

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

**RAFAEL ROMAGNOLI**

**DIMENSIONAMENTO DE CASAS POPULARES: COMPARAÇÃO ENTRE OS  
MÉTODOS TRADICIONAL ECOLÓGICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL COM USO  
DE PESQUISA OPERACIONAL.**

Botucatu-SP  
Julho - 2011

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

**RAFAEL ROMAGNOLI**

**DIMENSIONAMENTO DE CASAS POPULARES: COMPARAÇÃO ENTRE OS  
MÉTODOS TRADICIONAL ECOLÓGICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL COM USO  
DE PESQUISA OPERACIONAL.**

Orientação Prof. Dr. Alexandre Dal Pai.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Tecnólogo no Curso Superior de Logística.

Botucatu-SP  
Junho - 2011

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a “Deus” pela minha vida e pela oportunidade de vivenciar momentos maravilhosos na Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

Aos meus pais, Cláudio e Celi agradeço pela educação, formação e amor incondicional que demonstram por mim.

A minha esposa e sempre companheira Mariana pela delicadeza e amor infindável.

A minha filha Júlia agradeço pela oportunidade em me ensinar com a simplicidade de seu sorriso.

A família Gouvêa: José Carlos, Luzia e Luciana agradeço pela confiança.

Agradeço a todos meus familiares e amigos que sempre torceram pelo meu sucesso, em especial meu irmão Felipe, minha avó Emilia e meu Tio Celso Camacho.

Agradeço as pessoas especiais da faculdade, em nome dos meus grandes amigos, Denivani, Israel, Sandra e Sidney.

Agradeço aos meus mestres: Prof. Dr. Celso Joaquim, Prof. Alexandre Vernini, Prof. Edson e as funcionárias Martha Augusto, Ângela e Sueli pelo carinho e apreço.

Agradeço especialmente ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Alexandre Dal Pai que me incentivou e me orientou nas iniciações científicas e na minha monografia, estando sempre presente nos momentos em que precisei e sem ele nada disso teria se concretizado.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo aplicação de pesquisa operacional na construção civil, comparando o método tradicional e ecológico, utilizando-se também os conceitos de logística reversa. Foram empregadas as ferramentas do Solver (Microsoft Office – Excel 1997-2003) /LINDO ((Linear Interactive, and Discrete Optimizer) (versão Demo)) para a otimização dos processos e recursos e, a minimização dos custos dos métodos convencionais e ecológicos. A metodologia utilizada foi delineada nas seguintes fases: identificação do problema; formulação do modelo matemático, obtenção da solução matemática do modelo, interpretação da solução, comparação entre os modelos (tradicional e ecológico), escrita e apresentação dos resultados. Após aplicação de pesquisa operacional na construção civil, observo-se que o método ecológico é mais eficaz, eficiente e efetivo do que o método tradicional, portanto, concluiu-se que o método ecológico é aproximadamente 18% (dezoito por cento) mais barato que o método tradicional nos indicadores quantitativos.

**Palavras – chave:** Habitação. Logística Reversa. Pesquisa Operacional. Sustentabilidade. Transporte.

## **ABSTRACT**

This paper aims to apply operational research in construction, comparing the traditional and ecological method, also using the concepts of reverse logistics. Tools will be employed Solver (Microsoft Office - Excel 1997-2003) / Lindo ((Linear Interactive and Discrete Optimizer) (Demo)) for the optimization of processes and resources, and minimizing the costs of conventional and ecological methods. The methodology outlined in the following phases: problem identification, formulation of the mathematical model, obtaining the solution of the mathematical model, interpretation of the solution, comparing models (traditional and ecological), writing and presentation of results. After application of operations research in construction, it is note that the ecological method is more effective, efficient and effective than the traditional method, therefore. It was concluded that the ecological method is approximately 18% (eighteen percent) cheaper than the traditional quantitative indicators.

Keywords - Keywords: Housing. Reverse Logistics. Operations Research. Sustainability. Transportation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 - Investimentos em unidades Habitacionais no Período de 2003-2008.....	22
2 - Protótipo de Coletor Solar.....	25
3 - Boiler com materiais de baixo custo .....	25
4- Tipos de tijolos ecológicos .....	26
5 - Máquina de Tijolos Ecológicos.....	26
6- Sistema de tratamento de efluentes proposto. ....	27
7- Causas e Conseqüências ocasionadas pelo desconforto ambiental.....	29
8- Gradações da temperatura corpórea e as trocas térmicas sofridas entre o corpo e o Meio Ambiente .....	30
9 - Níveis de ruídos de diferentes fontes .....	35
10 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente .....	36
11- Diretrizes Ambientais.....	39
12- Divisão das normas ISO 14000 em normas orientadas para produtores e para processos .....	43
13- Desenvolvimento Sustentável .....	45
14- Conceitos de desenvolvimento sustentável .....	46
15- Processo logístico reverso .....	52
16- Planilha de Custos- Construção Tradicional .....	63
17- Planilha de Custos- Construção Ecológico .....	64
18- Planilha Comparativa- Método Tradicional e Ecológico .....	64
19 - Habitação Tradicional - Programa Minha Casa Minha Vida.....	67
20- Planilha de Custos- Construção Tradicional .....	69
21- Habitação Ecológica - Matérias Construtivos aplicados na Habitação Sustentável .....	69
22- Planilha de Custos- Construção Ecológico .....	71
23- Planilha Comparativa- Método Tradicional e Ecológico .....	72
24- Planilha Comparativa- Método Tradicional e Ecológico .....	73
25- Eco-Logic - Sobre .....	76
26- Tela de Input de Dados - Eco-Logic .....	76
27- Eco- Logic - Gerando Resultados .....	77
28- Eco- Logic - Apresentando Resultados.....	77
29- Resultado Final - Eco-Logic .....	78

