: o futuro pode ser limpo**, no CTE, São Paulo, 30 maio 2006.

custos, procurando evitar as perdas no processo de produção, custos de retrabalho e correções pós-entrega, grupos de construtoras começaram em São Paulo os primeiros trabalhos voltados para a Gestão da Qualidade no segmento de edificações já no final de 1993.

A competitividade entre as empresas construtoras levou às primeiras certificações de acordo com as normas da série NBR ISO 9000 em 1996.

No final do ano de 1996 foi instituído o QUALIHAB através de decreto do governo do Estado de São Paulo. Segundo Melhado et al (2005, p.13) o QUALIHAB

[...] permitiu à Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo – CDHU usar da força de seu poder de compra, exigindo a qualificação dos empreiteiros – seus fornecedores – de acordo com os requisitos estabelecidos no chamado Plano Setorial da Qualidade – PSQ texto normativo que adota a estrutura e os requisitos da NBR ISO 9002:1994, associados a uma implementação gradual ou evolutiva. O QUALIHAB provocou uma explosão na busca da certificação no Estado de São Paulo.

A resposta do governo federal veio através do Ministério do Planejamento e Orçamento que instituiu em 1998 o Programa Brasileiro da Qualidade e produtividade na Construção Habitacional – PBQP-H, que posteriormente foi rebatizado como Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat, englobando também a infra-estrutura e serviços urbanos.

Com a adesão da Caixa Econômica Federal em 2000 ao PBQP-H, que começou a restringir a concessão de financiamentos apenas às empresas que apresentassem a qualificação nesse programa, houve uma segunda corrida pela busca da implementação de sistemas de gestão da qualidade e sua certificação.



Assim, uma grande parcela das empresas construtoras brasileiras tem procurado a introdução de programas de gestão da qualidade que se baseiam nos requisitos das normas da série ISO9000, passando pelo esforço de padronização e controle de seus processos para aumentar sua eficiência produtiva ou simplesmente obter a certificação de qualidade (MELHADO ET AL, 2005).

Também os projetistas têm se engajado no movimento pela qualidade de seus produtos e processos, motivados pela pressão de alguns clientes, pela expectativa de diferenciação no mercado e pela perspectiva da operacionalização do sistema QUALIHAB também no setor de projetos. Melhado et al (2005) constata que a partir de 2000 começaram a se multiplicar os projetistas brasileiros com sistemas de gestão da qualidade certificados, bem como cursos e programas de treinamento em gestão e certificação da qualidade voltados às empresas de projeto.

O projeto de norma ABNT de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até 5 pavimentos, de outubro de 2002, vem somar ao grupo de instrumentos existentes, trazendo requisitos mínimos para o desenvolvimento de projetos para a produção destes edifícios. Segundo a norma (ABNT CE 02.136.01, 2002)

A normalização de desempenho para habitações visa alavancar tecnicamente a qualidade requerida e a oferta de moradias, estabelecendo-se regras claras e objetivas para quem vai desenvolver, quem vai produzir, quem vai financiar e quem vai ocupar e manter um imóvel habitacional. Do ponto de vista do setor público, visa-se inclusive equalizar, a nível nacional, os parâmetros que norteiam os investimentos em habitações de interesse social.

### **3.3.1. Projeto de norma para desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos**

O projeto de norma ABNT, ainda em desenvolvimento pelas comissões de estudo formadas por representantes dos setores envolvidos (produtores, consumidores e entidades de pesquisa), incorpora o conceito de sustentabilidade como uma das exigências dos usuários das habitações, avaliável através do tripé durabilidade, manutenibilidade e adequação ambiental.

Entre as exigências de durabilidade e manutenibilidade, são avaliados os requisitos quanto à vida útil da construção e das suas partes, que devem manter sua capacidade funcional durante toda a vida útil prevista em projeto se conservada periodicamente conforme as instruções especificadas pelo fornecedor.

O tempo de vida útil e os prazos mínimos de garantia são estabelecidos pela própria norma para uma série de elementos, componentes e instalações de maior impacto na composição do custo final da construção, conforme os níveis de desempenho possíveis (mínimo, excede o mínimo e elevado).

Neste sentido é recomendada a produção e entrega pelo fornecedor do componente do “Manual do Proprietário” e seu respectivo “Manual de Manutenção Preventiva”, englobando planos de inspeção, especificação de materiais, produtos e processos a serem adotados na manutenção. A referida norma propõe também que o custo de operação e manutenção do sistema construtivo proposto seja levado em consideração e componha, junto ao custo de aquisição, o custo total da obra.

Outro requisito avaliado é a possibilidade de limpeza e manutenção de todas as partes da construção, garantido o acesso a todas as áreas e componentes sem prejuízo à segurança ou a postura ergonômica.

Com relação à exigência de adequação ambiental, são avaliadas principalmente a produção de materiais de construção e a implantação de loteamentos e núcleos habitacionais.

A norma exige que no projeto de conjuntos habitacionais e similares, incluindo seus arruamentos, drenagem, rede de esgotos e outras obras de infra-estrutura, sejam tomadas medidas que minimizem os impactos ambientais na região de implantação. Assim, os projetos devem ser avaliados levando-se em consideração os materiais e processos construtivos, visando sua adequação às características do local da obra, às leis ambientais, portarias ou regulamentos de órgãos federais, estaduais e municipais (CONAMA, Secretaria de Meio-Ambiente, etc.). Sempre que previsto na legislação devem ser previamente aprovados os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Para a produção de materiais de construção, a norma exige que os elementos, componentes e instalações das edificações habitacionais sejam produzidos mediante exploração e consumo racionalizado de recursos naturais, com a mínima degradação ambiental e o mínimo consumo de água, de energia e de matérias-primas. É vedado o emprego pela norma de materiais, componentes ou instalações cuja produção cause:

- Rebaixamento de reservas estratégicas ou esgotamento de recursos naturais utilizáveis para a produção ou beneficiamento de alimentos, tratamento / reciclagem / potabilização da água, geração e transmissão de energia, indústria de medicamentos, próteses hospitalares, material escolar e outros do gênero;
- Desequilíbrio do ecossistema regional, com prejuízos significativos à fauna ou à flora, ao regime de chuvas, aos cursos d'água, às várzeas, aos mananciais, às águas subterrâneas e a qualquer área de proteção ambiental;
- Poluição da água, do ar, do solo, acima de níveis determinados nas posturas oficiais;
- Explorações minerais que repercutam em extensos desmatamentos, escavações descontroladas, instabilizações, processos de erosão, assoreamento e outros danos ambientais.

A norma propõe ainda que as indústrias extrativas e as indústrias produtoras de materiais operem um Sistema de Gestão Ambiental devidamente aprovado pelos órgãos competentes, incluindo a Avaliação do Ciclo de Vida de seus produtos nos moldes das Normas ISO 14.000.

Outro requisito avaliado é o consumo de água e deposição de esgotos no uso e ocupação da habitação, ressaltando que as instalações hidro-sanitárias devem privilegiar sistemas que minimizem o consumo de água, reduzindo a demanda de água da rede pública de abastecimento e o volume de esgoto conduzido para tratamento, sem reduzir, no entanto a satisfação do usuário.

O projeto de norma não agrega, a princípio, ao conceito de sustentabilidade empregado, o aspecto social e cultural da parcela da população a ser atendida na produção dos conjuntos habitacionais por se tratar de um documento que se debruça sobre requisitos técnicos. Evidentemente, questões como a manutenção, possíveis reparos ou mesmo a ampliação da habitação podem depender ou ser fortemente influenciadas pela cultura construtiva de uma região e da população envolvida. Determinados sistemas construtivos externos a uma cultura local podem não ser apreendidos pela mão-de-obra disponível para os reparos no uso das habitações, influenciando diretamente na conservação das mesmas.

### **3.3.2. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL**

O Procel foi criado em 1985 pelos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, sendo gerido por uma Secretaria Executiva subordinada à Eletrobrás. Em 1991 foi transformado em Programa de Governo, aumentando sua abrangência. O programa utiliza recursos da Eletrobrás e da Reserva Global de Reversão (RGR), fundo federal constituído com recursos das concessionárias, além de recursos de entidades internacionais.

Seu objetivo principal é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica no país, procurando eliminar desperdícios e reduzir os custos e

investimentos setoriais. Para isso, segundo informações concedidas pela Eletrobrás, o programa se desdobra sobre 8 áreas principais de atuação:

- Comércio: junto a hotéis, *shopping centers*, supermercados, bancos, grandes prédios de escritórios, criando projetos-demonstração em cada uma das atividades, servindo de exemplo padrão de boas práticas;
- Saneamento: junto aos prestadores de serviços de água e esgotamento sanitário, através do PROCEL SANEAR;
- Educação: principalmente junto às escolas primárias e de ensino médio;
- Indústrias: considerada a atividade de maior consumo de energia elétrica do país - 47% do consumo global;
- Edificações: responsáveis, entre residenciais e comerciais, por cerca de 48% do consumo de energia elétrica no Brasil. Atua através do PROCEL-EDIFICA;
- Prédios Públicos: programa PROCEL EPP;
- Gestão Energética Municipal: PROCEL GEM;
- Iluminação Pública.

O PROCEL desenvolveu a certificação de equipamentos e aparelhos elétricos através do Selo Procel de economia de energia, instituído por Decreto Presidencial em dezembro de 1993. O objetivo desse selo é orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Também procura estimular a fabricação e comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais. Os equipamentos que são avaliados pelo Selo Procel são alguns tipos de refrigeradores e *freezers*, aparelhos

de ar-condicionado, máquinas de lavar roupas, motores elétricos, coletores solar-planos, reservatórios térmicos, reatores eletromagnéticos e lâmpadas fluorescentes.

Na área de edificações, através do PROCEL-EDIFICA, o programa prevê a articulação entre diversas entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento para, através de um enfoque multisetorial, promover a conservação e o uso eficiente de energia elétrica no ambiente construído. O programa considera a importância do projeto arquitetônico como o primeiro e um dos passos fundamentais para se poupar energia e custos no setor da construção.

Com este enfoque, o programa desenvolve atividades em torno de 6 vertentes básicas:

- Desenvolvimento e divulgação de requisitos básicos para uma arquitetura bioclimática;
- Desenvolvimento e divulgação de indicadores de eficiência energética em edificações;
- Certificação de materiais e equipamentos;
- Desenvolvimento de procedimentos para regulamentação/ legislação;
- Desenvolvimento de mecanismos para aporte de recursos financeiros e remoção de barreiras para implementação de projetos;
- Projetos educacionais e projetos de interesse social.

Este conjunto de atividades está voltado para o seguinte conjunto de metas a serem atingidas:

- Reduzir o consumo de energia elétrica nas edificações;
- Estimular as ações de consumo racional de energia elétrica;
- Divulgar os conceitos de eficiência energética em edificações, inserindo o tema da arquitetura bioclimática;
- Disseminar o uso de energias renováveis;
- Utilizar tecnologias mais eficientes em projetos, equipamentos e na fabricação de materiais de construção;
- Conscientizar profissionais que podem influenciar o planejamento de uma cidade, na concepção de projetos e na construção de prédios eficientes;
- Elaborar guias técnicos;
- Apoiar a realização de projetos-demonstração;
- Divulgar boas práticas nos projetos e construções que agreguem conceitos de conforto ambiental e eficiência energética.

É interessante ressaltar que as metas destacadas pelo programa para a área de edificações seguem o roteiro proposto pelas Agendas 21 para a Construção Sustentável, centrando suas ações principalmente na disseminação de informações entre os tomadores de decisão.



### **3.3.3. Programa da qualidade da construção habitacional do Estado de São Paulo – QualiHab**

Voltado principalmente para atender à demanda por habitações da população de baixa renda, o programa de âmbito estadual tem por objetivo aumentar a qualidade e durabilidade das moradias, além de garantir o direito à expansão das mesmas com o aumento das famílias moradoras.

O programa possui três comitês ligados diretamente à cadeia da construção civil, coordenados por uma Coordenação Geral e uma Secretaria Executiva. O Comitê de Projetos e Obras é formado por entidades representativas das empresas de construção e projetos; o Comitê de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos representa os produtores de insumos para obras e o Comitê Interno está voltado para a implantação da gestão da qualidade na CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano. A CDHU vincula a aquisição de materiais e serviços à certificação pelo selo QualiHab das empresas fornecedoras, induzindo os segmentos do meio produtivo à adesão ao programa.

Os objetivos do programa descritos pela CDHU são (CDHU, 2006):

- Otimizar a qualidade das habitações, envolvendo os materiais e componentes empregados, enfocando os projetos e obras realizadas, através da parceria com o meio produtivo, firmando acordos setoriais que abordem:
  - a implantação de programas setoriais de qualidade;

- a maximização da relação benefício/custo;
- a agregação de valores sociais com a satisfação do usuário.
- Otimizar o dispêndio de recursos humanos, materiais e energéticos (água/energia) nas construções habitacionais, preservando o meio ambiente.
- Estimular a interação da cadeia produtiva, buscando produtividade, padronização, enfocando os processos de execução e os recursos humanos e materiais empregados, visando transformar a tarefa de construir uma habitação em operações de montagem de componentes racionalizados.

O Qualihab vale-se de quatro princípios gerais de qualidade, quais sejam:

- Qualidade Social: a qualidade da moradia deve considerar o desempenho ao longo da vida útil;
- Qualidade Sistêmica: a qualidade só será atingida com o desenvolvimento de parcerias entre os diversos segmentos do ciclo da construção habitacional;
- Qualidade Praticada: a qualidade é fomentada através do exercício do poder de compra do Estado (SH/CDHU);
- Qualidade Evolutiva: a qualidade é obtida através de um processo contínuo de crescimento de níveis de desempenho.

As entidades participantes que firmam Acordos Setoriais com a CDHU assumem o compromisso de desenvolverem junto às empresas a quem representam, os Programas Setoriais de Qualidade – PSQ. O PSQ consiste em implementar um sistema único de gestão da qualidade entre as empresas do mesmo ramo de negócios, estimuladas ao desenvolvimento de programas de treinamento da mão de obra e da qualificação de seus sistemas e produtos através de organismos

certificadores. Os requisitos de qualidade a serem atingidos são definidos pelas entidades representativas de cada setor produtivo junto às empresas que representam, bem como a distribuição desses requisitos em etapas mais complexas num sistema de evolução gradual regido por prazos pré-definidos. Esses níveis graduais de qualificação são exigidos nas licitações do CDHU de acordo com o cronograma do PSQ.

Até 2001 já eram 24 as entidades que firmaram acordos setoriais com a CDHU, entre elas as que representam os setores do cimento, cal, tubos e conexões de PVC, esquadrias metálicas, blocos de concreto, blocos e telhas de cerâmica entre outros.

O sistema Qualihab desenvolvido em São Paulo influenciou, além dos programas propostos em outros estados, o programa criado pela Secretaria do Planejamento do Governo Federal, o PBQP-H – Programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat.

Se observarmos os objetivos destacados pelo programa Qualihab, todos eles estão em harmonia com as propostas básicas colocadas pelas Agendas 21 para construção sustentável, entre eles, a integração entre os agentes que compõem a cadeia da construção, a racionalização e eficiência dos processos construtivos e possibilidade de adequação das unidades habitacionais às diferentes realidades de seus moradores. No entanto, é difícil observar os resultados desses objetivos na prática na construção dos conjuntos habitacionais ou mesmo seus reflexos no mercado da construção.

Cabe aqui destacar que em seu Manual Técnico de Projetos, a CDHU (1998) não enfatiza, tanto nas condições gerais para implantação do edifício como na

formulação do conceito, as questões básicas de estudo para melhor orientação e implantação do edifício segundo princípios de eficiência energética. Ao tratar das condições gerais para implantação, além de elencar a necessidade de caracterização geomorfológica do terreno, o texto do manual cita como condição “o conjunto de parâmetros aplicáveis” (CDHU, 1998), o que é pouco específico.

Quanto aos parâmetros e diretrizes técnicas para o projeto, o manual chega a mencionar que “para a adequada insolação e ventilação do edifício, deve-se procurar racionalizar o posicionamento das aberturas dos ambientes de longa permanência, a fim de proporcionar a melhor versatilidade de possibilidades de orientação na implantação do edifício” (CDHU, 1998), o que é ainda abrangente e pouco didático. Ao se debruçar sobre a qualidade do projeto, o programa QualiHab da CDHU foca as suas exigências na qualificação dos processos internos.

Também a questão da racionalização da construção, elencada como um dos objetivos do programa QualiHab, não é destacada no Manual Técnico de Projetos (CDHU, 1998), como orientação básica para o conceito do edifício ou como diretriz técnica para elaboração e desenvolvimento dos projetos. Outro objetivo ainda não alcançado, e de extrema importância, diz respeito à integração entre os agentes da cadeia, produtores e fornecedores, na busca pela padronização de componentes possibilitando a racionalização da construção.

#### **3.3.4. Programa brasileiro de qualidade e produtividade do Habitat (PBQP-H)**

O programa é formado por diversos agentes do setor público e privado, entre os quais, projetistas, fornecedores, construtores, fabricantes de materiais e componentes juntamente com representantes da comunidade acadêmica e entidades de normalização, além do Governo Federal. Sua gestão procura ser compartilhada e de forma transparente, baseando suas decisões sobre aspectos técnicos conforme as diversas realidades nacionais.

A estrutura do programa, através das parcerias com agentes privados e entidades de pesquisa, tem por objetivo, além da maior legitimidade das decisões, assegurar a implementação junto ao setor da construção civil do desenvolvimento sustentável do habitat urbano. Esta estrutura se formaliza através das Coordenações Nacionais, que congrega as entidades representativas do setor, em conjunto com o Ministério das Cidades. As diretrizes do programa são definidas em fórum próprio de caráter consultivo, o Comitê Nacional de Desenvolvimento Tecnológico da Habitação – CTECH, cuja presidência é rotativa entre representantes do governo e do setor.

De maneira geral, o programa tem como propósito principal a organização do setor da construção civil com dois grandes objetivos: a melhoria da qualidade do Habitat e a modernização produtiva.

As ações do programa baseiam-se na qualificação de construtoras e projetistas, melhoria da qualidade dos materiais de construção, formação e re-qualificação da

mão-de-obra, normatização técnica, capacitação de laboratórios e aprovação técnica de tecnologias inovadoras. Essas ações visam a redução de custos no processo construtivo aliada ao aumento de qualidade das construções, tornando o setor mais competitivo e confiável por parte dos agentes financiadores e do consumidor final.

Como resultado direto, o PBQP-H procura estruturar um novo ambiente tecnológico e de gestão para o setor, dispondo aos agentes não só medidas estritamente ligadas à tecnologia, mas também novas formas de organização, métodos e ferramentas de gestão, entre elas a gestão do processo de projeto.

A questão da gestão do processo de projeto mais especificamente é avaliada pelo programa com relação ao planejamento da elaboração do projeto, às entradas e saídas de projeto, à análise crítica do projeto, sua verificação e validação.

O sistema de avaliação e certificação da qualidade se dá por níveis gradativos de evolução, do nível D ao A. A avaliação da gestão do processo de projeto se dá para a obtenção da certificação de nível A.

Os objetivos do PBQP-H refletem questões importantes relativas à construção sustentável destacadas pelas agendas. Além de ser organizado através da parceria entre os diversos agentes do setor público e privado, o que dinamiza o processo decisório, o programa destaca princípios básicos como o aumento da qualidade em todo o processo construtivo e do produto final, visando a redução do custo deste produto e conseqüentemente aumentando o acesso às moradias por parte do consumidor final.