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1 Objetivos</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Justificativa</b> .....	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Habitação</b> .....	<b>11</b>
2.1.1 <i>Déficit Habitacional</i> .....	12
2.1.2 <i>Habitação Sustentável</i> .....	13
2.1.3 <i>Financiamento Habitacional</i> .....	19
<b>2.2 Materiais Construtivos</b> .....	<b>22</b>
2.2.1 <i>Aquecedor solar de baixo custo</i> .....	24
2.2.2 <i>Tijolo ecológico</i> .....	25
2.2.3 <i>Captação de Água das Chuvas</i> .....	26
2.2.4 <i>Iluminação</i> .....	27
2.2.5 <i>Tratamento de Efluentes</i> .....	27
2.2.6 <i>Conforto</i> .....	27
2.2.7 <i>Conforto Térmico</i> .....	29
2.2.8 <i>Conforto visual e luminotécnico</i> .....	31
2.2.9 <i>Conforto Acústico</i> .....	34
<b>2.3 Município Verde</b> .....	<b>37</b>
<b>2.4 Certificações</b> .....	<b>41</b>
2.4.1 <i>ISO 14000</i> .....	41
2.4.2 <i>Selo verde</i> .....	43
<b>2.5 Logística</b> .....	<b>49</b>
2.5.1 <i>Logística Reversa</i> .....	51
2.5.2 <i>Importância da Logística Reversa</i> .....	55
2.5.3 <i>Natureza da Pesquisa</i> .....	58
<b>2.6 Pesquisa Operacional</b> .....	<b>59</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>62</b>
<b>3.1 Materiais</b> .....	<b>62</b>
<b>3.2 Métodos e Técnicas</b> .....	<b>62</b>
<b>3.3 Estudo de caso</b> .....	<b>65</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>73</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crise social e ambiental emergentes nos dias atuais, deve-se repensar a qualidade de vida nos centros urbanos, onde estão concentrados cerca de 75% do contingente habitacional (IBGE, 2005). O déficit habitacional no Brasil em 2005 era de 13,2% (IBGE, 2005) e estima-se que com os crescimentos das cidades e o aumento da expectativa média de vida do brasileiro, esses índices possam crescer consideravelmente nos próximos 20 ou 30 anos, gerando um impacto ambiental significativo. A partir desses números, coloca-se a importância de estudar alternativas de habitações populares que visem além de contribuir para a diminuição do quadro de moradias no país, a melhoria das condições de vida das populações de baixa renda, o aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis, possibilitando o desenvolvimento de um ambiente saudável, economicamente viável e ecologicamente correto.

As habitações populares são construídas através do método tradicional da construção civil, cujo qual se destaca o “Projeto Minha Casa Minha Vida da Caixa Econômica Federal”, que por sua vez, construir com qualidade e eficiência significa adaptar os melhores materiais e as melhores tecnologias dentro de um padrão técnico aceitável, buscando sempre alternativa que viabilizem a execução da obra em um prazo mínimo a um custo mínimo. O método tradicional apresenta algumas desvantagens no que tange a custo de operação do transporte (tijolos), ferro (estrutura de amarração da casa), argamassa (liga entre os tijolos), implantação, fator térmico, acústico e ao meio ambiente (emissão de gás carbono (queima dos tijolos)). Assim, essas desvantagens direcionam para estudos de propostas mais otimizadas para a construção civil, além da relevância ecológica.

Um dos entraves da construção civil utilizando o método tradicional é a logística do transporte dos insumos. No presente trabalho também foi avaliado transporte de tijolos

convencionais comercializados na cidade de Botucatu, produzidos na Olaria Brasil, localizada na cidade de Conchas-SP. No trajeto percorrido encontra-se a Serra de Botucatu-SP, caracterizada por solo arenoso de fácil sedimentação. A ligação da região produtoras dos tijolos com a de utilização é feita pela Rodovia Marechal Rondon, de mão dupla e pouca visibilidade sem acostamento e, portanto não indicada para esse tipo de transporte, devido ao seu trajeto sinuoso e legislação local. Apresentam também tráfego intenso por representar uma rota de “fuga” dos pedágios da Rodovia Castelo Branco. As rodovias Castelo Branco e Marechal Rondon são rodovias estaduais que foram concedidas através de processo licitatório (Lei 8666/93) para a empresa Rodovias do Tietê, cujo qual implantou também 2 (duas) praças de pedágios no trecho entre Conchas/Botucatu via Marechal Rondon.

No entanto, o método ecológico, apesar de vantagens para o meio ambiente, apresenta certa dificuldade de “aceitação” no mercado, pela falta de conhecimento técnico na área de aplicação. Algumas correntes preconizam que o seu custo/benefício não é compatível para o mercado imobiliário/habitacional, porém outras correntes “acreditam” que quebrar paradigmas na sociedade atual é algo impossível para o setor da construção civil. Assim sendo, é possível, por meio da ferramenta pesquisa operacional, determinar melhores cenários para a construção civil.

## **1.1 Objetivos**

O objetivo do projeto é a aplicação de pesquisa operacional como instrumento de análise e ferramenta de otimização de recursos e processos e a minimização do custo entre o dimensionamento dos métodos tradicionais e ecológicos aplicados na construção civil, utilizando-se da contribuição da logística reversa.

## **1.2 Justificativa**

No Brasil, de acordo com o Ministério das Cidades, o déficit habitacional para a população de baixa renda é estimado em 7.223 milhões de moradias, o que demonstra que a questão da habitação popular tem permanecido sem “solução” satisfatória apesar dos esforços de diversos setores da sociedade. A aplicação de tecnologias para o uso racional da água, o aquecimento solar, o tratamento ecológico de efluentes e a confecção e uso do tijolo ecológico justifica-se por trazer benefícios tanto para a sociedade como para o meio ambiente.

Atualmente, estudos apontam para a necessidade da aplicação da tecnologia na otimização dos recursos e processos utilizados na construção civil. Logística reversa, gestão de qualidade e pesquisa operacional são as ferramentas mais empregadas na busca por soluções economicamente viáveis de implantação. No entanto, o desenvolvimento de novos materiais e a implantação de novas metodologias devem estar adequadas às políticas ambientais, visto que os paradigmas atuais não levam em consideração a sustentabilidade e as questões ecológicas. Uso do amianto, a cura dos tijolos e conseqüentemente seu transporte tem contribuído de forma negativa para aumento dos níveis dos gases estufa, intensificando os efeitos do aquecimento global. Assim sendo, para minimizar os custos de implantação, a aplicação da ferramenta pesquisa operacional permiti atuar em variáveis quantitativas como confecção e transporte dos insumos, bem como em variáveis qualitativas, como a emissão de poluentes e a preservação de efluentes.

Órgãos internacionais como a Organização das Nações Unidas (ONU) e o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) preconizam que o bem estar de uma população está ligado diretamente a sua qualidade de vida, quantificados por índices como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), calculado em função da riqueza, educação e esperança média de vida. Segundo o relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008 do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), desde 2005 o Brasil pertence ao grupo de países com elevado desenvolvimento humano ( $IDH > 0,800$ ) e em 2009 apresentou  $IDH=0,813$ , ocupando a 75ª posição mundial. Já a cidade de Botucatu apresenta IDH maior que a média nacional ( $IDH = 0,822$ ), ocupando a 56ª posição estadual e a 201ª posição nacional. Portanto, políticas embasadas em ações ambientais inteligentes integradas a sustentabilidade elevariam o IDH nacional e a posição do país no cenário mundial, aumentando a procura de investimentos externos.

Além disso, o uso de métodos ecológicos na construção civil amplia o horizonte de oportunidades de empregos, favorecendo a capacitação de famílias de baixa renda, resultante da aplicação dessas tecnologias ecológicas, com aumento de ganho financeiro e melhora da qualidade de vida. A geração de renda poderá promover a inclusão social dessas famílias, as quais teriam seus antigos paradigmas substituídos por novos pautados na ética, na cidadania e no desenvolvimento sustentável, além de contribuir para implantação de uma política ambiental nas esferas governamentais referentes aos critérios fomentados pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (Selo Verde) e conseqüentemente poderão ser auditados pela ISO 14000.

A visão multidisciplinar do projeto permitirá a integração das áreas de Logística, Informática, Produção Industrial e Agronegócios. Através do domínio e aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos necessários aos trabalhos de ensino, pesquisa e desenvolvimento e gestão tecnológica, os resultados do projeto proposto poderão se transformar em processos, produtos e serviços, promovendo mudanças e avanços, fundamentando suas decisões no saber tecnológico.

A implantação de uma moradia ecologicamente sustentável estaria em conformidade com a preservação e educação ambiental, além de democratizar o acesso às tecnologias ambientais em prol do desenvolvimento e da difusão da tecnologia nacional.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Habitação**

Segundo Rodrigues (2003) “o significado de habitação é muito mais abrangente do que somente garantir às famílias casa para morar: As pessoas que vivem nessas áreas necessitam de qualidade de vida e acesso à cidade”. Já segundo Corbella e Yannas (2003, p. 29-52), tem-se a habitação como o espaço para morar e exercer uma série de atividades humanas, sendo o arquiteto o criador desse ambiente, o grande decifrador dos desejos pessoais do usuário.