### 3.3.5. Série de Normas ISO 14.000

A ISO – *International Standardization for Organization* é uma organização não governamental sediada em Genebra, fundada em fevereiro de 1947 com o objetivo de ser o fórum internacional de normalização, atuando como entidade harmonizadora das diversas agências nacionais.

Com a ampliação da preocupação e das discussões em torno dos temas abrangidos pelo conceito de sustentabilidade, é desenvolvida e, em 1996 aprovada, a série normativa de Sistema de Gestão Ambiental ISO 14.000, de caráter genérico e reconhecida internacionalmente. A norma é aplicável a qualquer tipo de organização ou setor industrial, baseando-se em dois conceitos principais: o de melhoramento contínuo dos processos e o cumprimento da regulamentação legal.

O objetivo geral da ISO 14.000 é fornecer assistência para as organizações na implantação ou no aprimoramento de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). A norma tem como base os objetivos relativos ao Desenvolvimento Sustentável e é compatível com diferentes estruturas organizacionais, culturais e sociais. Oferece ordem e consistência para os esforços organizacionais no atendimento às preocupações ambientais através de alocação de recursos, definição de responsabilidades, avaliações correntes das práticas, procedimentos e processos (AMBIENTEBRASIL, 2007).

Podendo ser aplicada tanto ao setor de serviços como ao de manufatura, a norma ISO 14.000:1996 exige da companhia uma definição de seus objetivos e o sistema de gestão necessário para a realização de tais objetivos, sendo necessário o cumprimento destes processos, procedimentos e atividades. O Sistema de Gestão

Ambiental é essencial para a habilidade da empresa em antecipar e atender às crescentes expectativas de desempenho ambiental e para assegurar a conformidade com os requerimentos nacionais e internacionais.

A série normativa ISO 14.000:1996 é composta pelos seguintes documentos:

- ISO 14.000 – SGA: Diretrizes, Princípios e Elementos Adicionais aos Componentes centrais;
- ISO 14.010/ 11/ 12: Auditoria Ambiental;
- ISO 14.031: Avaliação de Desempenho Ambiental.

A norma exige das empresas que identifiquem todos os impactos ambientais relacionados à sua atividade, para então implementar ações que melhorem os processos em áreas de maior relevância. A norma ISO 14.001 reza por um caráter pró- ativo de gestão dos impactos ambientais por parte da organização.



## CAPITULO 4

### PROJETO: O ELO DA CADEIA PRODUTIVA

O processo de projeto é o momento chave na tomada de decisões relativas ao edifício a ser construído. Quanto à importância da fase de projeto, Melhado et al (2005) afirma que a falta ou adiamento de decisões nessa fase, relativas às características do produto ou mesmo ao sistema de produção, podem potencializar os erros e retrabalhos durante a execução, constituindo uma fonte significativa de desperdícios e interferindo na qualidade do produto final entregue. Dessa maneira, Melhado et al (2005, p.12) destaca que

[...] qualquer esforço dispensado durante o projeto repercute em ganhos sensíveis e possui custos reduzidos quando comparados aos que advêm às modificações feitas posteriormente, durante a execução, pois as modificações no papel são mais simples de serem efetuadas. Também do ponto de vista operacional, pela sua capacidade de antecipar e solucionar pontos críticos para a implementação de inovações e influenciar o resultado final quanto à qualidade e custos, cada vez mais a forma de projetar exige alterações, acompanhando as tendências verificadas na evolução dos próprios meios de produção.

Para a Agenda 21(CIB, 1999), o processo de projeto tende a crescer em importância e complexidade, requerendo uma aproximação mais integrada entre os diversos agentes da cadeia, como arquitetos, engenheiros e fabricantes de materiais e componentes. Dessa maior integração, principalmente entre arquitetos e fabricantes, podem nascer novos conceitos na construção de edifícios, devido ao desenvolvimento de componentes mais integrados ao processo construtivo (CIB, 1999).

#### 4.1. Princípios da construção sustentável para a fase de projeto

Projetar segundo princípios sustentáveis significa vislumbrar toda a cadeia produtiva, das matérias primas a serem utilizadas até a manutenção dos componentes no edifício e sua deposição final ou possibilidade de reciclagem. Os princípios citados para a construção sustentável têm reflexo direto no processo de projeto, ou seja, na formação de um arcabouço de questões relevantes a serem consideradas e que podem ser definidoras do projeto em si.

Portanto, a consideração de princípios de sustentabilidade no processo de projeto traz alguns requisitos a serem observados nas diferentes dimensões (YUBA, 2005):

- **Dimensão Ambiental:** abordar o projeto de forma integrada, considerando desde a fase de exploração de recursos até a reciclagem. Algumas recomendações: especificação de materiais de fontes renováveis, recicláveis e não tóxicos; considerar a manutenção na fase de projeto, adotando técnicas avançadas inclusive de desmontagem se necessário; utilizar rótulos ambientais; etc.

- **Dimensão Social:** incorporar no processo de projeto os impactos sociais, inovando os materiais de construção e métodos para dar melhores condições de habitação, principalmente para a parcela mais carente da população. Algumas recomendações: aproveitamento de recursos locais de fontes renováveis; utilizar alternativas aos materiais tradicionais; diferenciar tecnologias que melhor se destinem para cada tipo de produção e padrão de consumo.

- **Dimensão Econômica:** encorajar e apoiar a implementação de práticas mais sustentáveis. Algumas recomendações: criar demanda por materiais e serviços ambiental e socialmente mais responsáveis; considerar o balanço entre custos financeiros e outros custos (ambiental, social) para a escolha de produtos; monitorar os benefícios e economias do uso de serviços sustentáveis como ferramenta de marketing.
  
- **Dimensão Política:** encorajar a maior equidade, colaboração e responsabilidade, contribuindo para o projeto democrático de administração descentralizada. Algumas recomendações: demandar produtos mais ambientalmente amigáveis dos fornecedores; definir concretamente as especificações ambientais dos produtos e das edificações, utilizando-as como critério de seleção; participar das tomadas de decisão associado às autoridades governamentais; criar mecanismos para participação da população mobilizada.
  
- **Dimensão Cultural:** reavaliar o tradicional. Recomendações: compreender as características positivas das construções vernaculares; equilibrar a utilização de tecnologias nativas (autoconstrução) e de pré-fabricados (maior demanda).

#### **4.2. Sustentabilidade desenhada em projeto: experiências internacionais**

Guardadas as diferenças da agenda para a sustentabilidade entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, as experiências já realizadas em projeto naqueles podem trazer referenciais importantes para o contexto nacional, senão quanto a respostas específicas, mas pelo menos quanto à metodologia de abordagem do tema de maneira prática. É preciso lembrar que essas diferenças entre a chamada “Agenda Verde”, relativa aos objetivos a serem alcançados nos países desenvolvidos, e a “Agenda Marrom”, daqueles ainda em desenvolvimento, se encontram principalmente nas questões de fundo social presentes nesta, relativas às necessidades básicas como educação, emprego, moradia, saúde e saneamento básico além da menor disparidade entre os estratos sociais (ver tabela 6 a seguir). Quanto à realidade dos países mais ricos, muitas dessas questões já estão estabilizadas deixando de ser prioridade na abordagem do tema da sustentabilidade. Neste países, a demanda por moradias já está resolvida, possuindo um estoque construído que passa principalmente por reformas de requalificação e readequação a novos usos. Outra diferença é uma realidade de alta tecnologia já incorporada ao setor da construção civil, sendo os processos pré-fabricados e racionalizados uma forma de construção aceita de forma geral desde a década de 50 e 60.

Além disso, a existência de normas e leis mais rígidas sobre a construção civil, com ênfase recente sobre as questões relativas à eficiência energética, permitem o estabelecimento de um ambiente mais controlado e formalizado do setor. Vale destacar neste sentido a tônica dos projetos internacionais recentes na busca pela

minimização do consumo de energia nas suas várias formas como pode ser visto nos estudos de caso a seguir.

	AGENDA MARROM	AGENDA VERDE
PRINCÍPIO CHAVE	BEM ESTAR HUMANO	BEM ESTAR DO ECOSISTEMA
PERÍODO DE TEMPO	IMEDIATO	PROLONGADO
ESCALA	LOCAL	LOCAL AO GLOBAL
PREOCUPA-SE COM	COMUNIDADES DE BAIXA RENDA	GERAÇÕES FUTURAS
VISÃO DA NATUREZA	MANIPULAR E USAR	PROTEGER E TRABALHAR COM
SERVIÇOS AMBIENTAIS	PROVER MAIS	USAR MENOS

Tabela 6: Diferenças entre agendas Marrom e Verde  
Fonte: CIB, 2002

#### 4.2.1. Zedfactory: Bill Dunster

Bill Dunster graduou-se arquiteto pela Universidade de Edimburgo, desenvolvendo nos anos seguintes uma série de trabalhos com forte preocupação em relação à sustentabilidade ambiental do edifício e, em maior escala, de assentamentos humanos, como o projeto para a nova unidade do campus universitário de Nottingham. A partir da década de 90, concentra-se no desenvolvimento da marca ZED (*Zero Energy Development*), com o conceito de baixo consumo de energia e sustentabilidade (GURFINKEL, 2005).

O desenvolvimento do conceito ZED, e em particular do projeto BedZED que reúne moradias e escritórios numa mesma parcela da cidade, foi patrocinada por um programa de pesquisa oferecido pela *Architectural Association School of Architecture*, centro de pesquisa onde Bill Dunster lecionava. Para Dunster, a melhor saída para quem quer desenvolver projetos sustentáveis é realizar toda a pesquisa necessária, formalizando o projeto como produto e depois procurar vender a idéia para o contratante, pois “a maioria dos clientes não sabe o que pedir, não sabe o que é possível, e só se pode pedir uma coisa que se conhece ou se sabe exequível”, e completa: “Nosso trabalho como arquiteto é mostrar as possibilidades para que essas idéias sejam compradas” (DUNSTER APUD GURFINKEL, 2005). Por isso, para Dunster, é essencial o trabalho conjunto de universidades e empresas privadas, uma vez que o tempo de resposta para a pesquisa pode ser maior dentro das universidades, realidade contrária à rotina dos escritórios de projeto.

Um dos maiores desafios à implantação de projetos mais sustentáveis para Dunster é a racionalização da produção de componentes voltados para eficiência energética dos edifícios. Para ele a maior inovação, ao invés de tecnológica, deve ser cultural, através do aumento de demanda por produtos e componentes voltados para maior eficiência dos edifícios, o que redundará em maior produção, mais racionalizada e com menor custo.

Bill Dunster, através da ZEDFactory, sua empresa de projetos, define dez pontos como estratégicos a serem considerados durante o projeto arquitetônico para que o edifício alcance um bom desempenho ambiental e energético durante o seu uso. Os pontos são os seguintes (ZEDFactory, 2008):

- Materiais de construção superisolantes;
- Superfícies envidraçadas (estrutura e vidro);
- Construção hermética testada para alcançar 1.5 trocas de ar por hora a 50 pascals;
- Ventilação passiva restabelecendo o calor interno através de chaminés de vento;
- Ganho solar passivo onde for possível;
- Economia de energia para iluminação ao longo do uso;
- Maximizar acesso da luz do dia a todos os ambientes habitáveis e espaços de trabalho;
- Prover 100% de sombra às faces envidraçadas durante a tarde no verão;
- Ventilação purificante durante o período noturno;
- Pisos, paredes e coberturas termicamente maciços, com o mínimo de 50 mm de densidade de concreto (ou equivalente) em 75% da área de superfície visível.

Esta relação de 10 pontos a ser considerada no projeto do edifício naturalmente guarda em si a especificidade de resposta às condições climáticas do Reino Unido, objetivando principalmente economia com relação ao aquecimento dos ambientes internos. Estes pontos correspondem diretamente ao processo de projeto desenvolvido pela ZEDFactory destacados a seguir (ZEdFactory, 2008):

- nós estudamos cuidadosamente como projetar edifícios e infraestrutura confortáveis e que consumissem apenas sua justa parcela de potenciais estoques nacionais de energia renovável;
- nós descobrimos que o ganho solar passivo combinado com super isolamento, e recuperação do calor através da ventilação passiva em conjunto com massa térmica produz casas e espaços de trabalho que são

tão eficientes que não precisam de aquecimento ou refrigeração para o clima do Reino Unido, ...;

- nós descobrimos que durante seis meses do ano quase toda a necessidade por água quente pode ser alcançada por painéis térmicos solares. Descobrimos que apenas no inverno a água quente precisa de calor adicional e isso pode ser suprido por 160 Kg de biomassa seca por pessoa por ano, permanecendo nos limites do estoque de energia renovável nacional;
- nós então cobrimos as fachadas sul dos telhados com painéis elétricos solares, turbinas de vento integradas ao edifício quando possível, e edifícios com geração de carbono próxima do zero se tornam possíveis em densidades típicas do Reino Unido. Esta combinação de minimização da necessidade por energia com maximização das oportunidades para microgeração local formam os padrões de projeto da ZEDFactory para novos edifícios.

As figuras 12, 13 e 14 seguintes ilustram as estratégias de projeto citadas:

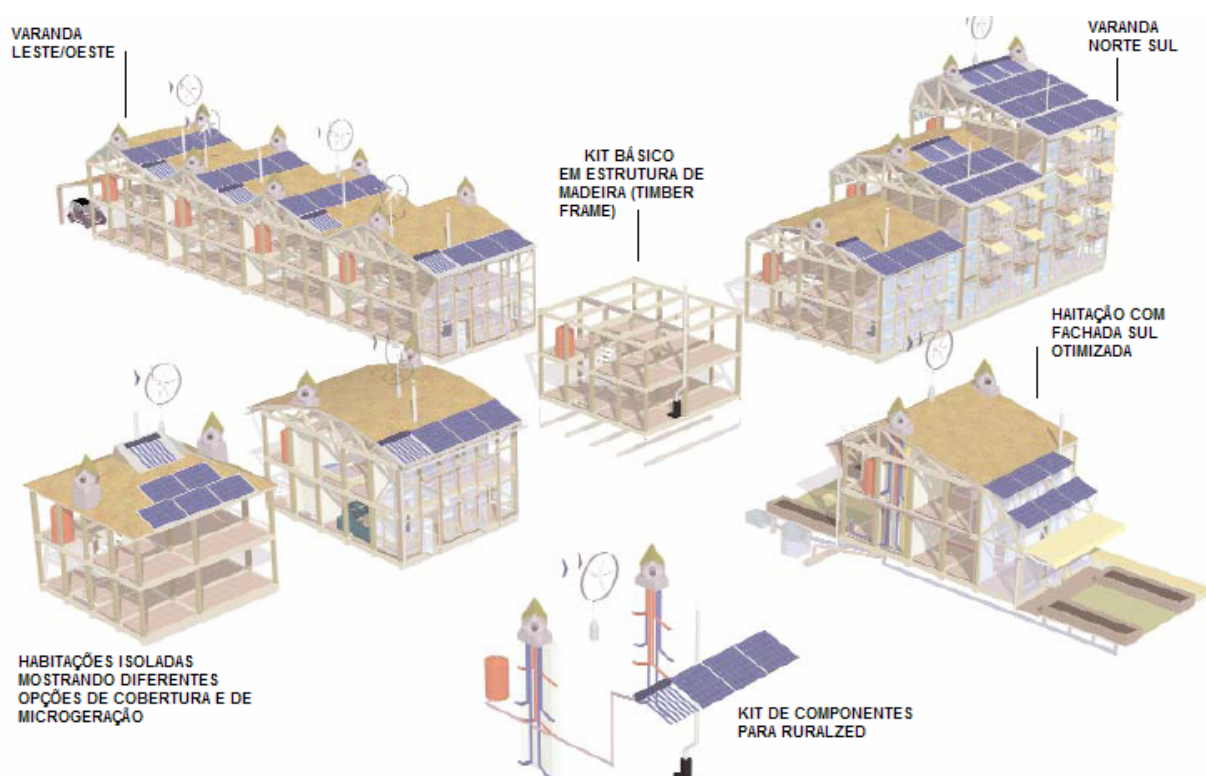


Figura 13: Estrutura básica e estratégias de projeto

Fonte: ZEDFactory (2008) in

<http://www.zedfactory.com/pdf%20downloads/standard%20house%20types.pdf>





Figura 14: Estratégia e elementos de projeto  
 Fonte: ZEDFactory (2008) in <http://www.zedfactory.com/pdf%20downloads/Analysis.pdf>

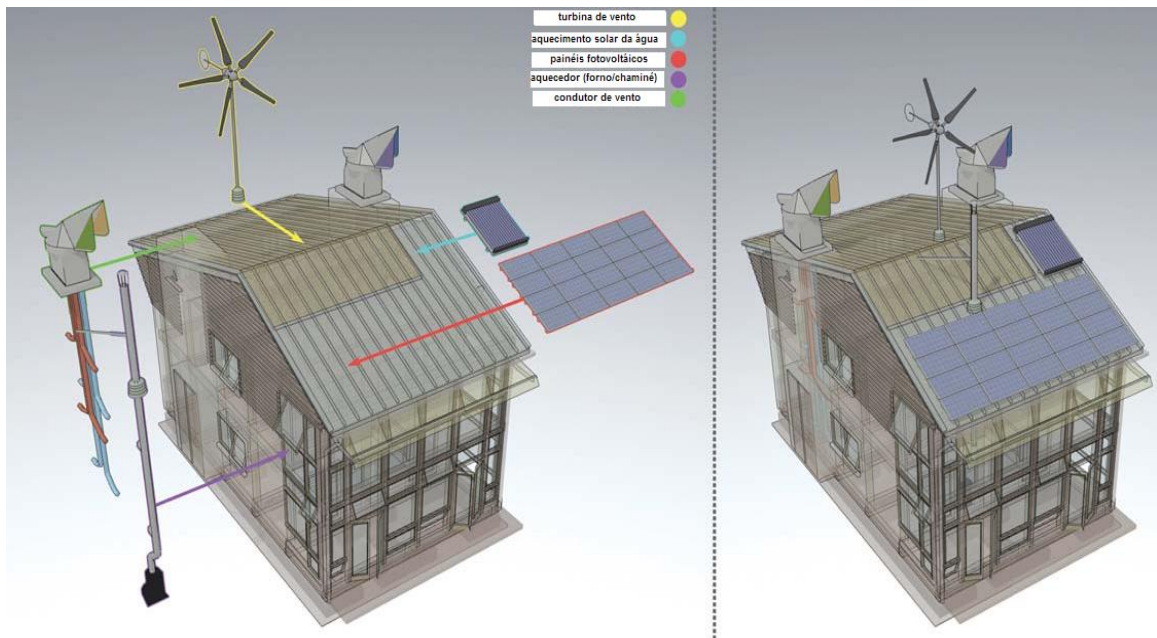


Figura 15: Componentes (*Upgrades*) de projeto  
 Fonte: ZEDFactory (2008) in [http://www.zedfactory.com/zedfactory\\_why.htm](http://www.zedfactory.com/zedfactory_why.htm)

Estas estratégias de projeto foram desenvolvidas pela ZEDFactory para diferentes formas e densidades de assentamento humano, como por exemplo a RuralZED (dividida em 3 subgrupos: 15, 15 a 35 e 35 a 75 habitações por ha), a Live/Work ZED (espaço de viver e trabalho: 75 a 120 habitações/ha), UrbanZED (ocupação urbana até 6 andares: 120 a 240 habitações/ha) e CityZED ou SkyZED (ocupação na forma de torres: 120 a 240 habitações/ha). A figura 15 ilustra os diferentes tipos de estratégia de projeto para as diferentes densidades e assentamentos:



**BedZED: vila urbana de uso misto (live/work)**



**RuralZED: habitações afastadas do centro**



**CityZED : Edifício de 15 andares com uso misto**



**Projeto para expansão urbana**

Figura 16: Estratégias para diferentes formas de assentamento  
 Fonte: ZEDFactory (2008) in [http://www.zedfactory.com/zedfactory\\_home.htm](http://www.zedfactory.com/zedfactory_home.htm)

Embora haja um forte apelo para os componentes que promovem o consumo eficiente de energia, ou mesmo sua geração numa micro-escala, é importante ressaltar que os sistemas construtivos dos edifícios projetados pela ZEDFactory procuram sempre a racionalização, partindo na maioria das vezes, de uma estrutura fixa (kit básico) de peças de madeira (*timber frame*). A essa estrutura básica somam-se os diferentes tipos de vedação conforme a orientação de cada fachada (envidraçada para sul e de alvenaria dupla para norte). A opção por um sistema construtivo racionalizado, de rápida montagem ou desmontagem e de pouca geração de resíduos fica em segundo plano, no entanto, na apresentação das estratégias de projeto pela ZEDFactory. Isso pode acontecer em parte pela cultura da construção racionalizada já estar o bastante arraigada no setor construtivo do Reino Unido e pela ênfase já observada entre os países centrais na redução de consumo de energia ao longo da vida útil do edifício.