Devem ser acessíveis às possibilidades reais dos usuários necessitados, sendo mais amplas duráveis e resistentes, e que, além disso, tenham uma boa ‘apresentação’ formal e seja segura, ‘garantindo’ a sobrevivência da obra e com isso a permanência do usuário no lugar (ORTIZ, 2004).

A habitação deve criar identificação entre a edificação e o usuário. É o espaço que condiciona e modifica o sentimento de pertencimento, através das imagens e representações que o indivíduo recria da sua moradia.

A moradia representa o homem no mundo e é através do seu endereço fixo que ele confirma seu lugar no espaço urbano e na hierarquia social. Os significados são interpretados pela sociedade através de uma semiótica complexa que contribui para a estratificação social da metrópole. Assim sendo, da mesma forma que as condições de vida de uma pessoa se reflete na qualidade da sua habitação, a relação da sua habitação com o resto da cidade reflete a própria relação social entre o indivíduo e sua sociedade (COSTA, 2004).

Todas as pessoas têm o direito de ter uma moradia com qualidade, inserida na cidade. Poder andar no seu bairro e se sentir bem, ter qualidade de vida. Segundo Rodrigues (2003) “essas pessoas, que vêm de classes sociais e faixas etárias diversas, não querem viver em comunidades decadentes ou em áreas urbanas degradadas”. Deve haver uma interlocução entre habitação e desenvolvimento, para que se garanta um meio ambiente com qualidade e onde as pessoas possam usufruir de seus direitos à cultura, lazer, educação, emprego e saúde, diminuindo então, o déficit habitacional brasileiro.

### ***2.1.1 Déficit Habitacional***

O estudo realizado pela Fundação João Pinheiro em 1995 estimou em 7.223 milhões de moradias sob déficit habitacional total do Brasil. Segundo a fundação, a inadequação das moradias reflete problemas na qualidade de vida, os quais não estão relacionados ao dimensionamento do estoque de habitações, mas às especificidades internas de um estoque dado, sem efeitos sob seu tamanho e sua resolução. Assim as habitações inadequadas não são contabilizadas no déficit tem efeitos negativos, principalmente porque impossibilita que os dados sejam utilizados com segurança para a definição de ações governamentais. Vejamos uma definição de Déficit habitacional:

Como déficit habitacional entende-se a noção mais imediata e intuitiva de necessidade de construção de novas moradias para a solução de problemas sociais e específicos de habitação detectados em certo momento. Por outro lado, o conceito de inadequado de moradias reflete problemas na qualidade de vida dos moradores: não estão relacionados ao dimensionamento do estoque de habitações e sim a especificidades internas do mesmo. Seu dimensionamento visa ao delineamento de políticas complementares à construção de moradias, voltadas para as melhorias dos domicílios existentes. Com a preocupação de identificar as carências, principalmente da população de baixa renda [...] (AZEVEDO; ARAUJO, 2007, p.207).

A qualidade dos processos logísticos na construção civil estão interligados com a racionalização e a utilização das novas tendências que podem ser inseridas no processo de evolução tecnológica, otimizando assim, os recursos e minimizando os custos.

Farah (1982b) considera que o significado atribuído ao termo racionalização apresenta variações, assim como, também variam as medidas introduzidas na produção, com vistas à racionalização da construção dizem respeito, em primeiro lugar, à organização do processo, porém, em um sentido mais abrangente, que ultrapassa os limites do canteiro de obras, incluindo novas dimensões, com a concepção da edificação, atividade do projeto, o planejamento da produção e a própria fabricação de materiais e componentes. Em segundo

lugar, o envolvimento do trabalhador, em uma estratégia de aumento de produtividade redução de desperdício e melhoria da qualidade.

A aplicação da logística reversa no projeto está em consonância aos conceitos adaptados a indústria de construção, aplicados por Guerrini (1997) descreve os seguintes critérios competitivos tomados como base para a definição de estratégias do setor: custos (construir por um preço menor), qualidade (construir melhor), velocidade de entrega e confiabilidade (entregá-la no prazo prometido), flexibilidade (ser capaz de enfrentar adversidades inerentes ao processo), quebra de barreiras organizacionais e a gestão de suprimentos.

Contudo, apresenta-se ainda, a possibilidade de se auferir qual a melhor maneira de diminuir o déficit habitacional brasileiro, pois dimensionar qual o método de construção civil é o menos oneroso ao governo/empresário poderá ser de suma importância para tomada de decisão na escolha de qual modelo habitacional devemos adotar.

As diretrizes habitacionais nos permitem a aplicação de uma pesquisa operacional na construção civil, ou seja, otimizar os recursos e processos e a minimizar os custos poderá ser uma estratégia política dos gestores municipais, estaduais e federais, referendando assim, as habitações sustentáveis.

### ***2.1.2 Habitação Sustentável***

Um fator relevante é pensar o projeto no âmbito da habitação sustentável, visando incorporar o uso de materiais mais adequados e apontar tecnologias que sejam menos desperdiçadoras, para que o projeto possa dar sua contribuição, também, do ponto de vista ambiental.

É importante enfatizar que o fato da habitação ser sustentável não significa o acesso à construção apenas para população de média e alta renda, mas sim, obras com qualidade à disposição, também, da população de baixa renda. Nesse caso, os projetos não devem ser necessariamente de casas minúsculas para diminuir o preço, mas de casas confortáveis, econômicas e de custo acessível. Para tal pensamento, desenvolve-se hoje um decálogo para uma habitação sustentável:

1. Respeitar o desenho do terreno;
2. Considerar os saberes e as técnicas locais de construção;
3. Prestar atenção à escolha dos materiais;
4. Prestar atenção para o uso exato e racional dos materiais;
5. Verificar a legalidade da madeira;

6. Luz e vento são fontes de energia renováveis, usar e abusar;
7. Economizar água;
8. Procurar o selo PROCEL nos eletrodomésticos;
9. 3R: Reduzir, Reutilizar e Reciclar;
10. Ter os olhos no futuro; (LACERDA, 2004, p. 68-69).

Deve-se trabalhar como mais um instrumento para que se possa atuar de acordo com esse conceito de sustentabilidade. Segundo Siqueira (2001, p. 73) “a Arquitetura, enquanto produto cultural do homem torna-se, também, Arte e pode passar a expressar, em sua forma e significado, o conjunto de aspirações e o ideário de uma sociedade”. E segundo Aquino (2005), a arquitetura preocupada com a questão ambiental deveria ser corriqueira para tratar do processo de construção, e não assunto de interesse somente de um grupo.

Ou descobrimos rapidamente formas novas de produzir e satisfazer nossas necessidades, levando em conta o meio ambiente e tudo o que ele contém, ou nos arriscamos a caminhar muito rápido para um colapso total, comprometedor até mesmo da própria sobrevivência da espécie, sem falar na de outros seres vivos (ALMEIDA, 1993, p. 9-10).

Segundo Costa (2004), “Não há atividades do homem que não cause impactos à natureza. O ideal é investir em recursos e materiais construtivos que minimizem esses efeitos”, sendo que a fusão com a natureza acontece através do emprego de materiais pré-estudados e sustentáveis.

A construção civil, da forma como é praticada no Brasil e em muitos países, provoca muitos impactos ambientais em todas as suas etapas. A extração das matérias-primas é feita a partir de técnicas que envolvem explosivos, dragagem de rios para retirada de areia, etc. O transporte que é feito percorrendo distâncias cada vez maiores, devido à escassez de alguns produtos. As técnicas construtivas e a mão-de-obra mal qualificada levam a um desperdício de material, tanto aquele que fica retido na obra, como aquele que se transforma em entulho, entre outros problemas. Além disso, a construção civil vem se constituindo, há muitos anos, como uma prática de projetos que raramente levam em consideração as características do local onde será implantado, tais como: posição e implantação no terreno, iluminação natural, ventilação, vegetação natural local, características culturais locais. Do mesmo modo, os materiais utilizados também não se adequam às características climáticas e, na maioria das vezes, não estão associados à disponibilidade na região. O resultado dessa postura tem sido a construção de edificações em que há necessidade de iluminação e ventilação artificiais o tempo todo, o que além de consumir muita energia elétrica, tem conseqüências, inclusive, sobre a saúde dos seus usuários.

É preciso que se reveja esse modelo para que a construção civil deixe de ser uma atividade tão degradadora do meio ambiente, partindo-se para o que poderia ser chamado de uma “construção sustentável”.

As construções sustentáveis deverão prever os conceitos necessários de sustentabilidade, termo que representa para muitos mais uma moda tentando ser ditada, dentre tantas que já existiram e vem sendo empregadas de maneira genérica e indiscriminadamente, sem nenhum controle.

O termo “sustentabilidade” vem sendo aplicado aleatoriamente nos mais diversos seguimentos da sociedade, não só nas instituições de pesquisa, mas também em órgãos e organizações não governamentais. Esta “proliferação” da utilização do termo “sustentabilidade”, sem um consenso e respaldo científico, acaba fazendo com que o termo se generalize. (SILVA, 2000; ULTRAMARI, 2000 apud KRONKA, 200, p. 33).