#### **4.2.2. Jacques Ferrier**

O arquiteto francês Jacques Ferrier, diplomado pela Escola de Arquitetura da Universidade de Paris em 1985, tem dedicado o trabalho de seu escritório de arquitetura à busca por soluções ambientalmente sustentáveis. Além da dedicação ao ofício de projeto, Ferrier é autor de uma série de livros que tratam do viés da sustentabilidade na construção civil.

Para Ferrier, a questão da sustentabilidade na construção passa necessariamente pelo embate entre arquitetura e técnica, ou seja, esta é o veículo pela qual a sustentabilidade pode ser alcançada ainda no projeto arquitetônico (FERRIER APUD MOURA, 2006). Neste sentido, Ferrier prevê desde o partido do projeto o uso de sistemas construtivos que otimizem a construção, evitando o desperdício de água e a geração de resíduos. Como sistema construtivo, Ferrier apud Moura (2006, p.64) destaca que

O aço, por sua vez, é um material importante para o desenvolvimento sustentável porque tem a capacidade de ser reciclável (...) utilizo o aço nos mais variados tipos de projeto e o deixo sempre aparente, porque considero um material bonito, bom e que funciona muito bem.

Além do sistema construtivo, a adoção de sistemas de conservação e geração de energia e reutilização da água no uso do edifício também se revela de primeira ordem para Ferrier. Para o projeto do *Concept Office*, edifício de escritórios para companhia de eletricidade francesa em construção, Ferrier prevê a autonomia de 80% em relação ao consumo de energia. Em outro projeto, o Museu das Confluências em Lyon, “o uso de painéis fotovoltaicos em toda a fachada sul proporcionará aquecimento e energia” (FERRIER APUD MOURA, 2006).

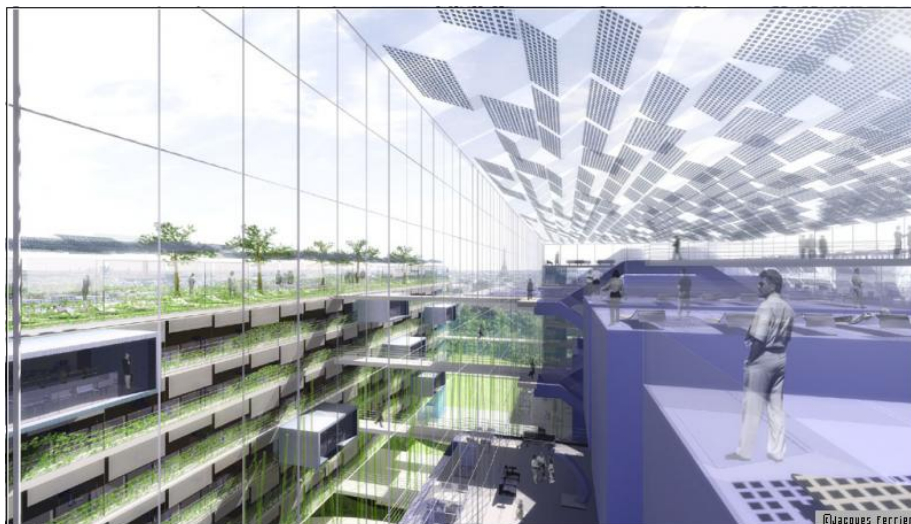


Figura 17: *Concept Office* (80% de autonomia energética)

Fonte: <http://www.cyberarchi.com/actus&dossiers/albums-photos/index.php?dossier=75&article=3681&photo=4>  
em 21/01/08

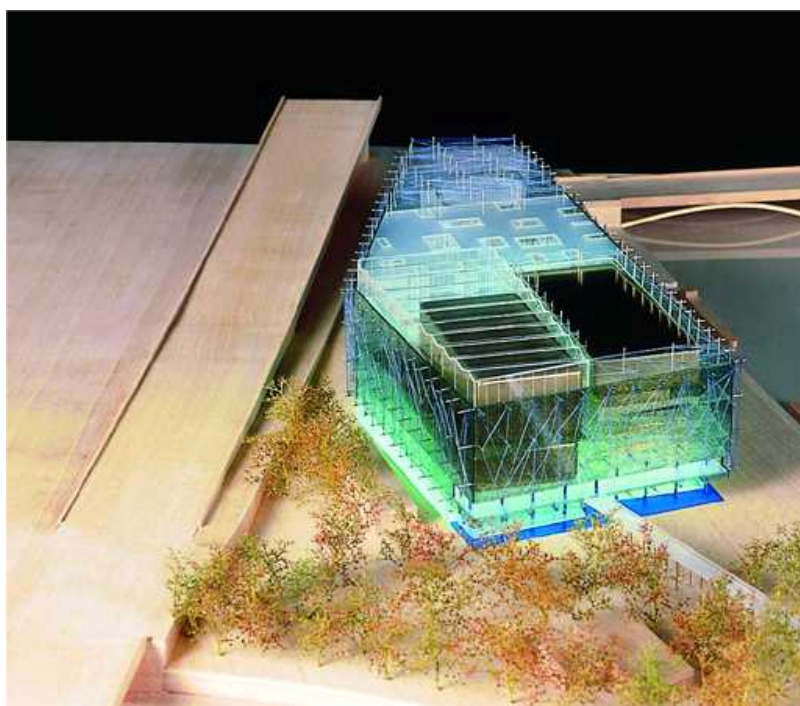


Figura 18: Museu das Confluências, Lyon

Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=362769&page=5> em 21/01/08

Para além dos sistemas de conservação de energia ou da escolha correta do sistema construtivo, Ferrier destaca a correta implantação e orientação do edifício como a mais simples, mais efetiva e importante ação para torná-lo ambientalmente

sustentável. Ainda na questão do desenho propriamente, Ferrier apud Moura (2006, p.64) ressalta a necessidade de projetos mais flexíveis, que permitam a reciclagem da edificação no futuro. Neste sentido,

O edifício deve ser tão simples que possa ser utilizado para vários usos, sem necessidade de grandes reformas ou demolições (...) o arquiteto precisa se convencer de que pode projetar prédios muito bons, mas bastante simples, e ainda assim ter espaços magníficos. E se depois de dez anos o prédio tiver de trocar de uso, continuará sendo muito bom, simples, e seus espaços continuarão sendo magníficos.



Figura 19: Escola em Qing Pu, China – edifícios de linhas simples e ortogonais

Fonte: <http://www.cyberarchi.com/actus&dossiers/albums-photos/index.php?dossier=75&article=3681&photo=8>  
em 21/01/08

De maneira geral, para Jacques Ferrier, um projeto de arquitetura ambientalmente sustentável deve prever:

- Processo construtivo otimizado: materiais de bom desempenho ambiental com pouca energia incorporada, se possível materiais reciclados e com baixa geração de resíduos;
- Adoção de sistemas que reduzam o consumo de água e propiciem sua gestão ecológica durante o uso do edifício;

- Substituição, se possível, de fontes fósseis de energia por renováveis durante o uso do edifício;
- Projeto simples do edifício: evitar formas rebuscadas que dificultem a reciclagem do edifício em mudanças de uso futuras;
- Correta implantação do edifício, conforme a melhor orientação solar e dos ventos.

#### **4.3. Projeto e sustentabilidade: referências para um desenvolvimento possível no Brasil**

Como observado pela Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB, 2002), a realidade desses países é destacada pelo grande potencial existente na forma de recursos naturais ainda presentes e pela possibilidade do desenvolvimento do setor da construção civil alinhado ao desenvolvimento social, preservando o ambiente e aspectos culturais autóctones de suas populações, integrando as dimensões ambiental, social, econômica, política e cultural. No entanto, várias são as dificuldades para que as diferentes dimensões que compõem a sustentabilidade sejam consideradas e implementadas de forma integrada no contexto desses países, mais especificamente na fase de projeto.

No Brasil, o Programa Setorial de Qualidade PSQ – Setor de Projetos (ASBEA ET AL, 2002), composto por entidades representativas das empresas de projeto arquitetônico, estrutural e de instalações, em relatório analítico sobre as dificuldades

do setor no contexto nacional quanto à qualidade de seus produtos, destaca pontos a serem considerados, dos quais alguns são relatados seguir:

A. Principais dificuldades e mudanças de caráter sistêmico (conjuntura):

- Educação: excesso de cursos de arquitetura e engenharia no país em relação à capacidade de absorção; deterioração do ensino e defasagem em relação às necessidades do mercado; falta da cultura de planejamento no âmbito da formação dos profissionais do setor, predominando o improvisado de soluções;
- Aspectos regulatórios: inadequação da contratação de serviços de projeto no setor público do ponto de vista de assegurar a qualidade; heterogeneidade e conflitos na legislação de caráter federal, estadual e municipal nos aspectos que afetam o projeto (legislação ambiental, urbana, etc.); normas de concessionárias de serviços públicos com ênfase em aspectos burocráticos e defasadas das necessidades de tecnologia construtiva que afetam o projeto, atuando como barreiras à qualidade e modernização; transferência de tecnologia (atraso do setor em termos de tecnologia de processo de produção);
- Poucos mecanismos de incentivo à pesquisa;
- Baixa exigência de clientes públicos e privados quanto à qualidade do projeto;
- Flutuações acentuadas de demanda tendo em vista a descontinuidade das políticas públicas de bens e serviços que demandam projetos.

B. Principais dificuldades e mudanças do setor de caráter estrutural/ setorial:

- Falta de integração e articulação entre os vários agentes da cadeia;



- Inexistência de metodologias de acompanhamento e projeções de demanda dos serviços e de mobilização dos profissionais;
- Ausência de desenvolvimento de projeto de forma integrada ao ambiente urbano em que se insere;
- Falta de desenvolvimento do projeto de forma global (paisagismo, drenagem, etc.);
- Ausência de dados e indicadores de custo, desempenho e qualidade de produtos para a seleção de tecnologia e especificação de produtos;
- Excesso de retrabalho no processo de desenvolvimento em função da falta de integração entre os profissionais envolvidos no projeto;
- Atraso conceitual que afeta o desenvolvimento do projeto: incorporação efetiva de conceitos relacionados ao desempenho dos bens finais (durabilidade, vida útil, desempenho térmico e acústico, custos de operação e manutenção);
- Anarquia dimensional na fabricação de materiais e componentes e falta de integração de concepção entre os mesmos, dificultando a racionalização do projeto;
- Falta de mecanismos de incentivo à melhoria de qualidade do projeto em empreendimentos promovidos pelo Poder Público, como equipamentos de educação, saúde, etc.

Sobre a dificuldade de racionalizar o processo construtivo desde o desenvolvimento do projeto, Greven e Baldauf (2007, p.60) esclarecem sobre as normas de coordenação modular no Brasil

São incipientes, pouco claras e pouco objetivas, provocando dúvidas quanto à sua interpretação e tornando sua viabilidade frágil. O fato das NBRs não especificarem dimensões para os componentes e vãos é provavelmente um dos motivos pelos quais elas não sejam respeitadas, o que se agrava pelo fato de que grande parte dos intervenientes da cadeia da indústria da construção civil desconhece sua existência e os conceitos do que seja a Coordenação Modular.

Greven e Baldauf (2007, p.65) comparam o contexto brasileiro ao dos países industrializados da Europa e América do Norte que adotaram a coordenação modular desde a década de 50 e 60, onde essa prática já está incorporada à rotina da construção civil, “desde o projeto dos componentes, passando pela formação dos profissionais nas universidades e chegando aos canteiros de obras”. Os autores acrescentam que

Dentro do caminho a percorrer no Brasil para a implantação da Coordenação Modular, os profissionais e estudantes das áreas de Arquitetura e Engenharia têm papel fundamental e devem estar conscientes e participantes de todo o processo, sempre tendo em foco o fato de que a coordenação modular é o princípio, o meio e o fim da racionalização da construção, desde a fase de projeto dos componentes até a fase de utilização da construção.

Com relação à conjuntura, mais especificamente quanto ao ensino de arquitetura, o tema da sustentabilidade na construção ainda não é tratado sistematicamente como princípio norteador do projeto. Segundo Loturco apud Del Carlo (2008, p.25), quanto ao aprendizado do conceito de construção sustentável, “há escritórios fazendo esforço para se atualizar, mas as escolas não ensinam. Na Escola Politécnica da

Universidade de São Paulo há uma disciplina optativa de sustentabilidade, por onde passam 30 alunos de 600. E todas as engenharias têm problemas de sustentabilidade”. Loturco apud Del Carlo completa ressaltando que “na faculdade ninguém ensina para ele (o aluno) que um sistema sustentável faz em meia hora o que os outros fazem em cinco. Tem aula de desenho, matemática, física, conforto, mas jamais sustentabilidade. Essa palavra não existe (LOTURCO APUD DEL CARLO, 2008, p.25).” Esta desatenção em relação ao tema no ensino de arquitetura e engenharias reforça a dificuldade já citada sobre o atraso conceitual no desenvolvimento do projeto, onde questões integrantes do conceito de sustentabilidade são preteridas durante o planejamento do empreendimento.

#### **4.3.1. Marcelo Suzuki**

O arquiteto Marcelo Suzuki, tendo trabalhado com a arquiteta Lina Bo Bardi e, depois, sido um dos sócios do escritório Brasil Arquitetura, hoje atua com escritório próprio. O recém construído edifício que abriga o fórum de Cuiabá, projetado por ele, recebeu o prêmio Rino Levi pelo IAB (Instituto de Arquitetos do Brasil) e na categoria obras construídas em 2006.



Figura 20: Fórum de Cuiabá  
Fonte: Melendez, 2005

O edifício foi reconhecido, não só pela sua força plástica, mas por incorporar em seu desenho medidas que buscavam o melhor desempenho de conforto térmico diante do calor da capital mato-grossense. Com suas funções distribuídas ao longo de lâminas avarandadas que se relacionam através de pátios ajardinados, o complexo horizontal cria áreas de proteção sombreada para as atividades internas. Parte desse resultado deve-se às brises de madeira do tipo *Pinus* dispostas horizontalmente ao conjunto, intercaladas a blocos fechados de alvenaria.



Figura 21: Corredor sombreado pelo tabuado de madeira (brises horizontais)  
Fonte: Melendez, 2005

Vale destacar que a alvenaria é usada basicamente como vedação, uma vez que o edifício é predominantemente construído sobre estrutura metálica.

Outra opção de projeto visando o melhor desempenho do edifício em relação ao conforto térmico é o distanciamento da cobertura, em estrutura metálica e telhas ora metálicas e ora translúcidas sobre os jardins, dos blocos construídos, permitindo a passagem cruzada de ar por todo o conjunto na forma de ventilação natural forçada. O uso de condicionamento artificial é guardado somente para as áreas fechadas e realizado através de um processo conhecido como fábrica de água gelada: aparelhos fabricam gelo durante a noite quando a energia é mais barata e faz menos calor e, durante o dia, ventiladores espalham o ar gelado.



Figura 22: cobertura metálica do complexo forense  
Fonte: Melendez, 2005



Figura 23: Fachada composta com o tabuado de madeira  
Fonte: Melendez, 2005



Figura 24: Pátio interno ajardinado com os blocos laminares avarandados  
Fonte: Melendez, 2005

É importante lembrar que Marcelo Suzuki atribui a possibilidade de tais escolhas, desde a opção dos materiais até a configuração geral do conjunto, devido ao tipo de cliente envolvido, no caso um projeto desenvolvido para um órgão público. Não que esses fossem requisitos apresentados pelo cliente, mas sim pela forma de trabalho que abre mais possibilidades em relação às decisões em projeto.

Marcelo Suzuki encontra dificuldades para incorporar ao projeto as questões ligadas à sustentabilidade da construção de maneira geral. Suzuki considera um dos principais problemas de se procurar trabalhar materiais novos menos impactantes (alternativos ou de fontes renováveis) a dificuldade de utilizá-los em grande escala. Cita o exemplo da madeira, que apesar de não ser um material alternativo, mas já tradicional no setor da construção, que é complicado de ser especificado para grandes obras. A dificuldade vem não só do sistema construtivo em si, mas inclusive de problemas como a aprovação pelo Corpo de Bombeiros, por exemplo. Assim, a questão da provisão de habitações de interesse social utilizando materiais alternativos, por exemplo, também fica limitada por estes aspectos: escala de produção, aprovações pelos órgãos competentes e dificuldade de obtenção de financiamentos. É somado a esse fator outros dois determinantes: valor de mercado e cultura do usuário final.

A construção seca, mais racionalizada e com menos geração de resíduos, não possui competitividade quanto ao valor de mercado se comparada a uma construção tradicional. Há a preferência por parte do usuário final de edifícios que passam a sensação de solidez e robustez. Portanto não há o incentivo para o investimento nesse tipo de construção no mercado de residências, onde muitas vezes a construção já visa a venda do produto após certo tempo de uso. Além disso, prevalece a idéia do produto “ter que durar para sempre com o mínimo de

manutenção”. Essa é uma característica cultural do usuário final brasileiro. Tal característica contrasta com o consumidor americano cujo *hobby* é a manutenção da habitação aos fins de semana pelo proprietário. Esse fator cultural permite, entre outros fatores, a existência de um amplo mercado de casas de madeira nos Estados Unidos, as *wood- frame houses*.

Outro limitador para Suzuki é a indústria produtora de materiais para construção no Brasil. Há um desequilíbrio grande entre materiais produzidos para o mercado nacional e materiais para exportação. O Brasil possui grande capacidade para produção dos principais materiais de construção: cimento, aço e madeira. No entanto, a produção de aço é voltada principalmente para exportação e mesmo assim, apenas da matéria-prima, através dos lingotes. Assim, importa-se o produto transformado com tecnologia agregada. Essa forma de mercado limita o desenvolvimento em qualidade do setor da construção civil, uma vez que a importação de produtos que poderiam estar sendo produzidos e utilizados em maior escala por aqui é necessária e onerosa.

Um dos avanços quanto à cultura do usuário final é que este tem cada vez mais procurado a incorporação de equipamentos para economia de consumos no uso do edifício. Ou seja, se por um lado este usuário tem certo preconceito a materiais diferentes dos tradicionais, por outro tem plena abertura a sistemas de captação solar para aquecimento de água e sistemas de captação de águas pluviais para usos externos. Suzuki ressalta que essa procura tem partido principalmente da classe média alta, uma vez que o consumo de energia numa residência desse padrão é alto gerando contas expressivas. Portanto, segundo ele, esse é um requisito que o próprio usuário já tem proposto ao arquiteto, em sua experiência.



Já na questão do desenho e do processo de projeto, revela que tem sido cada vez maior a demanda, principalmente na cidade de São Paulo, por edifícios cujo projeto já vislumbre sua desmontagem e realocação. Isso se deve aos altos preços dos terrenos na cidade, o que faz com que o empreendedor opte pelo aluguel dos mesmos. Uma vez que o terreno é alugado, interessa ao empreendedor fazer uso deste o quanto antes, fazendo com que a obra seja rápida e possível de desmontar no final do contrato de aluguel, levando-a para outro local. Esta é uma característica positiva incorporada ao processo de projeto, se analisada pela lente da racionalização da construção. Isto porque uma obra pensada em módulos e que possa ser desmontada e remontada em outro local é flexível, gera pouco entulho em seu reuso, e caso não tenha mais utilidade, seus componentes podem ser retirados de forma mais fácil e reutilizados.



Figura 25: Estrutura metálica e instalações aparentes no Fórum de Cuiabá  
Fonte: Melendez, 2005

Marcelo Suzuki considera a criação de um selo certificador importante para o estabelecimento de uma cultura construtiva mais responsável e sustentável. No entanto ressalta o cuidado que se deve ter na implementação de sistemas restritivos que podem vir por imposição privilegiando empresas com alto capital em detrimento das menores. Assim, decisões que vêm “de cima para baixo” poderiam ser prejudiciais para o desenvolvimento de uma construção mais sustentável por limitar o mercado às grandes empresas já detentoras de todo o instrumental necessário para uma possível certificação. Suzuki entende que seria necessário uma pesquisa nesse sentido, em busca de uma maneira mais democrática para obtenção de “selos verdes” ou certificações. Para isso enumera a necessidade de se realizar um levantamento de todas as experiências em andamento no país junto a universidades ou órgãos interessados, providenciar uma análise dessas experiências e colocar em prática as mais viáveis em alguns contextos específicos para se ter um retorno em curto prazo de todas as condicionantes envolvidas possibilitando o contínuo melhoramento. Além disso, Suzuki considera complicado no contexto brasileiro a credibilidade quanto à origem legal das certificações, uma vez que sabe de casos de empresas que as adquirem através de pagamento unicamente.

Por parte dos arquitetos, Suzuki lembra que muitos daqueles que iniciaram pesquisas no campo da construção sustentável se tornaram “monotemáticos”, ou seja, excludentes quanto a outros tipos de materiais que não aquele considerado o ideal. Assim, cita casos de arquitetos que só constroem com terra crua ou abobadas de tijolos, adotando um único tipo de projeto na verdade. Suzuki acredita na importância de se abrir o leque de pesquisas e não se limitar a uma única técnica ou sistema construtivo. Esse tipo de opção excludente dificulta inclusive a exposição

dessas experiências, que muitas vezes são importantes, na mídia especializada, limitando a divulgação do conceito de construção sustentável.

No entanto, cabe ressaltar a colocação de Suzuki com relação a uma possível solução para a questão da Construção Sustentável: "o que está no impasse não é exatamente tentar fazer uma casa radicalmente auto-sustentável e sim uma generalização no comportamento humano mundial de como produzir aço, cimento e com um grau de responsabilidade muito maior". Suzuki parece indicar um caminho para o arquiteto no sentido deste profissional ser o principal dosador de soluções, seja de menor ou maior porte, saudáveis ao longo do processo construtivo. Não se trata de ir à raiz do problema a ponto de se tornar um profissional excludente em relação a determinados materiais e sistemas. Trata-se de administrar os recursos disponíveis com responsabilidade, uma vez que todos os materiais geram impactos na natureza em sua extração e processo de produção.

Nestes apontamentos Suzuki parece indicar também o caminho de um profissional que tenha principalmente domínio sobre os processos construtivos de uma obra e os considere em projeto a fim de reduzir impactos ambientais.

#### **4.3.2. Y. Takaoka Empreendimentos**

A incorporadora Y. Takaoka Empreendimentos foi criada em 1995 a partir da cisão da construtora Albuquerque, Takaoka. Yojiro Takaoka, fundador da construtora, foi um dos idealizadores dos bairros Alphaville e Aldeia da Serra, em Santana do

Parnaíba- SP, e seu filho Marcelo Takaoka, hoje presidente da empresa, é também presidente do recém criado Conselho Brasileiro de Construção Sustentável.

A empresa tem buscado implantar em seu sistema de trabalho e em seus empreendimentos formas mais sustentáveis de desenvolvimento do espaço construído, seja na urbanização de glebas ou nas construções que compõem as áreas comuns de seus loteamentos. Exemplos dessa busca são os condomínios horizontais Gênesis I e Gênesis II, lindeiros a uma área de mata atlântica, onde este último recebeu a certificação ISO 14.000 de gestão ambiental. Além disso, estes residenciais receberam também certificado de Neutralização de Carbono emitido pela BRTÜV Avaliações da Qualidade, empresa que integra o grupo TÜV Nord, da Alemanha, e o IBQN, do Brasil (TAKAOKA, 2008). Para emissão deste certificado, técnicos da companhia acompanharam os trabalhos e verificaram os programas desenvolvidos pela Takaoka, avaliando se estes atendiam à captura do CO<sub>2</sub> emitido durante a construção do projeto Gênesis.



Figura 26: Área condomínio Gênesis e Mata Atlântica lindeira  
Fonte: Y. Takaoka Empreendimentos S/A in <http://www.takaoka.eng.br/website/default.asp>

Os princípios dos residenciais Gênesis I e II publicados pela empresa são os seguintes:

- Os projetos devem ter no mínimo 25% do empreendimento com áreas verdes;
- No mínimo 15% da área total do empreendimento deve ser de mata nativa;
- Na ausência de matas nativas, deve haver um programa de reflorestamento para resgate da mata original;
- Poderão ocorrer doações de áreas verdes ou de lazer mesmo após a aprovação do projeto;
- Programas ambientais para manutenção e desenvolvimento são obrigatórios na administração do residencial;
- Em matas nativas devem existir trilhas para passeio, vigilância e estudos do meio ambiente;
- Todas as calçadas devem ser gramadas no mínimo em 1,10m de largura, mesmo que haja calçamento impermeável;
- Calçadas e áreas verdes devem receber plantio de árvores nativas ou frutíferas;
- Em cada lote deve ser plantada no mínimo uma árvore nativa;
- A água potável para abastecimento deve vir de poços artesianos, nascentes ou lagos da região. Caso contrário, a origem deve ser claramente explicitada em material publicitário;
- É obrigatória uma estação para tratamento de esgoto ou ligação com a rede de coleta pública;
- A reutilização de águas para funções não-nobres será permitida;

- Áreas verdes contíguas a outros projetos Gênesis serão consideradas unificadas, excluindo-se praças internas e calçadas;
- Facilitar o retorno de espécies animais e vegetais originais às áreas verdes;
- Realizar desenvolvimentos urbanos sempre condizentes com os recursos hídricos disponíveis;
- Priorizar a implantação de lotes em áreas originalmente degradadas;
- Viabilizar aos convivas um contato com a natureza, com paz, harmonia e segurança;
- Ocupar os espaços naturais, preservando-os de invasões e depredações ambientais;
- Prover sistemas de segurança eficazes para a preservação dos recursos naturais;
- Controlar, com restrições, o emprego de materiais de obra que possam oferecer riscos à saúde, tais como fibrocimento, etc.

A estratégia geral da Y.Takaoka Empreendimentos para a implementação do conceito de sustentabilidade em suas atividades pode ser observada no quadro 11 a seguir.

	<b>2005 Engajar-se</b>	<b>2006 Entender</b>	<b>2007 Implantar e ...</b>	<b>2008 ... Pilotar</b>
<b>Limitação dos eventuais impactos ambientais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desenvolver processo ISO 14.000 no projeto Gênesis</li> <li>-levantar aspectos críticos e analisar os impactos ambientais para cada etapa das atividades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- definir ações para mitigação dos riscos e limitar os impactos</li> <li>- envolver principais "stakeholders"</li> <li>- obter certificação ISO 14.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- revisar processo ISO 14.000 – Projeto Gênesis</li> <li>- desenvolver processo ISO14000 para edificações comerciais</li> <li>- certificação ISO14.000 para edificações e Y.Takaoka</li> </ul>	
<b>Fornecedores – Parceiros da estratégia de desenvolvimento sustentável</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procurar disseminar conceitos de sustentabilidade no setor imobiliário</li> <li>- criar grupo de trabalho interno para avaliar resultados atuais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-participar de fóruns setoriais e processos consultivos</li> <li>- mapear potenciais fornecedores por região de atuação</li> <li>- analisar oportunidades em parceria com "stakeholders"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- participar de ações setoriais de promoção e desenvolvimento sustentável nas diferentes atividades da Y.Takaoka</li> <li>-buscar alinhamento da valores e acordos para desenvolvimento sustentável com os fornecedores estratégicos, potenciais parceiros na realização dos empreendimentos</li> </ul>	
<b>Relacionamento com clientes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- criar grupo de trabalho interno para avaliar resultados atuais</li> <li>- Elaborar plano de sensibilização à construção sustentável</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- realizar processo consultivo com clientes da Takaoka</li> <li>-definir ações para incentivar a construção sustentável</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- realizar "workshops" de sensibilização e reforçar ações para promover desenvolvimento sustentável, educação ambiental e manuais de boas práticas para o projeto Gênesis</li> <li>-monitoramento de ocorrências</li> </ul>	
<b>Diálogo com "stakeholders"</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incluir no site o tema desenvolvimento sustentável e responsabilidade corporativa</li> <li>- lançar o primeiro relatório de sustentabilidade da Takaoka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- avaliar a relação com os "stakeholders" e propor engajamento para cada grupo</li> <li>- analisar comunicação efetiva com os "stakeholders"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elaborar metas mutuais para cada grupo de "stakeholders" e implantar ações para os grupos prioritários</li> <li>-realizar sessões de consultas aos "stakeholders"</li> </ul>	

Quadro 11: Plano de Ações Y.Takaoka  
Fonte: Takaoka, 2005

Gláucia Esther Sato, coordenadora de planejamento da Y. Takaoka Empreendimentos, explica que, para o desenho do loteamento foi ocupada uma área previamente desmatada anteriormente usada como pasto. Ao cuidado de não ultrapassar este contorno desmatado, somou-se o desenho do loteamento, onde a orientação predominante dos lotes é para o norte, com maior incidência de sol.

Para obtenção do certificado ISO 14.000 para o residencial Gênesis II uma série de cuidados foram tomados, desde a prospecção do terreno até a entrega dos lotes. Para manutenção dos princípios que nortearam o desenvolvimento do loteamento e

das características ambientais durante a ocupação deste, foi criada uma associação, formada pelos proprietários, que têm a responsabilidade de cuidar da área verde do condomínio (houve reflorestamento de áreas degradadas) e das faixas de mata atlântica.

Para Gláucia, a maior procura pela compra dos lotes deveu-se principalmente à paisagem deslumbrante da mata nativa ao redor. O conceito de sustentabilidade publicado, envolvendo todos os cuidados durante o processo de construção da infraestrutura ou mesmo os preceitos para o projeto do loteamento, não chegaram a ser um diferencial visível ao consumidor padrão. Tampouco a certificação do loteamento Gênesis II com a ISO 14.000 parece ter gerado maior atratividade aos compradores. Essas são questões aparentemente distantes ainda deste tipo de consumo.

Com relação à política interna da empresa, é preciso ressaltar que a Y. Takaoka Empreendimentos tem desenvolvido um Programa de Responsabilidade Social na sua cadeia de fornecedores, envolvendo as construtoras, agências de publicidade, posto de gasolina, acessoria de imprensa, escritórios de cálculo estrutural e de arquitetura e demais fornecedores. A formação dessa cadeia foi feita de maneira a ser o mais heterogênea possível para gerar a maior possibilidade de resultados. Este programa é realizado em parceria com o BID (Banco Interamericano) e com o Instituto ETHOS. Outras sete cadeias de setores da economia (sendo 8 no total e a Y. Takaoka representando a cadeia da construção) participam do programa escolhendo no máximo 20 fornecedores para a implantação da responsabilidade social.



A política ambiental da empresa baseia-se na conscientização e educação de todos os *stakeholders*, ou seja, de todas as partes interessadas envolvidas num empreendimento. Para isso a empresa dispõe de um profissional exclusivamente para essa função: realizar palestras de educação ambiental nas escolas da comunidade em volta do empreendimento, para os funcionários dos escritórios envolvidos, funcionários de obra e subcontratados. Um dos exemplos dessa ação de forma mais concreta foi durante a recuperação dos córregos que cruzam a área do loteamento. Durante o processo de construção foram feitas análises mensais da qualidade da água desses córregos. No auge da obra foi constatado o aumento de coliformes fecais nas águas dos córregos, devido à preferência dos funcionários da obra de usar a água corrente aos banheiros químicos disponíveis no canteiro. Foi realizado então um trabalho de conscientização junto aos funcionários e as condições da qualidade da água dos córregos se normalizou.

Gláucia ressalta que a questão da busca por uma maneira mais sustentável de realizar os empreendimentos já está inserida ideologicamente na empresa, que avalia esses empreendimentos pelo tripé do ganho social, ambiental e econômico. Por ser uma opção ideológica da empresa, segundo ela, a falta de programas específicos de incentivo à implantação da sustentabilidade na construção por parte do governo ou como o mercado vai assimilar esse produto diferenciado não pesam tanto nas escolhas realizadas internamente à empresa.

Alguns exemplos desse comprometimento da empresa são destacados por Gláucia Sato. Um deles é o fato de apenas 17% da área total do condomínio Gênese ter sido destinado ao loteamento. Segundo ela, a empresa poderia ter maximizado o aproveitamento em forma de lotes aumentando o retorno financeiro das vendas, mas

que a opção foi “ir além das leis”. Mesmo reduzindo a área loteada, a taxa de retorno foi atrativa aos investidores, girando em torno dos 20%.

Outro exemplo foi a opção em projeto pela construção de uma ponte de acesso ao condomínio Gênesis II. Esta ponte tem por função desviar o trânsito de automóveis que acessam o condomínio de um córrego que, nas cheias, chega a apenas 1m de largura. No entanto, a escolha foi por preservar as áreas próximas ao córrego, realizando a ponte com tecnologia diferenciada (Ponte empurrada), minimizando assim o corte de árvores (Figura 20).



Figura 27: Construção de ponte “empurrada” de acesso ao Gênesis II  
Fonte: Revista Técnica, edição 113, p 38- 43, agosto de 2006

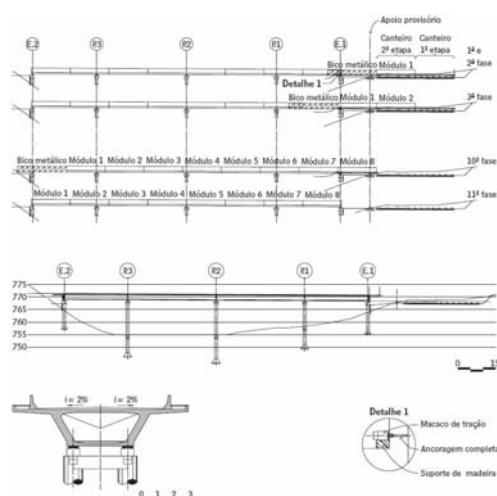


Figura 28: Seções da Ponte empurrada  
Fonte: Revista Técnica, edição 113, p 38- 43, agosto de 2006

A empresa Y. Takaoka Empreendimentos não exige certificação de qualidade para escolha das construtoras parceiras em seus projetos. Gláucia esclarece que a escolha é feita com base no histórico e no reconhecimento dessas construtoras no mercado. Entre elas figuram a Gafisa e a Matec, participantes respectivamente do Gênesis II e Gênesis I. No entanto, a certificação ISO 14.000 do empreendimento acaba por gerar na construtora contratada o mesmo comprometimento ambiental para atuar na obra. Segundo Gláucia Sato, a construtora acaba atuando dentro de um sistema de gestão ambiental “por tabela”. Além disso, a Y. Takaoka, que se responsabiliza pelo projeto de arquitetura, do loteamento e das áreas comuns, disponibiliza para a construtora contratada um documento com as diretrizes de construção (manual de procedimentos) que dirige de forma rígida a atuação da construtora. Assim, a construtora acaba operando dentro dos requisitos de Gestão Ambiental da Y. Takaoka Empreendimentos. Este manual de procedimentos especifica desde a maneira a ser feita a terraplenagem até os materiais e sistemas para construção das áreas comuns, como a portaria e o clube (Figura 22).



Figura 29: Clube e áreas comuns do residencial Gênesis II  
Fonte: Y. Takaoka, 2008

Com relação a outras formas de certificação, Gláucia Sato destaca que, para obras de construção civil, a empresa vai buscar certificações de *greenbuilding*. Os projetos de arquitetura são desenvolvidos com escritórios parceiros, que já estão atualizados às exigências e requisitos da empresa. Portanto, para Gláucia, não houve dificuldades para a aquisição do produto projeto orientado à sustentabilidade.

Uma das maiores dificuldades, no entanto, segundo Gláucia, foi o fornecimento regular de madeira certificada FSC para a obra do Gênesis II. Tendo a empresa definido utilizar apenas madeira certificada no empreendimento, esta não foi encontrada nas quantidades e densidades necessárias. Um exemplo foi a madeira utilizada na portaria do condomínio. A madeira definida em projeto, pelas características intrínsecas como densidade e durabilidade, não era encontrada certificada pela construtora Gafisa, o que gerou atraso e elevação de custos. Gláucia Sato destaca que, mesmo com essas dificuldades, a expectativa para o condomínio Gênesis III é de que 90% da madeira utilizada tenha certificação FSC.

## **CAPÍTULO 5**

### **DISCUSSÕES**

Das questões levantadas ao longo do trabalho, verifica-se que a construção sustentável começa a ser tratada no contexto brasileiro, porém de maneira ainda incipiente, parcial e não sistematizada.

A investigação realizada permitiu a escolha de algumas referências para se entender melhor as várias facetas que compõem o tema da construção sustentável e sua implementação de forma prática junto ao mercado da construção. A escolha dessas referências encontrou amparo também na estratégia de implementação do conceito proposta pela Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento (CIB, 2002). A análise dessas referências permitiu a identificação de alguns gargalos que dificultam tal implementação e também possíveis estratégias para o enfrentamento do tema.