O termo ‘sustentabilidade’ tem sua origem nas discussões ambientais, mas de acordo com Ignacy Sachs (SACHS, 1994 apud MÜLFATH, 2002, p. 42), pode ter outros enfoques:

a. **Sustentabilidade Social:** Entende-se pela criação de um processo de desenvolvimento sustentável com melhor distribuição de renda e redução do abismo entre classes ricas e pobres.

b. **Sustentabilidade Econômica:** É possível através de um gerenciamento mais eficiente dos recursos e maiores investimentos tanto nos setores públicos como privados, além de se procurar maior eficiência econômica em termos macrossociais e não apenas através do critério macroeconômico do empresariado.

c. **Sustentabilidade Ecológica:** É a utilização dos recursos naturais, quando possível, renováveis, com maior eficiência, redução da utilização de combustíveis fósseis, redução do número de resíduos e de poluição, promovendo a autolimitação do consumo, intensificação nas pesquisas para obtenção de meios mais eficientes e menos poluentes para o desenvolvimento do espaço urbano, rural e industrial, desenvolvimento de normas adequadas para proteção ambiental com elementos de apoio econômicos legais e administrativos necessário para seu cumprimento.

d. **Sustentabilidade Espacial:** Configuração urbana rural mais equilibrada entre os assentamentos urbanos e atividades econômicas, redução da concentração excessiva nas metrópoles, exploração racional das florestas e da agricultura através de técnicas modernas e

regenerativas, exploração da industrialização descentralizada, criação de uma rede de reservas naturais e da biosfera para proteção da biodiversidade.

e. **Sustentabilidade Cultural:** Procurando manter as raízes em todos os processos de modernização, agricultura, indústria; preservando as características locais, particulares de cada região.

Mais do que construir causando o menor impacto ambiental, existe a necessidade de se desenvolver a consciência humana para o equilíbrio que deve haver entre desenvolvimento urbano, tecnológico e o meio ambiente. A sustentabilidade deve estar nos princípios de projetos e comportamentos não só da população carente, mais também de todos os outros habitantes. Trata-se de uma questão de comportamento ou hábito.

A sustentabilidade deve ser entendida como um grande tema da cultura contemporânea, que afeta e transforma a teoria e a prática do desenho, reformulando-o frente à onipotência tecnológica e anti-sustentável da modernidade. (HICKEL, 2005)

Outro termo igualmente importante é o de desenvolvimento sustentável. O governo brasileiro adota a definição apresentada no documento Nosso Futuro Comum, publicado em 1987, também conhecido como Relatório Brundtland, no qual desenvolvimento sustentável é concebido como “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

A incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes, até a época em que foi elaborado. Até hoje é considerado um documento de referência, uma vez que o desenvolvimento sustentável continua sendo um desafio a ser enfrentado pela sociedade como um todo.

Após de mais de dez anos do lançamento do Relatório, Rogers (1998, p.180) afirmava:

Principais papéis da arquitetura neste momento é fazer com que as cidades sobrevivam de forma menos impactante, se tornando inclusive um laboratório vivo para a educação da sociedade neste contexto de mudanças de condutas e hábitos. A forma da cidade e suas funções podem gerar uma cultura que fortaleça a formação de um número maior de cidadãos. (ROGERS, 1998).

O grande desafio é a implantação de um novo modo de vida, da qual a principal característica da “habitação ecológica” é sempre pressupor a interdependência dos sistemas em questão, interligando as ações do homem aos sistemas naturais, evitando que os impactos

destrutivos ao meio ambiente continuem se dando, por exemplo, através das técnicas construtivas utilizadas.

Gonçalves (1999) entende que a industrialização trouxe uma massificação para habitação, em nível até mesmo mundial. Infundáveis tipos de vidros para fachadas, centenas de tipos de lâmpadas, sistemas condicionamento térmico artificial, vêm contribuindo para a proliferação das cortinas de vidro e das plantas que não favorecem/consideram a iluminação natural. Estes edifícios são exemplos da banalização/pasteurização que acabou ocorrendo com as habitações em boa parte do mundo.

Segundo Hickel (2005), a realidade contemporânea se baseia cada vez mais no predomínio do ambiente construído e no crescimento descontrolado das metrópoles, no uso de materiais e técnicas com elevado custo energético e alto grau de desperdício em seu funcionamento e manutenção. É preciso buscar parâmetros relacionados com a capacidade das habitações contemporânea de responder a essas demandas.

Uma habitação para o presente deve considerar o construído, afrontando a melhoria de entornos degradados em busca de um reequilíbrio ecológico na relação entre seres humanos e seu entorno artificial, sem cair em nostalgias de um passado perdido.

As edificações deverão combinar o melhor das tradições de cada região, com o mais sustentável das novas tecnologias, em um NOVO REGIONALISMO, que confia nos aspectos locais, como os materiais construtivos, responsabilidade climática, econômica e cultural, com soluções apropriadas. (ROAF, 2001, p.15)

Na maioria das vezes ficamos encantados com os materiais e técnicas utilizadas até mesmo em outros países que nos esquecemos que a habitação deve transparecer a cultura de um povo, deve estar integrada com o local onde será inserida, deve estar em harmonia com o entorno e com seus usuários.

No momento passamos por uma fase de experimentação quanto a materiais, técnicas, formas. É uma agitação necessária para se superar o excessivo esquematismo do material único, apátrida e aclimático. Nossa tradição colonial de devastação e desperdício vai aos poucos cedendo espaço para a reflexão sobre o clima e a adequação energética dos edifícios. (HICKEL, 2005)

Segundo Meiriño (2004), a sustentabilidade deve estar na elaboração de projetos energeticamente eficientes, através de uma habitação adaptada ao clima, considerando a iluminação natural integrada à artificial, na especificação de acabamentos e materiais adequados ao clima, no uso de ventilação natural, entre outros aspectos. Enfim na elaboração de uma edificação de fato inteligente, menos casuística e desnecessariamente automatizada.