Dentre as dificuldades encontradas, destaca-se uma série de problemas de conjuntura no Brasil que tornam a implementação do conceito de construção sustentável restrita a experiências individuais, junto a alguns profissionais sensíveis ao tema ou no âmbito de algumas empresas que buscam atender a uma demanda que se inicia.

Através da revisão bibliográfica realizada no Capítulo 1, verificou-se o dinamismo do conceito de construção sustentável em suas diversas dimensões e suas adequações a diferentes contextos, além de sua abrangência, alcançando os conceitos de ciclo de vida e de eficiência energética na construção.

As especificidades quanto às características do consumo de energia no Brasil abrem também a discussão das características do contexto nacional no que diz respeito à falta de uma infra-estrutura básica para a sustentabilidade, de carência de vários fatores de ordem social e da ausência do poder público à frente dessas discussões, caracterizando um cenário de contínua emergência.

Este cenário deve-se em grande parte à falta de liderança dos níveis governamentais nas discussões do tema e sua ausência na formação de uma “estrutura para sustentabilidade” junto a outros agentes da cadeia da construção civil.

Neste sentido, observa-se a falta de políticas públicas claras e abrangentes, principalmente a nível nacional, que direcionem o setor da construção civil a um modo mais sustentável de operacionalizar suas atividades. Sem a presença do nível governamental na formação da “estrutura para sustentabilidade” no contexto brasileiro da construção civil, a integração entre os diversos agentes torna-se difícil de ser concretizada, restando ao mercado desenvolver formas de atuação nesse sentido conforme interesses imediatos na maioria das vezes. Observa-se assim que o mercado, entendido como a interação entre os diversos atores que compõem o setor da construção civil, em parte procura traçar caminhos visando responder a uma demanda cultural que se inicia.

Num primeiro momento, a adoção de certificados e selos, como o internacional LEED, têm sido as ferramentas mais acessíveis adotadas e divulgadas entre algumas iniciativas (ver o caso da Agência do Banco Real citado no capítulo 2). No entanto, como visto, tais formas de certificação parecem não ser as mais adequadas para o contexto brasileiro, uma vez que partem de *checklists* e não da avaliação de

desempenho do edifício propriamente, além de preverem um nível de detalhamento mais coerente com a realidade de países com leis mais claras e rígidas quanto à construção.

De outro lado, outros aspectos conjunturais ajudam a formar este cenário: o tratamento do tema da construção sustentável de maneira ineficaz no ensino de projeto, ou mesmo a falta de discussão do tema na formação dos profissionais, o que leva ao despreparo destes quando inseridos no mercado; a demanda pequena por serviços mais sustentáveis na construção; a falta de mensuração dos impactos ambientais das cadeias produtivas dos materiais de construção e a falta de dados sobre esses impactos para o processo decisório na fase de projeto, entre outros.

Para poder compreender melhor as várias ausências possíveis do poder público no contexto nacional em relação ao tema da construção sustentável, e até para caracterizar melhor essas ausências, procurou-se conhecer no Capítulo 2 as experiências internacionais nesse sentido. Verificou-se de maneira enfática a presença do Estado, em seus vários níveis, na liderança das discussões e na criação de demanda por uma construção mais sustentável. Como exemplo dessa constatação, foi analisado o caso do Reino Unido, onde o estoque construído público e os novos edifícios governamentais foram enquadrados dentro de uma estratégia geral para implementação da construção sustentável, buscando estabelecer exemplos de melhores práticas e criar a demanda necessária dentro do mercado da construção civil.

O exemplo do Reino Unido evidencia a importância do Estado na criação de demanda por serviços mais sustentáveis, movimentando todos os agentes

envolvidos na cadeia, como fornecedores de materiais e serviços, construtores, os próprios órgãos públicos, etc.

Este tipo de envolvimento governamental com o tema possibilita experiências no campo da construção que incentivem a melhoria da produção de outros edifícios na prática corrente, pois os edifícios públicos acabam se tornando modelos para melhores práticas.

De outro lado, em nível local, através dos Conselhos distritais de Londres, a prática de construções mais sustentáveis é divulgada entre profissionais e usuários finais através das cartilhas de boas práticas na construção. Este tipo de serviço procura atualizar o profissional de projeto ao mesmo tempo em que familiariza didaticamente o usuário final com o tema, revelando as vantagens econômicas e ambientais da construção sustentável. O diálogo entre profissional de projeto e consumidor, através da publicação e divulgação das cartilhas de boas práticas, pode se tornar mais fácil e colaborativo neste sentido.

Ainda no contexto internacional, buscou-se conhecer a abordagem das normas e códigos de construção civil em outros países que considerassem as questões englobadas pelo conceito de sustentabilidade na construção. Observou-se assim a maneira como a legislação nesses países serviu como direcionadora à implementação do tema, novamente com o poder público à frente das discussões, integrando e fortalecendo a “cadeia para sustentabilidade” (*framework*).

Verificou-se que o conceito de *framework* para a sustentabilidade na construção, seja qual for a possível estratégia interna, pode ser adotado desde um nível organizacional, para gestão interna das atividades de projeto de uma empresa, até o



nível global, abraçando os níveis nacional e internacional, de negócios, das indústrias, profissional e social. O que se observa, paralelamente, é que a falta da atuação do nível nacional na realidade brasileira, por parte do poder público, acaba por fazer “mancar” os outros níveis, onde iniciativas isoladas não se integram a um plano geral para a implementação da construção sustentável.

Além disso, o investimento em pesquisa, caracterizando as diversas cadeias produtivas de materiais de construção e seus impactos ambientais, formando uma base de dados clara para consulta dos profissionais de projeto no processo decisório, vem sendo levado a cabo nos países mais envolvidos com o tema. Este tipo de abordagem pode chegar a orientações claras sobre a escolha de materiais com menores emissões durante seu processo produtivo ou com redução de solventes em sua composição, como é o caso da Noruega e da Suécia, citados no capítulo 2 deste trabalho.

Na realidade brasileira esses dados não estão ainda disponíveis de forma sistematizada, somando-se ao pouco conhecimento dos profissionais de projeto em relação às cadeias produtivas dos materiais de construção, envolvendo suas características de extração, beneficiamento e possibilidade de reuso ou reciclagem após seu primeiro uso no edifício.

Assim, procurando compreender um pouco melhor a realidade do setor da construção civil no Brasil, o Capítulo 3 aborda o papel deste setor na economia brasileira e destaca algumas particularidades encontradas. Através da análise das cadeias produtivas de alguns dos principais materiais de construção, buscou-se

caracterizar as formas de impacto sobre o ambiente desde o processo de extração desses materiais, passando pelo seu beneficiamento, até seu uso no processo construtivo de edifícios. Embora não houvesse a intenção de quantificar os impactos, as informações levantadas foram relevantes para o estabelecimento de referências a serem consideradas no processo decisório do projeto. O conhecimento dessas cadeias produtivas, ainda que seus dados de impacto não estejam amplamente quantificados e sistematizados, é de fundamental importância para o processo decisório realizado na fase de projeto.

O conhecimento a respeito das características globais do material, possibilitando uma escolha mais correta para cada contexto, somada às opções em relação ao desenho e sistemas construtivos mais eficientes, são passos importantes no desenvolvimento de projetos mais sustentáveis.

No contexto nacional esses desafios se amplificam frente a uma cultura arraigada no setor da construção civil onde predominam o improvisado e a informalidade, resultando no grande desperdício de materiais e energia, com geração de resíduos e efluentes durante o processo construtivo.

Neste sentido, um primeiro passo em direção à sustentabilidade na construção no Brasil deve ser dado através da racionalização do processo construtivo previsto em projeto. Segundo Greven e Baldauf (2007, p.12),

Com relação à sustentabilidade, a utilização da coordenação modular traz um melhor aproveitamento dos componentes construtivos e, em consequência disso, otimização do consumo de matérias-primas, de consumo energético para produção desses componentes e, por fim, de sobras desses componentes em função dos inúmeros cortes que sofrem na etapa de produção.[...] 20 a 26% do lixo de aterros vem da construção.

Os mesmos autores acrescentam que o PBQP-H poderia ser uma das chaves para a mobilização do setor construtivo em direção à racionalização da construção, uma vez que este programa tem ação global sobre a cadeia produtiva aliando agentes públicos e privados. Esta possibilidade alia a necessidade de um padrão de construção mais eficiente no uso dos recursos à necessidade de revisão e atualização dos programas voltados à qualidade da construção existentes no contexto nacional.

Com este objetivo, foram levantadas outras referências como normas e programas já existentes no Brasil que possam direcionar o setor da construção a temas que integram o conceito de sustentabilidade na construção: redução dos resíduos de obra através da racionalização, eficiência energética, durabilidade da construção, manutenibilidade e comunicação com o usuário final através dos manuais de manutenção, flexibilidade da construção e provimento de habitações de interesse social.

Observou-se em parte desses programas uma proposta assertiva em relação a temas como, por exemplo, racionalização da construção e maior eficiência construtiva reduzindo a geração de resíduos, mas que não se refletem necessariamente na prática ou mesmo num direcionamento didático de como operar esses temas no processo construtivo.

No Capítulo 4 resgatou-se os princípios de projeto para se atingir formas mais sustentáveis de construção. Esses princípios, seguidos de recomendações para o desenvolvimento do projeto, procuram responder às dificuldades do setor de projetos verificadas no contexto brasileiro.

O que se observa de positivo com relação ao tema da construção sustentável no Brasil, saindo da escala do edifício e partindo para o nível organizacional, são algumas experiências isoladas que podem servir como exemplo de estratégia para a incorporação dos conceitos de sustentabilidade numa escala maior.

O estudo de caso realizado com a Y. Takaoka Empreendimentos revela uma resposta possível partindo da iniciativa privada e alcançando vários níveis da cadeia envolvida. Neste caso, a certificação de gestão ambiental realizada na empresa à frente de um empreendimento de construção civil, no caso uma incorporadora, acaba por alinhar todos os agentes da cadeia envolvidos naquele empreendimento às diretrizes arroladas pelo certificado. Esta dinâmica repetida pode criar rotinas organizacionais e de gestão nos agentes envolvidos, gerando uma cultura mais próxima à sustentabilidade na construção. Como todo processo, tende a se desenvolver em complexidade e abrangência conforme novas experiências forem vivenciadas e novos conhecimentos adquiridos. Esta dinamicidade é inerente ao próprio conceito de sustentabilidade.

Outras experiências positivas têm origem também na dinâmica do mercado de construção civil nas grandes cidades: a tendência ao projeto de edifícios de rápida montagem e possível desmontagem de seus componentes e mudança do local de implantação, devido aos altos preços dos terrenos nas áreas próximas ao centro que passam então a serem alugados e não mais comprados. Findo o contrato de locação, há a possibilidade de mudança do edifício para outro local caso as necessidades sejam outras.

Enquanto essas tendências se concentram na área comercial e industrial, no nicho residencial, como constata Suzuki, cada vez mais as opções por sistemas passivos de aquecimento, através de energia solar, e de reserva de águas pluviais, passam a ser requisitados pelos usuários, em parte pela traumática experiência dos apagões recentes, em parte pela elevação dos custos da energia elétrica.

Observa-se assim que o tema da sustentabilidade começa a ser mais discutido no setor da construção, no entanto ainda de forma parcial e fragmentada, carecendo de uma abordagem mais global, encerrada no contexto de um plano que integre os agentes formadores da cadeia da construção, estabelecendo de forma clara papéis e objetivos a serem atingidos na busca pela implementação de uma forma mais sustentável de construção.



## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÃO

De forma geral, as principais dificuldades encontradas para a implementação do conceito de sustentabilidade na fase de projeto, levantadas em todo o desenvolvimento do trabalho e destacadas de forma particular no Capítulo 4 foram:

- A falta de envolvimento e liderança do Poder Público em seus vários níveis nas discussões relativas ao tema, com uma enfática ausência deste na formulação de planos específicos, na geração de demanda por serviços sustentáveis, na produção de projetos modelo para incentivar “melhores práticas” e na composição de uma “estrutura para sustentabilidade” junto a outros agentes da cadeia da construção civil;
- A falta de integração entre os agentes formadores da cadeia da construção civil de maneira geral, em parte pela ausência do poder público na liderança e na formulação de planos específicos para o setor;
- Uma cultura construtiva calcada na improvisação por motivos vários, entre eles: o atraso conceitual que afeta o desenvolvimento do projeto, o baixo nível de exigência por parte dos clientes (públicos e privados), a falta do desenvolvimento do projeto de forma global;
- A cultura ainda restrita de racionalização da obra desde o projeto, devido à já mencionada cultura da improvisação além da falta de integração dimensional entre materiais e componentes e da ausência de ênfase à racionalização do projeto ainda no aprendizado de projeto;

- A demanda restrita por sistemas construtivos mais racionalizados por parte de clientes particulares e públicos por falta de costume, desconfiança em relação à durabilidade e outros aspectos intrínsecos ao sistema construtivo, sendo preferida a construção chamada tradicional. Em particular, por parte dos clientes públicos, a falta de incentivo à melhoria da qualidade do projeto em seus empreendimentos;
- A ausência de dados e de indicadores de impactos ambientais sobre produtos e materiais de construção, e de conhecimento por parte dos profissionais de projeto para seleção e especificação da tecnologia apropriada para cada contexto e programa;
- A falta da concretização na prática de conceitos que integram a formação de programas setoriais para elevar a qualidade da construção no Brasil, por exemplo o QUALIHAB da CDHU no Estado de São Paulo;
- Atendimento ainda deficitário à demanda por materiais certificados quando especificados em grande escala, além de custo comparativamente alto em relação aos materiais tradicionais. Este ciclo se fecha uma vez que a própria demanda ainda incipiente eleva os custos de produção desses materiais em menor escala.

Como se vê, as dificuldades levantadas não estão isoladas umas em relação às outras, mas se relacionam de forma conjuntural. Arrisca-se a destacar como de fundamental relevância à manutenção desta conjuntura novamente à ausência do poder público na liderança das discussões do tema da sustentabilidade na construção no contexto brasileiro. Por ocasião desta ausência, o próprio mercado, através de investidores privados, incorporadoras ou mesmo do usuário final, procura



preencher as lacunas existentes baseados na urgência do tema e à demanda que se inicia. Com a verificação desta abordagem ao tema por parte do mercado de construção, ainda que não de forma geral, mas pontualmente, destaca-se algumas estratégias possíveis, observadas durante a realização da pesquisa, para a implementação da construção sustentável no contexto brasileiro. São esses os pontos:

- Para os empreendimentos privados formais mostrou-se interessante e, até certo ponto eficiente, a certificação ISO 14.000 da empresa incorporadora, o que acaba por exigir de toda a cadeia envolvida a necessidade de se moldar às diretrizes pré-definidas naquela certificação. A formalidade exigida pelo trabalho através de uma incorporadora à frente do empreendimento estimula o estabelecimento de uma *“framework”*. Assim, a construtora, fornecedores, projetistas e demais envolvidos acabam desenvolvendo suas atividades dentro das exigências da certificação da incorporadora, gerando educação a respeito do tema, aumentando a demanda pelos serviços mais sustentáveis e iniciando o estabelecimento de uma cultura construtiva mais sustentável. Esse encadeamento pode vir a ocorrer não só através da certificação ISO 14.000, mas através de outras formas de certificação por parte da empresa incorporadora;
- A demanda que se inicia por projetos mais flexíveis e de rápida construção devido aos altos preços dos lotes nas grandes capitais, particularmente em São Paulo, o que leva as empresas a alugarem o lote ao invés de comprá-lo. Segundo Suzuki (2005), o fato de o lote ser alugado gera o interesse pela empresa na rápida ocupação deste, o que leva à procura por projetos que

visem a construção eficaz, racionalizada e de montagem veloz e que possa até mesmo ser desmontada no vencimento do contrato de aluguel do lote e ser remontada em outro local. Evidentemente esta ainda não é uma forma corrente de construção, mas a própria lógica do mercado imobiliário nas grandes capitais parece estimular o desenvolvimento deste tipo de empreendimento;

- A elevação do custo da energia tem gerado uma crescente demanda por equipamentos e sistemas de conservação de energia entre os usuários finais principalmente de residências entre a classe média e classe média alta. Assim, a especificação de aquecimento solar da água já deixa de ser uma sugestão do projetista e passa a ser uma exigência deste tipo de consumidor de residências. Isto se deve em parte pelas altas contas de energia observadas nessa faixa de consumidores. Os sistemas de captação e estocagem de águas pluviais para usos não nobres também começa a se tornar uma questão mais acessível a esses consumidores, principalmente pelo receio em relação ao custo da água no futuro;
- A racionalização da construção parece ser um ponto essencial a ser ainda alcançado no contexto brasileiro. O alto nível de desperdício de materiais no processo construtivo e a conseqüente alta geração de resíduos nessa fase, destinados em sua maioria aos aterros sanitários, é um alvo a ser atacado. Além disso, a construção tradicional brasileira gera uma grande quantidade de poluentes em seu processo construtivo, como poeiras e efluentes decorrentes do alto consumo de água durante toda a obra, particularmente na produção de concreto no canteiro;

Espera-se que com a caracterização do contexto nacional a respeito da construção sustentável e sua inserção no mercado da construção civil, e com os resultados obtidos, revelando as principais dificuldades e as possíveis estratégias imediatas, a aproximação ao tema, tanto por profissionais da área de projeto como estudantes, se torne mais clara e objetiva na direção da implementação do tema à prática projetual.



## CAPÍTULO 7

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBONI, N. **O Caso Cecrisa S.A.:** uma aprendizagem que deu certo. 1997. 315p. TESE (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ANTUNES, A. M. S. (Org.) A indústria Química Orgânica: Classificações e Características. **Setores de Indústria Química Orgânica.** - Capítulo 2. Ed. Rio de Janeiro: E- papers, 2007. v.1. 242p.

ASBEA, ABECE, ABRASIP, IAB-SP, IE, SINAENCO, SINDINSTALAÇÃO. **Programa setorial da qualidade PSQ – Setor de Projetos.** 2002. Disponível em: <<http://www.habitacao.sp.gov.br/http/qualihab/entidades/cpo/PSQdePROJETO-2002b.pdf>>. Acessado em 12 de março de 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. Informações técnicas – definição e classificação. Disponível em: <[http://www.abceram.org.br/asp/abc\\_51.asp](http://www.abceram.org.br/asp/abc_51.asp)> . Acessado em 12 de fevereiro de 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CE 02:136.01.001 – Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos (Parte 1).** Comitê Brasileiro de Construção Civil, outubro 2002. Aspecto geral da ISO 14.000. Ambiente Brasil. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.html&contudo=./gestao/iso.html>>. Acessado em 6 de junho de 2007.

BANCO REAL. Guia de Boas práticas na Construção Civil. Disponível em: <[http://www.bancoreal.com.br/index\\_internas.htm?sUrl=http://www.bancoreal.com.br/sustentabilidade/no\\_seu\\_dia\\_a\\_dia/pratique\\_em\\_casa\\_e\\_no\\_trabalho/tpl\\_sustentabilidade\\_nodiaadia\\_pratique\\_obra.shtm](http://www.bancoreal.com.br/index_internas.htm?sUrl=http://www.bancoreal.com.br/sustentabilidade/no_seu_dia_a_dia/pratique_em_casa_e_no_trabalho/tpl_sustentabilidade_nodiaadia_pratique_obra.shtm)>. Acessado em 16 de setembro de 2007.