Para Corbioli (2003, p.277) depende do arquiteto buscar caminhos que eliminem ou pelo menos reduzam a necessidade de usar recursos artificiais.

É uma forma de promover a busca pela igualdade social, valorização dos aspectos culturais, maior eficiência econômica e menor impacto ambiental nas soluções adotadas nas fases de projeto, construção, utilização, reutilização e reciclagem da edificação, visando à distribuição equitativa da matéria-prima e garantindo a competitividade do homem e das cidades. CORBIOLI (200, p.277).

Segundo Amorim (2000) o “*Environmental Building News, ou EBNs*, propõe uma lista de prioridades para os edifícios sustentáveis, dentre os quais se podem destacar”:

**Economizar energia:** projetar e construir edifícios energeticamente eficientes. O uso contínuo de energia é provavelmente o maior impacto ambiental específico de um edifício, e por isso o projeto energeticamente eficiente deve ser a prioridade número um. Isto se relaciona com diversos aspectos, dentre eles a utilização de fontes energéticas renováveis, a minimização das cargas de aquecimento e refrigeração, a otimização da luz natural, etc.;

**Construir edifícios “saudáveis”**- conforto ambiental e segurança: por exemplo, através da introdução da luz e ventilação naturais onde for possível;

**Maximizar a longevidade dos edifícios:** projetar pensando na duração e possibilidade de adaptação funcional dos edifícios ao longo do tempo. Quanto mais dura um edifício, maior é o período de tempo no qual os impactos ambientais serão amortizados;

**Reciclar edifícios:** reutilizar edifícios e infra-estruturas existentes. Os edifícios existentes contêm uma enorme quantidade de recursos culturais e materiais, e conferem identidade aos lugares. Mas a prioridade é otimizar a eficiência energética<sup>2</sup>, mesmo em reformas. (AMORIM, 2000: 1-2) (**grifo nosso**)

Além dos conceitos apresentados de habitação sustentável temos outras denominações de estudos com o objetivo de minimizar os impactos e melhorar a qualidade de vida, como método ecológico da construção civil, habitação verde, habitação de baixo impacto humano e ambiental, habitação vernacular, habitação bioclimática. No caso da habitação bioclimática, passa a ser discutida a partir da década de 70, com a crise do petróleo.

A habitação bioclimática é aquela que tem por objetivo conseguir um grande nível de conforto térmico mediante a adequação do projeto e da construção do edifício às condições climáticas de seu entorno. Trata-se, pois de uma moradia adaptada ao meio ambiente, sensível ao impacto que provoca na natureza, e que procura minimizar o consumo energético, e com isso, a degradação ambiental.

O movimento por esse tipo de construção civil “habitação” nada mais é do que a volta dos princípios da habitação vernacular popular, porém com mais tecnologias envolvidas e desenvolvidas, por exemplo:

Reciclagem e técnicas de reuso de materiais;

Pesquisa de novos produtos à base de matérias-primas naturais não agressivas e renováveis;  
 Desenvolvimento de novas maneiras de utilizar materiais de mercado com características agressivas ao meio ambiente diminuindo a quantidade empregada (cimento, madeira, PVC...);  
 Sistemas energéticos com recursos naturais locais (solar, eólico, biodigestor...);  
 Novas visões de gestão da obra e da manutenção dos edifícios. (LIMA).

O próprio edifício se comporta como uma máquina térmica que capta energia gratuita, a conserva e, por último, a distribui. Isso apresenta como principal dificuldade o fato de que o mesmo edifício necessita dar uma resposta integral ao condicionamento higrotérmico, isto é, tanto em condições de inverno como no verão.

Na busca pelo desenvolvimento de um sistema que proporcione melhor qualidade de vida e conforto, não basta levar em conta o macro-clima da local escolhido, depende de cada região, dos seus micro-climas, o que torna o estudo muito particular. Há algumas exigências neste tipo de construção civil, seja ela tradicional ou ecológica, o que faz com que tenha um tipo de desenho específico, mas que está longe de ser pré-determinado. É uma linguagem própria que varia de região para região, já que esta muito vinculada ao clima e as possibilidades do entorno.

Uma construção bioclimática reduz a energia consumida e, portanto, colabora de forma importante na redução dos problemas ecológicos que se derivam dela. Além de economizar nas contas mensais de água e energia. No entanto, a habitação bioclimática no último século parece ter sido esquecida. O conceito de bem-estar evoluiu de uma maneira curiosa. A construção representa mais do que abrigo, como também status familiar e por isso, deve adequar-se a certos cânones pré-estabelecidos. Importam culturas e com ela o estilo de construção e sem analisar os aspectos do local de implantação copiando modelos prontos. Isto vale também para a população migrante que traz consigo uma forma de construir que pode ser mais adequada à região de onde saiu, agregando à construção piores qualidades de conforto.