BOSSINK, A.B.G. **A dutch public-private strategy for innovation in sustainable construction.** Research memorandum. Faculty of Economics and Business Administration, Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands, 2002. 32p.

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Aço, um material de construção ecológico para um desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <[http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/meio\\_ambiente\\_01.asp](http://www.cbca-ibs.org.br/nsite/site/meio_ambiente_01.asp)>. Acessado em 20 de novembro de 2005.

CIB (1999). **Agenda 21 on Sustainable Construction** . Rotterdam: CIB. 120p. [CIB Report Publication 237].

CIB e UNEP - IETC. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. How professionals think in action. Pretoria, África do Sul: CSIR Building and Construction Technology, 2002.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO. Qualihab. Disponível em: <<http://www.habitacao.sp.gov.br/http/qualihab/objetivos/teobjetivos.asp>>. Acessado em 25 de outubro de 2006.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO. **Manual técnico de projetos**. Versão dez/1998. 226p. Disponível em: <[http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br/http/informacoes/manuais/Manual\\_de\\_Projetos.PDF](http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br/http/informacoes/manuais/Manual_de_Projetos.PDF)>. Acessado em 23 de março de 2008.

COLE, R.; LARSSON, N. Green Building Challenge: analysis and summary of GBC – 2002 case study projects. In: PETTERSEN, T.E. (ed), Proceedings International Conference on Sustainable Building, 2002, SB-2002, Ecobuilt. **Anais...** Oslo 2002.

CORRIM (CONSORTIUM FOR RESEARCH ON RENEWABLE INDUSTRIAL MATERIALS). **Life Cycle Assessment of wood use in residential construction**. 2004. Disponível em <[http://www.corrim.org/ppt/wilson\\_nov04/index.asp](http://www.corrim.org/ppt/wilson_nov04/index.asp)> .Acessado em 4 de abril de 2005.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS. **Building a better quality of life** – a strategy for more sustainable construction. London, april, 2000. 33p.

Editorial. Decency and Forethought. **The Architectural Review**, p.73-36, November 2003.

ENFIELD COUNCIL. Sustainable Design and Construction Guidance – for planning applicants completing the advisory leaflet and the small scale sustainability form.

Disponível em: <[http://www.enfield.gov.uk/880/Sustainable%20Design%20and%20Construction%20Guidance%20Leaflet\\_%20Small%20Scale.pdf](http://www.enfield.gov.uk/880/Sustainable%20Design%20and%20Construction%20Guidance%20Leaflet_%20Small%20Scale.pdf)>. Acessado em 10 de março de 2008.

FARIA, R. Segmentos empurrados. **Revista Técnica**, Edição 113, p.38-43, agosto de 2006.

FERREIRA, O. P. (Coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Publicação Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Sinduscon-SP, 2003.

FÓRUM BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Glossário**. Disponível em: <<http://www.forumclima.org.br/default.asp?id=16>>. Acessado em 5 de abril de 2006.

GAIA RESEARCH. **Sustainable Construction and the regulatory framework – a thinkpiece**. Gaia Research, Edinburgh, October 2004. 110p.

Disponível em < <http://www.gaiagroup.org/Research/IDS/suc-con-reg/SCRF-TP-full.pdf>>. Acessado em 14 de abril de 2008.

GALLOPIN, G. C. Introduction. In: BEDRICH, Moldan et al. (1997) **Sustainability Indicators: a report on the project on indicators of sustainable development [ Scope 58]** Chichester, 1997.

GIANSANTI, R. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Atual, 1998. 111p.

GIBBERD, J. (2004) **The sustainable building assessment tool: assessing how buildings can support sustainability in developing countries**. Disponível em:

<<http://www.civils.org.za /bepc/jgibbert.pdf>>. Acessado em 15 março.

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo, Edusp, 1998, 234p.

GOMES, V. et al. Long way to go, but government and industry aware. **Sustainable Building Magazine**, Aeneas Technical Publishers, Bostel, Netherlands, v.02, p.38-36, 10 de abril de 2002.

GREVEN, H. A.; BALDAUF, A. F. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: uma abordagem atualizada. Coleção Habitare, v.9, Porto Alegre: Antac, 2007. 72p.

GURFINKEL, C. Nova consciência, novas prioridades. **Revista Arquitetura e Urbanismo**. Nº 142, p 50-54, janeiro de 2006.

HÄKKINEN, T. (2001) **City related sustainability indicators**: state of the art. Finland: CRISP. Disponível em: <<http://crisp.cstb.fr>> Acessado em: 20 junho 2006.

HOLCIN. **Construção: base do desenvolvimento e da sustentabilidade**. Holcin Brasil S.A. - Relatório de sustentabilidade 2005. 56p.

INSTITUTO DO PVC. **O PVC e a preservação ambiental**. Disponível em: <[http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal\\_id=45](http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal_id=45)>. Acessado em 10 de novembro de 2007.

JOHN, W. Conceitos gerais sobre construção sustentável (Palestra) In: **Construção Sustentável: o futuro pode ser limpo**. Workshop, CTE, São Paulo, 30 maio 2006.

LAMBERTS, R. ET AL. **Eficiência energética na arquitetura**. Editora PW, São Paulo, 1997.

LOTURCO, B. Cultura Sustentável. **Revista Técnica**, edição 133, p.22-28, abril de 2008.

MANFREDINI, C.; SATTLER, M. A. Estimativa da energia incorporada a materiais de cerâmica vermelha no Rio Grande do Sul. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.5, n. 1, p.23-37, jan./mar. 2005.

MELLENDEZ, A. Complexo forense revela força plástica do high tech caboclo, **Revista Projeto Design**, edição 307, setembro de 2005



MELHADO, S.B.; FABRICIO, M.M.; MESQUITA, M.J.M.; GRILO, L.M.; SOUZA, A.L.R.; AQUINO, J.P.R.; DUEÑAS PEÑA, M.; FRANCO, L.S.; OLIVEIRA, O.J. **Coordenação de projetos de Edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. 115p.

MICHELL, P.; HYDE, R. Embodied energy: a parameter for the environmental assessment of building materials, **Embodied energy – the current state of play**. Seminar, School of Architecture and Building, Deakin University, Geelong, November 1996.

MOURA, E. Capacidade de renovação. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, N° 143, p.62-64, fevereiro de 2006.

NAKAMURA, J. A respeito do meio ambiente. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, N.142, p.49-40, 2006.

NOSENT, P. Certificações francesas para agentes do setor da construção civil e para empreendimentos (Palestra) In: **I Workshop Projeto USP / COFECUB – Construção sustentável: avaliação e formas de obtenção**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 8 de dezembro de 2005.

SABBAG, H. Y. Patrimônio Moderno. **Revista Arquitetura e Urbanismo**, n.135, p. 68-71, 2005.

SCHILLER, S.; SILVA, V.G.; GOIJBERG, N.; TREVIÑO, C, U. Edificación Sustentable: consideraciones para la calificación del habitat construido en el contexto regional latinoamericano. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v.7, n.1, p. 13-18, Impreso en la Argentina, 2003.

SILVA, V.G.; SILVA, M.G.; AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para a avaliação da sustentabilidade. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, ANTAC, v.3, n.3, jul./set. 2003.

SIMÕES, A.; VIEIRA, R.; DOMINGOS, T. Aplicação de Análise Multicritério a Indicadores Agregados de Sustentabilidade. Secção de Ambiente e energia, DEM, Instituto Superior Técnico 1. 2002. Disponível em: <[http://extensivity.ist.utl.pt/docs/Sim%F5es%20et%20al%20\\_2004\\_%20Indicadores%20Agregados%20\\_artigo\\_.pdf](http://extensivity.ist.utl.pt/docs/Sim%F5es%20et%20al%20_2004_%20Indicadores%20Agregados%20_artigo_.pdf)>. Acessado em : 15 de março de 2006.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Cimento e Conjuntura- O consumidor domiciliar de cimento.** São Paulo, ano 5, nº 52, 4p., agosto de 2006.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO CIMENTO. **Press Kit 2007.** 24 p. Disponível em: < [http://www.snic.org.br/pdf/presskit\\_SNIC\\_2007.pdf](http://www.snic.org.br/pdf/presskit_SNIC_2007.pdf)>. Acessado em 22 de novembro de 2007.

SOARES, S. R.; PEREIRA, S. W.; BREITEMBACH, F. E. Análise do ciclo de vida de materiais cerâmicos da indústria de construção civil. In: XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002, Cancun. Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

SOLÁ-MORALES, I. **Diferencias:** Topografia de la arquitectura contemporânea. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 1995.

TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M. Panorama Setorial – Minerais Industriais. **Revista cerâmica Industrial.** v.5, n.3, p. 37-40, maio / junho 2000.

TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M.; JUNIOR, M. C. Panorama das matérias-primas utilizadas na indústria de revestimentos cerâmicos: desafios ao setor produtivo. **Revista cerâmica Industrial.** v.3, n.4-6, p. 30-38, julho / dezembro 1998.

THORNTON, J. **Environmental Impacts of Polyvinyl Chloride Building Materials.** A Healthy Building Network Report, Washington D.C., 2002. Disponível em: < [http://www.healthybuilding.net/pvc/Thornton\\_Enviro\\_Impacts\\_of\\_PVC.pdf](http://www.healthybuilding.net/pvc/Thornton_Enviro_Impacts_of_PVC.pdf)>. Acessado em 17 de novembro de 2007.

UNEP (2001) Life cycles thinking as a solution. Disponível em:

<<http://www.uneptie.org/pc/sustain/lcinitiative/background.htm>>. Acessado em: 3 de junho de 2006.

UNIÃO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO. **A construção do desenvolvimento**

**sustentado** - a importância da construção na vida econômica e social do país. São Paulo, agosto de 2006, 39 P. Disponível em:

<[http://www.sindusconsp.com.br/especiais/Uniao\\_nacional\\_construcao/doc\\_unc.pdf](http://www.sindusconsp.com.br/especiais/Uniao_nacional_construcao/doc_unc.pdf)

>. Acessado em 4 de março de 2007.

VADERGORIN, E.Y.L. Polímeros como material de construção – (1ª e 2ª partes). São Paulo, Instituto de pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Divisão de Edificações. **Tecnologia de Edificações**. São Paulo, 1998. p. 61-70.

WECD. **Our Common Future (The Bruntland Report)**, Oxford University Press, 1987.

WWF (World Wild Fund) Disponível em:

<[http://www.wwf.org.br/wwf/opencms/site/view\\_article.jsp?newsChannelId=120&newsId=921](http://www.wwf.org.br/wwf/opencms/site/view_article.jsp?newsChannelId=120&newsId=921)> . Acesso em 26 jun 2006.

Y. TAKAOKA Empreendimentos. **Relatório de Sustentabilidade 2004 / 2005**. São Paulo, 2005. 35 p.

Y. TAKAOKA EMPREENDIMENTOS S/A. Disponível em

<<http://www.takaoka.eng.br/website/default.asp>>. Acessado em 12 de maio de 2008.

YUBA. A. N. **Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes de madeira de plantios florestais**. 2005. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Carlos, 2005.

ZAINUL-ABIDIN. N; KHALFAN. M; KASHYAP. M. **Moving Towards more sustainable construction.** Department of Civil & Building Engineering, Loughborough University, 2003.

Disponível em: <[http://www.rics.org/NR/ronlyres/C39A75B2-D6DF-4BCA-B37C-F832BECBA52B/0/towards\\_sustainable\\_construction.pdf](http://www.rics.org/NR/ronlyres/C39A75B2-D6DF-4BCA-B37C-F832BECBA52B/0/towards_sustainable_construction.pdf)>. Acessado em 15 de março de 2008.

ZEDFACTORY LTD. Disponível em: <[http://www.zedfactory.com/zedfactory\\_home.htm](http://www.zedfactory.com/zedfactory_home.htm)>. Acessado em 15 de março de 2008.

## CAPÍTULO 8

### SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O presente trabalho procurou contribuir para a compreensão do atual contexto da construção sustentável no Brasil e suas implicações durante a fase de desenvolvimento de projeto, sistematizando informações levantadas através de pesquisa bibliográfica e entrevistas de campo. Acima de tudo o trabalho procura soluções para a implementação dos conceitos de sustentabilidade fora de nichos isolados do grande mercado da construção civil, entendendo que é necessário o estabelecimento de uma cultura de projeto e de construção mais sustentáveis mesmo em níveis comerciais.

Desta maneira, abrem-se a partir deste trabalho possibilidades para futuras pesquisas que contribuam com o tema e possam somar conhecimentos mais específicos às discussões aqui levantadas.

Uma das questões a serem mais aprofundadas é a inserção do tema da sustentabilidade na construção no ensino de arquitetura nas universidades brasileiras, particularmente junto aos *ateliers* de projeto. Este interesse se justifica pelo necessário preparo do futuro arquiteto às considerações necessárias, sejam opções tecnológicas ou de inserção do projeto no sítio, e às ferramentas possíveis, sejam soluções de desenho ou quanto ao conhecimento de novos equipamentos ou sistemas passivos voltados ao melhor desempenho do edifício. Dentro desta questão parece importante também, durante as disciplinas de projeto, uma maior vinculação do desenho à escolha dos materiais e sistemas construtivos, considerando todos os impactos gerados durante esta opção tecnológica.

Outro ponto levantado neste trabalho que pode ser estudado de maneira mais detalhada é a formação e divulgação de indicadores relativos ao ciclo de vida dos materiais de construção no contexto brasileiro. Estes dados são fundamentais para o processo decisório na fase de projeto. Basear as escolhas em dados concretos possibilita melhor aferição do desempenho do edifício, desde a fase de projeto, passando por sua construção, uso e pós-uso.

Seguindo indicações sobre a estratégia proposta pela Agenda 21 para construção sustentável em países em desenvolvimento, para a implementação do conceito na prática construtiva é relevante o estudo e atualização dos programas e da legislação vigente para a construção. Parte desses programas e certificações foi levantada neste trabalho, e suas relações com o tema analisados. No entanto é essencial o aprofundamento dessas discussões, de maneira que propostas concretas possam ser realizadas e mudanças e atualizações nesses programas possam ser implementadas.

## ANEXOS

**ANEXO A:** Entrevista concedida pelo arquiteto Marcelo Suzuki em seu escritório no dia 29 de maio de 2006.

**- Suzuki, como você tem visto a discussão sobre sustentabilidade da construção? ...os arquitetos têm procurado incorporar conceitos de sustentabilidade no momento do projeto?**

as tentativas dos arquitetos existem mas... têm vários aspectos que dificultam né ... uma é você ter condições de trabalhar materiais novos em grande escala...quando digo materiais novos não que seja novidade mas que... por exemplo... fazer edifícios de madeira de grande porte ... essa é uma dificuldade real né ... você tem vários problemas pra usar madeira em edifícios públicos...por exemplo a USP - o FUNDUSP - não adota a madeira...

**- é mais concreto pré fabricado...**

ou aço ...a usp mesmo de São Carlos tem edifício em aço... mas madeira não né .... aquelas exceções que foram experimentadas lá em São Carlos como habitação né... são exceções porque não é pra usar Para a Usp...ehh::...você tem um trabalho muito grande em relação ao corpo de bombeiros no uso de edifícios de madeira né... principalmente estrutural... apesar de que a madeira em muitos casos é até mais

resistente ao fogo do que o aço ... você decompõe o aço com mais velocidade porque... quando você queima a madeira... a decomposição faz o prédio ruir né... basicamente foi o que aconteceu com o *World Trade Center* certo?... a alta temperatura derreteu os componentes de aço e aí quando uma laje começou a cair em cima da outra o edifício veio todo abaixo né ... fora que todo mundo aí, inclusive o pessoal do design que tá fazendo móveis com madeira certificada ... mas tem muito boato ... boato não....tem muita notícia que tem certificados emitidos ilegalmente né ... então é complicado ... aço também é uma (questão) também complicada porque do ponto de vista ecológico o problema é a fabricação do aço que demanda um processo ...

**- consumo energético muito grande ...**

...muito grande e então o aço também tem essa dificuldade ...o cimento ... a fabricação do cimento é uma coisa indecente né... então as frentes possíveis são ...

**- são limitadas não?**

... não... elas estão ainda travadas entendeu?... Então por mais pesquisa que se faça, você vê o Acayaba com o Hélio Olga fazendo as casas de madeira e tal mas para um grupo seletto né... inclusive não sei se você sabe mas se você faz uma estrutura metálica e usa painéis de materiais novos né... como piso e cobertura ou painéis de fechamento como o *drywall* e faz uma obra toda muito seca ela vai ficar uma obra limpa e rápida de ser feita ... Ela tem um valor MENOR de mercado ... se você faz pra vender você não está competindo com uma casa por exemplo de tijolo



e concreto né ... tijolinho e estrutura convencional ... então o valor de mercado abaixo tira o incentivo de você ter em empreendimentos menores e de grande alcance como habitação popular - não institucional, mas habitação popular no sentido de mercado, ta... - e barra esse tipo de pesquisa...

**- e mesmo questão de financiamento né?**

... sim... mesmo em questão de financiamento... aí em sentido institucional também se agrega a mesma dificuldade ta?...o Acayaba fez aquele conjunto habitacional no morro do querosene muito interessante... muito bonito e tal...

**- aquele em alvenaria estrutural e madeira...**

...alvenaria estrutural, madeira e concreta a laje encima da madeira ... ele faz um sistema misto muito legal mas é pra uma elite né ... uma elite que já conhece...sabe quem é o Acayaba e...

**- tem a marca dele presente..**

...tem a marca dele então tem uma indiferença em relação a esse preconceito... mas é uma exceção entendeu... as outras pesquisas ... tem grupos... vários grupos em tudo quanto é universidade né ... eu vi uma coisa interessante em Peirópolis em Goiás... uma comunidade lá que pesquisa eco construção ... e eles fazem construção de barro... barro mais tijolo e tijolo sem queima... sem forno ... tijolo

prensado... é interessante ... agora também a escala de trabalho possível - já que é muito artesanal - é uma escala pequena né... por isso as dificuldades né..

...

materiais novos mesmo tem pouquíssima novidade aí né ... a preferência mesmo é pro convencional... existe uma demanda pro convencional muito grande... muito maior que qualquer outra...

**- é aquela questão da casa que passa uma impressão de durabilidade né...**

...é...

**- que quando bate na parede sente a firmeza ...**

...é... mas é “ essa casa é sólida ”... “essa casa é muito boa” e tal ... então essas discussões todas continuam em voga né ... não deixa de ter razão... não deixa de ter razão pelo seguinte fator... quanto maior a tecnologia maior a manutenção né... eu cito dois exemplos bem brincalhões...

...

...um boing pousou... já entrou em manutenção né ...

...uma pirâmide do Egito é a melhor relação forma e função que existe ... a forma garante que ela não vai cair ...é tudo de pedra é claro que é eterno... o objetivo...a forma é essa e a função é ela ser um túmulo... então dura pra toda vida ((risos))

**- tá ótimo ((risos))**

...tá ótimo ... então se for essa baixa tecnologia no sentido de baixa manutenção é verdade né ... e que a alta tecnologia com muita manutenção é verdade também ...

**- porque essa é uma das questões... por exemplo... construir em madeira me possibilita trocar painéis periodicamente ...**

...sim...

**- a substituição com o tempo dos painéis externos ... eu posso trocar sem grandes problemas...**

...isso ... mas o trocar já indica manutenção né...

**- é... a casa de alvenaria... dependendo... gera um tipo de resíduo que não dá pra ser aproveitado...**

...é muito entulho ...

**- sim ... muito entulho ...**

...é verdade isso também mas ... então... os americanos nunca tiveram preconceito com casa de madeira né..

**- embora os vendavais continuem derrubando ...**

...mas é mais vantagem ... é mais vantagem... a casa capota... a casa sai voando no ar mas é melhor que ter um telhado inteiro feito de telha de barro desabando na sua cabeça né... então tem suas vantagens... até pra isso ... mas por uma questão de não preconceito mesmo o mercado deles sempre foi grande pra isso e o norte americano tem como formação... o maior hobby americano é trabalhar na casa... então sábado e domingo é dia do cara cuidar da casa... cortar a grama... pintar... ele tem mania ... toda casa americana normal tem uma oficina... então o americano tem uma predisposição muito grande... cultural...

**- agora Suzuki... aqui no escritório você procura passar pros clientes... quando possível... essa preocupação?...**

...olha... sempre que possível né... mas como eu te disse é bastante raro viu ... eu faço muita obra pública e... por exemplo... sempre ao longo da carreira eu fiz colégios para o Estado né ... recentemente a FDE soltou duas levas de projeto em pré-moldados... testou o metálico e testou o pré-moldado convencional em concreto né ... então pré moldado em concreto armado... coincidiu de terminar a série em metálica com o aumento de 70% que teve o aço no Brasil por conta da exportação então eles cancelaram ... ou seja ... é uma coisa que eles não vão dar andamento ... e o pré-moldado convencional de concreto ...até né já tô usando a palavra “convencional” mesmo por ser pré-moldado ou apesar de ser pré-moldado porque já virou convencional né... quando eu fiz o fórum de Cuiabá também foi antes dessa alta do aço... nós conseguimos fazer uma estrutura de aço e assim que tava montado lá na obra ela já valia 70% a mais ((risos)) então o tribunal de justiça do

Mato-Grosso teve uma sorte danada e ... vamos dizer assim... e eles deixaram fazer o fechamento todo de madeira...

... eu me lembro que quando tava só na proposta... ahnn... muitas perguntas... algumas já com tom bem negativo... foram feitas no sentido de “por que que não põe vidro?” ... “Porque que não faz um caixilho fumê” ... “Um caixilho de alumínio que não dá trabalho nenhum né ... com madeira vai ficar feio” ... quando começou a instalação do primeiro módulo... o pessoal do tribunal ficou desesperado querendo me ligar pra pedir pra mudar realmente... só que a construtora já tinha feito uma compra grande de madeira e... o prédio é muito grande lá né ... então eles demoraram pra ligar e até minha ida lá de novo - eu tava indo pra lá de 15 em 15 dias -... então em duas semanas o que aconteceu foi que aprontaram uma face inteira e aí todo mundo caiu o queixo porque daí no resultado final eles se conformaram que tinha ficado bom ... então... agora você vê que são aspectos né de uma obra que dá pra você forçar na marra... meio resistindo a rejeições do cliente mas não é sempre que isso é possível tá...

...ahn... uma outra coisa que tem é... vamos supor que nosso objetivo seja fazer uma obra seca... ou seja... uma obra que não entra água ou entra pouquíssima água né ... nisso você consegue uma limpeza de canteiro muito maior ... você consegue uma eficiência de trabalho dentro da obra muito maior ... você tem que trabalhar uma modulação... uma previsão de instalações mais rigorosa ... então tudo é mais eficiente... tudo é mais legal ... mas basicamente o que tem sido usado por aí é drywall né... ahnn...grande parte do gesso do mundo sai do Brasil em forma de matéria prima ... aí o Brasil importa material pra drywall ... então vai e volta né? ... agora de qualquer maneira... uma mina de gesso, uma mina de ( ) né... que é a matéria prima é uma mina tão agressiva quanto a de minério de ferro ... então o que

eu acho que tá no impasse não é exatamente tentar fazer uma casa radicalmente auto-sustentável no sentido que isso vai virar uma colônia de hippies certo... e sim uma generalização no comportamento humano mundial de como produzir aço... de como produzir cimento... e com um grau de responsabilidade muito maior né..

**- o que se vê é o seguinte... as indústrias internacionais... elas já tem trabalhado nesse sentido... inclusive a do aço... você pega por exemplo o Instituto Europeu do Aço ele divulga os indicadores de sustentabilidade anuais... divulgam as ações junto às indústrias... de conscientização e melhorias de processos que acabam dando... por exemplo... pro projetista informações para que ele possa tomar sua decisão na hora do projeto... então “olha, a indústria europeia tem gerado tanto de CO<sub>2</sub>... conseguimos reduzir o gasto energético tantos por cento”... está se desenvolvendo uma base de dados interessante ... no Brasil não temos muito isso né...**

... tem uma coisa também que... digamos assim... brincando... “é fácil falar” né ... porque a indústria europeia e americana... e de alguns outros países também... eles “usam” o mundo inteiro... eles fazem isso pra eles e não fazem isso pros outros ..

**- é... tem essa questão também ... você tira o gusa daqui e sabe-se lá que florestas foram desmatadas em pequenas siderúrgicas pra se gerar a matéria prima né...**

...é ... eu tenho impressão que as grandes empresas...grandes corporações né... vamos incluir bancos nessa história... fazem declarações de responsabilidade social

de uma maneira hipócrita né ... é muito mais grave... se eles fizessem realmente um investimento social maior é claro que teria - em todos os sentidos- seja na responsabilidade social em relação ao meio ambiente seja responsabilidade social em relação a ações efetivas na sociedade né ... investir em educação... em formação... então fica difícil... o Brasil fica emcalacrado né... o Brasil tem condições de produzir muito alumínio né... e em reciclagem de alumínio o Brasil é um dos *tops* de linha ... reciclar também importa... porque na verdade reciclar impõe um equilíbrio com retirar matéria prima em natura né ... depois... o Brasil tem condições de produzir muito aço ... o Brasil é um dos poucos países que tem condições de produzir muito cimento .. ahh .. e madeira também... então são cinco coisas que ainda são fundamentais - apesar de já tradicionais na construção civil - dessas cinco a gente tem condições de produzir todas em larga escala né ... o que acontece... nós não produzimos os melhores aços do mundo nem investimos em tecnologia pra fazer isso...só pra você imaginar ainda não produzimos aços com as durezas é... com a gradação de durezas que só vende fora do Brasil... nós não produzimos nenhum aço inox que preste ... nós praticamente só exportamos matéria prima porque apesar de exportar aço exporta lingote ... exporta matéria prima pra fazer o aço na verdade né ... é... grande parte do que dá pra fazer alumínio aqui é pra exportação... madeira também é exportação direto ...vou te dar um exemplo... araucária... pinheiro... é uma madeira que sumiu do mercado... tem altíssima dificuldade de certificação mas existe um replantio muito fácil de fazer e portanto um certificado relativamente fácil de ser obtido... certo... o que tem de bom vai embora... aí... sei lá... de repente a Holanda começa a fazer campanha mundial contra a exploração do cedro no Brasil ... do mogno ... então essa campanha mundial de certa maneira barra a importação lá... mas porque alguém lá na Holanda

descobriu que o mogno tava quase em extinção no Brasil... aí tudo bem.. planta mogno então... aí me aparece o cara lá na França e me faz a praça inteira da biblioteca com o ipê... garantindo lá na França que saiu do Brasil certificado ... sabe lá se foi mesmo ... então é difícil... o Brasil acaba sendo fornecedor de matéria prima até nesse ramo entende.. a coisa tá tão ruim que uma das negociações mais complicadas que tá tendo é que todos os países da Europa e os Estados Unidos na negociação pra melhorar preços de produtos agrícolas pra provimento do mercado internacional tá colocando como reivindicação atuar no mercado de construção civil no Brasil... já tem... por baixo do pano já tem várias tá... tem uma empresa argentina aqui em São Paulo que faz projeto... mexicana ... tem vindo projeto dos Estados Unidos direto... que eles chamam de tropicalizar o projeto ... como um *shopping center* por exemplo ... os famosos prédios *Birmhan*... então eu acho que o país tem realmente- como todo político diz sempre- pode ser tudo... tudo o que quisesse... mas o passo inicial não é dado... não tem jeito... e tem agravantes...

**- posso fazer uma pergunta?...esse passo inicial... você acha que poderia ser dado em que esfera? ... governamental?... institucional?... ou nas entidades de classe?...**

...eu acho que teria que ser a somatória de tudo...uma só dessas tentativas de passo não dá certo né ... eu acho que mais governamental no sentido de que o governo que pode... não só .. é... interferir nesta questão da produção de produtos com um certo equilíbrio entre o que vai ser usado aqui e o que vai exportar e também no sentido de acabar com os cartéis né... aço é cartel... cimento é cartel... então os preços são irreais né... essa última queda do cimento foi interferência do governo



federal .. interferência direta mesmo ... houve aí uma tentativa de se importar cimento pra destruir o cartel com ações de mercado ... você põe mais cimento na praça... não deu certo... então essa interferência recente aí que baixou o preço do cimento é subsídio e esse subsidio acaba indo pro próprio cartel ... é lamentável né... mas é a situação que está...

**- agora ... mesmo em obras pequenas... projetos pequenos... você acha que desde a seleção de equipamentos... alguns sistemas por exemplo .. captação de água de chuva... captação solar... até o desenho em si... o usuário final tem...**

...pra várias coisas ...até a classe média alta já... ao contrário do material da construção civil então... já te pede pra fazer... mas é poque dói no bolso até de classe média alta.. uma casa de classe média alta tem proporcionalmente muito mais equipamento elétrico... então proporcionalmente a conta sai mais cara pra eles também... então tudo o que você consegue economizar com aquecimento com base solar né... com captador solar... já é plenamente aceito ...quando tem crise de energia elétrica eles correm pra te pedir aquecedor a gás .. então eu já vi casa com triplo sistema de aquecimento... solar que já vem acoplado a um elétrico que por sua vez está acoplado a um a gás... então alguns itens desses eles correm atrás de ter também... por exemplo... muito mais gente tá falando agora de guardar água... mas seja em São Paulo... seja em São Carlos... seja em Barretos... seja no Rio de Janeiro... eu ando muito pela rua...a pé né... e passo em frente de casa que tem gente lavando a calçada com a mangueira... então tem uma coisa educativa ainda muito grande pra se fazer no Brasil...

**- e você acha que essas ações tomadas pelo arquiteto na hora de projetar... desde a seleção de sistemas até o desenho em si ... essa preocupação com eficiência energética... sustentabilidade... elas mudam a maneira de projetar?... elas mudam a maneira de encarar desde a obra... a manutenção do edifício num período... a possibilidade de se reutilizar esse edifício com outra função... enfim... é.. se numa primeira estância ela muda o processo de projeto e se numa segunda estância ela seria assim... até pela carga que ela tem trazido... embora hoje o termo sustentabilidade já seja quase um jargão... acaba sendo meio clichê usar esse termo... mas se ela pode ser até um “impulsionante” inclusive pra se mudar o desenho enquanto plasticamente...**

...olha...vai acontecer... e vai acontecer cada vez mais ... já é muito comum em São Paulo ter obra em terreno alugado ... muito comum né... então você já projeta uma obra pra ela ser desmontada... tá... já me aconteceu... quanto mais a especulação imobiliária e o preço dos imóveis urbanos sobem numa desproporção absurda mais fica inviável você ser proprietário de um terreno pra fazer um investimento né ... então você começa a pensar em fazer realmente obras desmontáveis... que no mínimo você começa a prever decompor em peças que possam ser ou vendidas em separado ou serem remontadas modularmente em um terreno de outro formato, por exemplo... né... então isso tá acontecendo radicalmente em função do preço do imóvel urbano né... aí junta dois fatores... essa obra desmontável acaba sendo uma obra de alta velocidade pra se montar... comparada com uma convencional ... então como você já tá criando empreendimentos em imóvel alugado... quanto mais rápido você montar melhor...

...tem uma desgraça acontecendo... mais uma das né... acontecendo com o mercado que é o seguinte... principalmente lojas de comércio têm um negócio que eles chamam de linguagem institucional...então troca de cara com uma velocidade que é absurda né... você vê em Londres... o cara entra numa casinha... tem uma plaquinha do lado... abre a porta... bate um sininho... sai um cara com terninho de trás do balcão e isso é uma loja né... mas nem Londres resistiu... atualmente já tem loja com vitrine enorme e num sei o quê... e a troca de linguagem institucional que eles chamam de campanha... é uma coisa que parte dos publicitários... a cada três anos o pessoal tem uma campanha nova e trocam essa fachada... essa tal linguagem... posto de gasolina é assim, você vê que posto de gasolina não fica mais do que cinco anos sem reformar... então é uma reforma assim completamente absurda.. .começa a jogar material bom fora... tem um desperdício muito grande né ... isso em coisas desmontáveis... porque tava falando de desperdício que obra tradicional gera né...

**- agora... o CSTB... organismo francês onde participam dele institutos de pesquisa ligados a universidades... o governo... setores da construção civil... enfim... busca o avanço tecnológico das edificações... e na França o CSTB tem um programa de eficiência ambiental que é o HQE... então o que eles fazem... quando o empreendedor quer lançar um empreendimento ele procura o CSTB para conseguir... para comprar a possibilidade de análise do empreendimento dele para gerar o selo que vai dizer “olha esse empreendimento tem preocupação ecológica... ele é sustentável... trabalha com eficiência energética...esse empreendedor tem a responsabilidade de apresentar pro CSTB- naquele contexto que ele vai construir- uma série de prioridades**

ambientais... desde a possibilidade de se gerar um tráfego maior na região até quais são os materiais encontrados na região... que material vem de onde... se o transporte é muito longo...uma série de prioridades que ele precisa apresentar e que o projeto arquitetônico vai tentar resolver ... o CSTB analisa essa lista de prioridades e bate o carimbo se estiver legal... se corresponde com a necessidade daquele local ou daquele contexto... essa lista chega para o arquiteto junto com o programa e com base nisso é feito o projeto de arquitetura... o projeto de arquitetura é analisado pelo CSTB também e ali eles batem o carimbo se o projeto corresponder às prioridades enumeradas no princípio e o projeto é analisado nessas circunstâncias... e depois o empreendimento é analisado na ocupação dele... depois de alguns meses de acabado se não me engano... gerando um selo... .... esse selo cria valor imobiliário segundo o CSTB ...ele acrescenta valor ao edifício... ....

...você acha que aqui pra gente um selo ou alguma forma de normalização que gerasse uma certificação do empreendimento... desde o projeto até a obra construída... ela poderia gerar um cultura no sentido da sustentabilidade por parte do setor da construção civil ?...

...eu acho que sim... apesar de que tudo depende de como você encaminha o negócio... por exemplo... começou assim... “empresa ISO 9000... ISO 9001... 9002... etc... etc... o quê que acontece... toda empresa grande já estava preparada pra custear virar ISO ... todas as menores tiveram que correr atrás. .. e quando você obriga isso e as grandes saem com isso quase de graça... você fica com o pé atrás porque aí de repente começa a aparecer assim... “só pode participar de concorrência uma empresa que já tenha ISO... sabe... foi a mesma coisa que o

cartão verde ... o cartão verde pra produtos ecologicamente corretos né ... na verdade virou uma correria pra conseguir uma coisa que gente poderosa e muito suspeitas de várias ações ecologicamente incorretas já tinham ... então pra se criar o cartão você tem que criar um sistema de aferição disso que fosse democrático ... porque se for igual esse... eu não sei como é na França... mas provavelmente... a França tem um sistema institucionalizado... eu não vou dizer perfeito porque todos tem imperfeições... mas é um dos melhores do mundo... as instituições francesas existem e funcionam e existem para o cidadão francês né... não quero dizer que valha para colônias francesas mas pra lá vale ... na França vale mesmo... enfim... imagino que na França até funcione ... no Brasil a droga é que se você faz isso imediatamente um lobby de gente que já está no ramo se fecha pra transformar aquilo numa exclusividade que aumenta o lobby e gera até um cartel... certo?... então imagino que um sistema desse pudesse começar com um cadastramento de todas as tentativas que já tenham sido feitas nesses grupos que nem eu te falei que tem em Peirópolis né.. cadastrar todas as tentativas ... fazer um - através das universidades- um plano de desenvolvimento do que já está começado... de ampliação ... umas coisas também de trabalho em escala pra ver até onde isso pode chegar.. e em termos quantitativos também ... em termos de curto prazo por exemplo... quando digo curto prazo é que pra que em curto prazo a gente já começa a ter interferências mais visíveis... mais presentes na sociedade de que é possível... de que é um processo factível ... e aí enfim... então faria algo... uma autenticação... um selo... uma aprovação de um sistema... mas mais de baixo pra cima do que uma coisa que cai de cima pra baixo e que os grandes é que vigiam entendeu?...

... a quantidade de empresa que tem cartão verde e que pisava na bola direto ... aí disfarça... limpa a área... paga indenização pra uma determinada região... muda de

nome... faz qualquer coisa né... eu não sou pessimista... é só que o que existe de ruim eu tô enxergando né... mas não que eu seja pessimista...

**- mas é dentro desta questão mesmo que... pra finalizar... que eu até pedi pra fazer a entrevista com você... que porque desde o contato que a gente teve quando você me deu aula na graduação... é que eu sei que você tem essas preocupações no exercício da profissão... você acha que os outros arquitetos... que são atuantes... e principalmente os que estão na linha de frente... vamos dizer assim... em publicações... estão sendo sempre publicados... têm destaque e acesso a mídia enfim... formadores de opinião na classe têm também essa preocupação?... e eu cito uma entrevista que o Hugo Segawa deu pra AU número setenta e um... não sei se você viu... em que ele diz que muito se fala mas pouco se faz né... e que há uma inércia para as pautas que dizem respeito por exemplo a ...**

... é ... eu acho que pouco arquiteto que trabalha com isso tem tido uma carreira muito exposta né ... existem exceções como o Acayaba... mas com uma coisa específica que é a madeira... não é uma pesquisa exatamente de tecnologia né... no sentido até da pesquisa que você tá fazendo em que a sustentabilidade não tá só vinculada à execução do imóvel né... tá também nos usos... equipamentos... fontes de energia... etc...etc... eu sinto muito também que os arquitetos que começam a ter essa preocupação acabam virando monotemáticos...

**- são excludentes...**

...são excludentes... então por exemplo... quem começa a trabalhar com abobada de tijolo começa a construir tudo em abobada de tijolo... quem começa a construir com terra começa a fazer tudo de terra ... é o caso do Montoro... às vezes em parceria com o Silvio Savoia ... quem acha que a estrutura mais genial do mundo é a geodésica sai com a geodésica pelo mundo afora ... eu acho que não é bem isso ... eu acho que isso é em parte um limitador de que esses arquitetos apareçam mais ... então na verdade a esperança maior é que outros arquitetos comecem a fazer outras tentativas mas agindo sem ser nessa coisa monotemática ... agindo com um leque mais amplo ... entendeu?... de alternativas ... eu acho que o fato de alguns arquitetos caírem num caminho único né... e defender isso com unhas e dentes como se ele tivesse descoberto uma grande verdade é frágil... porque você bate o olho e percebe rapidamente que não é uma única verdade...ta bom... você faz uma abobada de tijolo... você pode fazer obras grandes né... mas horizontais... a abobada não vai prestar para um prédio em altura né ... você em coisas bonitas... inclusive o mosteiro lá de Batatais ... toda a obra do Dieste... faz galpões... faz igrejas maravilhosas ... o Dieste era um show, né ... mas ele mesmo... o Dieste ia experimentando né... fazia formas diferentes ... eu imagino que se ele tivesse que calcular um edifício todo em alvenaria estrutural ele não teria nenhuma dificuldade ... mas eu realmente sinto... que pelo menos das gerações mais próximas... ou pra cima ou pra baixo ... quem entrou muito com a cabeça num só assunto acabou ficando monotemático ... talvez por isso o termo citado “mais se fala do que se faz”... porque é realmente difícil né ... é bem difícil ... aparece mais na imprensa quando é casa de praia ou de sítio... a casa de madeira eles querem né... mas é a casa onde o cara vai ficar descalço... pisar na areia... coisa e tal né’... então ela tem essa cara e

aí a pessoa aceita que faça uma belíssima casa de madeira... mas a casa da vida mesmo ... aqui em São Paulo ou no Rio... tal... é difícil... muito difícil...

**- tá jóia... algum comentário mais que você queira fazer?...**

...não não... o único comentário é esse... que apesar de tudo que eu disse eu não sou um cara pessimista



**ANEXO B:** Gláucia Esther Sato, coordenadora de planejamento da Incorporadora Y. Takaoka Empreendimentos

Entrevista realizada em 7 de maio de 2008.

**Gláucia, sobre a estratégia da empresa para atuar de maneira mais sustentável, quais as ações existentes atualmente?**

a empresa tem certificação iso 14.000 né, e A gente consegue até a entrega, a gente consegue ter como fazer o controle, de todos os impactos ambientais em todos os aspectos mas a partir daí, depois que a gente vendeu o lote, a gente não tem como obrigar o proprietário, por exemplo a usar madeira certificada ... O Gênesis III vai, praticamente 99% dele é utilizada madeira certificada ... FSC, a madeira com certificação FSC ... então daí a gente tenta induzir, explicar, a gente explica a conservação das áreas ... o projeto Gênesis, você chegou a ver ele?...

**eu dei uma olhada ...**

... ele tem, acho que é, só de 15 a 17% de lotes da área ... da área total ... o resto é uma preservação da mata atlântica mesmo e a gente até montou uma associação, chamada associação "cultura ... ", porque na verdade ela é formada até pelos proprietários que são responsáveis por cuidar dessa área verde, então é mata atlântica mesmo, é um pedaço da mata atlântica ... tem uma parte, um topo de morro que estava desmatada e a gente fez o reflorestamento, são várias áreas...

(....)

tem a área do Gênesis que tem, têm o Gênesis I e o Genesis II, e a gente utilizou pra fazer os dois loteamentos a gente escolheu as áreas que já estavam degradadas, que eram áreas de pasto ...então na verdade o , tanto o Gênesis I como o Gênesis II, ele foi desenhado pelo formato que era a área de pasto ... pra não ...tem um desenho que é bem bacana (folheando o prospecto do loteamento) ... e daí a gente fez os lotes conforma a área que já estava devastada né... e aí manteve essa parte da mata, mata atlântica, e tem umas áreas que não foram feitos lotes mas que a gente tá reflorestando até, tá ... tem até uns artigos que a gente fala que vai aumentar a área de preservação, por causa disso, porque a gente ta reflorestando uma parte que já estava devastado ... que era área de pasto...

**bom Gláucia ... como a Takaoka desenvolveu esses loteamentos como Gênesis I e Gênesis II, ela acaba incorporando esses conceitos de sustentabilidade internamente à empresa né ... é...nesse contexto, assim, vocês têm uma avaliação, porque vocês estão oferecendo esse produto né .. pra isso vocês conseguem ter uma caracterização do mercado hoje .. do mercado consumidor de construção, de casas e loteamentos, se esses valores...**

se são valorizados ou não...?

**se são valorizados ou não ...**

ah, eu acho que sim porque o cliente quando vai lá ele fica mais deslumbrado pela vista né ...

**... primeiro pela paisagem né?...**

.... é...tem uns lotes lá que 360 ° você vê área verde né... você vê essa parte de mata atlântica que são árvores ... essa parte de reflorestamento ainda ta crescendo, a gente começou a plantar em 2003 , 2004, então tem umas árvores que estão medianas e tal, mas assim, tem uma parte que tem a mata que já tinha mesmo ...é deslumbrante ... você vê que ele fica distante mais ou menos uns 8 km daqui do centro comercial ... então é um pouco distante ...daí você vê que os clientes estão procurando na verdade uma qualidade de vida... um contato mais próximo com o meio ambiente ... com a parte verde mesmo ... eu acho que quem vai até lá sabe, ... a pessoa fala: ah, é longe, ... quem não mora aqui acha muito longe ... mas pelo contrário...ele valoriza até mais o caminho ... sair de São Paulo para uma área verde

(....)

que nem, a gente tem um programa de implantação de responsabilidade social na cadeia de fornecedores ... então a gente tem um, não é bem um patrocínio, é uma parceria com o BID, o banco interamericano, e o instituo ETHOS ... então a gente tem essa parceria e a gente está implantando ... (tem 8 cadeias de setores da economia : petróleo que é a Petrobrás, a gente que é da construção...) então cada âncora, que a gente chama dessas, escolheram 20 fornecedores e a gente faz implantação da responsabilidade social com patrocínio do BID, auxílio do ETHOS, e tal ...

**e entre esses fornecedores Gláucia, teria o que,...construtoras?...**

é, tem de tudo, porque assim, não é porque a gente trabalha com incorporação que a gente só tem construtor de fornecedor né ... a gente tem agência de publicidade, posto de gasolina, *buffet* até pra fazer as reuniões ... tem acessória de imprensa, escritórios de cálculo estrutural, de arquitetura, ...

**prestação de serviços....**

é ...tem consultoria também ... é bem variado... assim, até falam que a nossa cadeia é a mais heterogênea ...porque tem outras assim por exemplo, a Petrobrás... os fornecedores que eles escolheram (pode ter até 20 fornecedores no máximo)... eles escolheram mais voltado à área de petróleo mesmo né....a gente não... a gente tentou fazer uma coisa mais assim diversificada porque eu acho assim que pode ser mais enriquecedor, tanto para as empresas como para os consultores que conduzem essas reuniões ...

**agora dentro da ...mais da área de construção, por exemplo as áreas comuns do condomínio né ... a Takaoka ela assume responsabilidade pela construção ou ela passa para outras construtoras ...**

então...tanto o gênese I como o gênese II a gente só incorpora, a gente não constrói ... antes era construtora até...quando começou Alphaville era construtora , mas agora...pro Gênese I por exemplo a gente contratou Matec ... então a Matec ela fez toda a parte de construção ... a gente tem o projeto ... de arquitetura é o Daniel

Pestana né ... é dele...todos os projetos aqui nossos da Takaoka são dele ... então, mas aí a gente contrata a construtora..pro Gênesis I a gente contratou a Matec pra estar construindo toda a infra-estrutura ... os projetos de ... então a gente contrata ela e ela que vai ver o contrato de estruturas, tal... então a gente fica responsável pela arquitetura do clube, do loteamento e da portaria ...

**e nesse contato com arquitetos, construtoras, vocês passam esse conceito de sustentabilidade?...**

passa...então, o Gênesis II foi a Gafisa, a gente contratou a Gafisa pra construir pra gente ... aí até no contrato a gente coloca que a gente tem a ISO 14.000, que tem a política ambiental ... que tem que seguir a gestão ambiental, então assim ... o certificado é nosso mas a Gafisa tinha que obedecer praticamente todos os requisitos ...

**... indiretamente ela tinha a ISO 14.000 ...**

é... indiretamente ela tinha a ISSO 14.000 ! ...

**e como é que elas recebem esse tipo de encargo? ...**

então, ... tanto pelo contrato...a gente já faz um manual de procedimentos pras construtoras, que tem desde a parte de como tem que ser feita a terraplenagem, como a gente espera que seja feita a terraplenagem ... então na verdade assim, a Takaoka é bem exigente em nível de qualidade, dessa parte de meio

ambiente..assim, por exemplo: a gente tava construindo lá e não queria que eles derrubassem nenhuma árvore sabe...que já estava totalmente tratada ... então na verdade a gente teve um controle rígido encima deles ... então a gente até montou esse manual de procedimentos que tem desde como fazer o clube lá, como a gente esperava ... tanto como a parte de meio ambiente também ...

**para o arquiteto também foi passada essa preocupação?...**

é que o arquiteto ele é praticamente da Takaoka né... acho que ele é conselheiro até ... não sei se está mais, mas ele era conselheiro ... o Reinaldo Pestana ... então ele já está meio que inserido assim no conceito da empresa ...

**é ... porque até uma das coisas assim que eu queria saber é se a Takaoka encontrava dificuldade ao procurar serviços de arquitetura voltados para a sustentabilidade né... mas ... no caso o pestana já está aqui dentro né ...**

...é ...é meio que um conjunto né ... não é que ele define ... assim ... a gente tem até no nosso sistema de gestão ambiental , no nosso escopo do certificado da ISO 14.000 vai desde a prospecção de terrenos até a entrega do lote, então na verdade assim, toda essa preocupação quando a gente vai fazer a prospecção do terreno a gente , vai, por exemplo: ah, o terreno tem que ter pelo menos 15% de área verde para ser preservado... o terreno tem que ter, sabe ... tem vários requisitos, várias diretrizes pra definir um terreno ... você vai atrás de um terreno ...se não tiver os requisitos ambientais né, a gente já não ...

**... é feito todo o levantamento....**

...isso... até na verdade, quando os proprietários adquirem os lotes né... a gente sugere, tem a Luciana Tomas, a Max House que fazem parte desse grupo que a gente está implantando a responsabilidade social e eles estão também assim totalmente voltados para ... a Luciana Tomas ela tem um escritório de arquitetura mesmo que agora eles estão focando, a maior parte dos projetos deles essa parte de sustentabilidade né ...eles estão até desenvolvendo um caderno de diretrizes ...  
(...)

então, eles até participaram daquele CAD Brasil (Casa Arte & Design) ... eles fizeram aquele banheiro sustentável ... até estavam falando “como vai fazer um banheiro sustentável?” .. eles pegaram até o espelho sem chumbo, vaso sanitário que não usa não sei o que ... interessante ...

**no caso da construtora... os fornecedores da construtora ... dentro dessa questão que a construtora acaba tendo que se enquadrar né ...**

...é... automaticamente eles têm que atender ... no caso, por exemplo, a gente tem ..um dos tripés da nossa política ambiental é fazer a conscientização e a educação ambiental pra todos os *stakeholders*, todas as partes interessadas, então a gente tem até uma pessoa especialmente contratada pra isso ... ele faz palestras de educação ambiental nas escolas da comunidade em volta do empreendimento, pros funcionários dos escritórios, pros funcionários da obra, pros subcontratados ... a gente faz assim: tal dia vai ser o dia da conscientização ... pára tudo, divide em três

turmas e todos que estão lá na obra têm que participar dessa campanha de conscientização ambiental ... a gente passa lista de presença, depois faz algumas atividades e tenta passar esse conceito né...porque assim ... a gente tem dois córregos que passam dentro do Gênesis II né ... e a gente faz análise da água mensalmente desde o início do empreendimento ... e teve até uma época, bem no auge da obra lá, que a gente viu que começou a aumentar o número de coliformes fecais ... a gente falou: pôxa, vamos ter que intensificar mais porque não é de animais né... porque ali na mata tem jaguatirica, veadinhos, vários tipos de animais ... já acharam até uma cascavel ... então a gente descobriu que havia funcionários que, apesar de ter o banheiro químico lá no meio do empreendimento, eles iam lá perto do córrego, não sei né ... então a gente mostrou que não é assim, e com essa conscientização a gente acabou melhorando e depois a gente não teve mais problemas ...

**agora, como incorporadora Gláucia, vocês t- em algum programa governamental, algum incentivo de algum programa específico que, pro setor da construção que incentive esse tipo de procedimento ou hoje na verdade é mais por uma questão de mercado ...**

ah... o próprio Marcelo (Marcelo Takaoka, presidente da empresa), não sei se você conhece o CBCS (Conselho brasileiro de Construção Sustentável)... então, ele é o presidente do CBCS ... acaba sendo mais uma questão ideológica do que de mercado né ...



**... porque o que a gente nota assim... Europa em geral, quem tomou a frente nessa questão foi o Estado, ... a questão é se há um respaldo no Brasil nessa área, se vocês se utilizam de algum incentivo governamental, ou algum programa específico ...**

não tem ... até eles falam que a porcentagem de área verde exigida aí por lei é, sei lá, 10% ...

**... 20% ...**

... então, mas aí a gente pensa: pôxa, podia estar usando os 65% o 75 %, não lembro direito, que a gente ta deixando de área verde, a gente poderia estar explorando em lotes né ... que aumentaria muito mais o retorno do nosso empreendimento ... mas eu acho que a busca aqui maior não é tanto financeira ... sei lá, tem que ver os três lados né ... o tripé social, o ambiental e o econômico ... mas mesmo assim, mesmo a gente maximizando aí a área verde e deixando uma área menor de lotes em relação à legislação, a gente teve uma taxa de retorno assim atrativa né, pros investidores... não é só a Takaoka que ... a gente sempre tem um sócio assim que entra com a gente num projeto ... então na verdade foi assim, foi 20% do Gênesis I pro ... de taxa de retorno pro investidor ...

(...)

**... então com relação a certificados hoje está com a ISO 14.000 ...**

... é a ISO 14.000 é certificado do projeto Gênesis que são loteamentos residenciais ... aí no caso a gente tem aqui a parceria com o *shopping* Iguatemi, a torre, a gente está fazendo um escritório *shopping* né ... então aí na verdade a gente vai buscar também uma outra certificação de *greenbuilding* ...

**... alguma certificação verde ...**

... é ... não é a ISO 14.000 porque a ISO 14.000 é só pro projeto ... mas acaba sendo ... acaba englobando ... é uma coisa que acaba ficando no DNA, na estrutura da empresa ...

**e o fato de ter o selo, o certificado ... dentro do mercado vocês notam que há um retorno maior por causa do selo?**

... acho que não ... é que na verdade assim, a gente já tinha vários controles, vários requisitos que já atendiam a ISO 14.000 e a gente até tina a consultoria do CTE (Centro de Tecnologia em Engenharia) na parte de fiscalização de obras ... aí a gente falou: pôxa, já tem vários requisitos ... falta só certificar praticamente ... “é só vocês documentarem isso e vocês já têm o certificado” ... então foi na verdade um *upgrade* vai do que a gente já tinha no nosso sistema de gestão ambiental ... e tem uma coisa que a gente coloca na política ambiental que é “ir além das leis” ... aí praticamente todos os auditores que vêm aqui falam “pôxa, como assim ir além das leis, né?” ...

**... é fazer mais do que o mínimo né?...**

...é...então a gente fala né, por exemplo, essa parte de madeira certificada FSC ... que a gente certificou, toda madeira comprada aqui no escritório é madeira certificada FSC ... isso na verdade não é obrigatório, não é exigido por lei mas a gente já decidiu que nada aqui é ... papel também ... papel reciclado ... essa parte de área verde também .. a gente poderia maximizar a área de lotes mas a gente resolveu ir além das leis ... então, tem também uma ponte que dá acesso ao Gênesis II, não sei se você chegou a ver ... passam dois córregos no meio do loteamento né ... e tem um córrego que eu acho que na cheia deve dar 1 m de largura, sei lá, muito pequenininho né ... e aí até pra ter acesso à portaria do Gênesis II ia passar próximo a essa córrego e sabe né, esse fluxo de carros caba provocando mais resíduos, poluição .. prum dia, depois de todo cuidado que a gente teve durante a obra de ficar fazendo análise da água ia ficar perdido ... então na verdade a gente definiu de fazer uma ponte, que daí distanciava um pouco mais o acesso dos moradores até a portaria ... uma ponte que foi até capa da Téchnee, não sei se você lembra ... que como passava numa área verde e a gente não queria derrubar a área pra fazer a ponte, então a gente fez ela empurrada ... a gente concreta uma base e na verdade empurra com um macaco hidráulico ... vai empurrando ... então a ponte para um riozinho de 1m acabou ficando com quase 20 m ... saiu até na capa da Téchnee pela tecnologia utilizada ... e aí você olha assim, quando inaugurou você ia passando pela ponte e você vê as árvores assim ... as copas da árvores porque ela ficou alta né ... e você fala assim “parece que a ponte ta ali há muito tempo”, mas não é ... porque a gente acabou, pra preservar o meio ambiente, a gente acabou optando por essa tecnologia de construção ...

**e vocês têm a certificação da ISO 14.000 pro Gênesis e tem a construtora que atua lá ... e ela acaba tendo que se enquadrar à essa certificação ISO 14.000 do**

**Gênesis ... mas na escolha da construtora vocês procuram alguma certificação interna da construtora, se ela tem algum selo de qualidade ...**

... na verdade é meio que um todo assim ... né ... de conhecer mesmo a empresa ... Gafisa, Matec são empresas super conhecidas no mercado ... mas assim, na verdade não é uma coisa aleatória mas também não é assim “Ah, se a construtora não tiver ISO 9.000 não pega, descarta” ... mas tem mais requisitos e diretrizes pra parte ambiental, mais por causa do certificado, como a gente tem o projeto desde a prospecção até a entrega, então assim na verdade a gente acabou montando esses requisitos, mas assim, documentado não ...

**agora dentro desse trabalho que a Takaoka tem realizado já é possível identificar dificuldades nessa maneira de trabalhar, ou seja, quais os gargalos encontrados?**

Por exemplo, no caso do FSC ... madeira certificada ... a portaria do Gênesis II é praticamente toda de madeira ... aí até foi super complicado de conseguir porque quando você, além dela ter um custo um pouco mais alto, às vezes a gente não encontra o tipo de madeira, por exemplo ... é ... o Reinaldo Pestana falou “tem que ser esse tipo de madeira para determinada tesoura do telhado da portaria” ... aí a Gafisa reclamava para caramba “Pôxa, mas não existe essa madeira, não tem...tem que esperar cortar lá no Pará, etc.” ... a gente teve um problema meio sério de madeira como a gente resolveu usar só madeira certificada ... só que à vezes a gente não conseguiu né ...

**... então aí no fornecimento do material ainda acaba tendo problemas...**

... é... tanto é que a gente tá construindo também uma base ambiental, né ... tanto pros moradores do Gênesis I como do Gênesis II, vai ser aberto né ... então vai ser um centro de educação ambiental ... vai ter várias salas de reuniões, algumas palestras ... na verdade a gente vai tentar assim disseminar essa parte, esse conceito de sustentabilidade e...nesse a gente até tava pensando em fazer alguma coisa assim como aquela, a sede lá do Habis, que é de madeira, tal ... mas aí a gente pensou, falou até lá com o pessoal do Imaflora né ... que é o responsável aqui pela certificação do FSC ... e a gente queria usar aquela madeira de comunidade ... mas aí não tinha a diversidade que a gente precisava ... aí a gente acabou desistindo ... (...) ... na verdade tem esse problema ... a gente quer acabar com a madeireira ilegal mas as vezes é complicado .. aí teve que sabe, esperar ... vamos ter que esperar porque não tem a madeira de determinada densidade ... e tem todo um processo ... não dava pra ser qualquer uma ...

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)