A pesquisa operacional deverá que delinear a melhor escolha entre a construção civil tradicional ou a construção civil ecológica, porém necessitamos saber, se as entidades e organizações, prevêm financiamento habitacional para as modalidades citadas.

### ***2.1.3 Financiamento Habitacional***

A aquisição da casa própria é uma meta para a maioria das famílias brasileiras, está inserida em sua cultura, provavelmente em razão do histórico econômico que o país

atravessou até meados da década de 1990, com períodos de elevados índices inflacionários e juros altos, além do desemprego, gerando insegurança. Pode-se dizer que o imóvel próprio trazia, e ainda traz, principalmente para a população de baixa renda, a sensação de segurança, em especial em caso de desemprego.

A essência e importância desse bem, somadas ao peso dos aluguéis no orçamento justificam a pertinência de se refletir sobre financiamento habitacional. A impossibilidade obtê-lo tem levado as famílias a comprarem espaços inadequados, impróprios ou ainda não permitidos por lei, gerando, na maioria das vezes, ocupações irregulares e causando danos ao meio ambiente (RODRIGUES, 2009).

Essa situação afeta, principalmente, comunidades de baixa renda, notadamente aquelas com renda inferior a cinco salários mínimos, localizadas nos centros urbanos e regiões metropolitanas do Brasil. As principais causas são: insuficientes rendas da população para os gastos com aquisição e manutenção de uma unidade habitacional; processo de urbanização acelerado sem oferta equivalente de espaços adequados (o que acaba elevando os custos do solo urbano); crescimento vegetativo natural da população e, principalmente, falta de políticas públicas consistentes e sustentáveis, o que impossibilita o planejamento de longo prazo por parte de gestores públicos e privados (ABIKO, 1995, p.12)

O fato de o elevado custo da moradia ultrapassar a capacidade de pagamento da população pobre, bem como a ausência de um mercado de financiamento de longo prazo adequado justifica a interferência do governo no mercado habitacional, o que pode ocorrer de duas formas: direta, por meio de provisão de moradia destinada à população de baixa renda, ou da disponibilização de fundos públicos para o setor habitacional; indireta, mediante legislação incidente no mercado financeiro, uso do solo e padrões construtivos (MORAIS, 2002, p.10).

Nesta perspectiva, é importante estabelecer uma diferenciação entre os clientes da sociedade, ou seja, setores da população que não têm possibilidade de acesso ao sistema financeiro e que necessitam da intervenção do Estado, e os clientes bancários, ou seja, setores da população com capacidade de pagamento dos créditos (VASCONCELOS, 1996, p.43).

Entendida não como um produto, mais sim como um processo que envolve determinantes políticos, econômicos, sociais, jurídicos, ecológicos e tecnológicos, a habitação popular é, justamente, uma solução de moradia voltada à população de baixa renda. Porém, para que cumpra suas funções, é necessário que, além de conter um espaço confortável, seguro e salubre, se integre de forma adequada ao ambiente que a cerca. Ou seja, o conceito de habitação não se restringe apenas à unidade habitacional, envolvendo necessariamente o

seu entorno, como estrutura física, situação do terreno, infraestrutura (redes de distribuição de água, coleta de esgoto, energia elétrica, sistema viário, etc.), serviços, a acessibilidade, localização e equipamentos sociais (edifícios voltados à educação, lazer, etc.) (ABIKO, 1995).

Desde 2004, observa-se um aquecimento no setor habitacional, porém o mesmo não ocorreu em relação à atuação das empresas incorporadoras / construtoras no segmento de habitações populares no Brasil, não conseguindo atingir os clientes da sociedade. Assim a maior parte dos recursos empregados no financiamento dessas unidades habitacionais foi direcionada a famílias de renda superior a dez salários mínimos, deixando a população em que se concentra o déficit sem acesso à moradia adequada.

A análise do financiamento à habitação popular no Brasil, objetivo neste trabalho envolve considerar diversas fontes de recursos públicos, que fazem parte do Sistema Financeiro da Habitação (SFH), sendo a principal delas o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), e também o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE). A idéia é apresentar os valores investidos em habitação popular no Brasil no período de 2003 a 2008, para posteriormente, identifica a dependência dessas fontes para o setor habitacional, principalmente o popular.

Outras fontes foram também utilizadas na análise:

Recurso do Orçamento Geral da União (OGU), concedido a fundo perdido, ou seja, não precisa ser ressarcido ao sistema.

Fundo de Arrendamento Residencial (FAR), criado para financiar o Plano de Arrendamento Residencial (PAR).

Fundo de Desenvolvimento Social (FDS), com recursos destinados ao atendimento do Programa de Crédito Solidário, objetivando o financiamento à produção e à comercialização;

Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS), destinado ao Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), sistema que objetiva integrar todos os programas e projetos voltados à Habitação de Interesse Social (HIS).

Os dados do gráfico 01 foram obtidos a partir de pesquisa efetuada no banco de dados da Secretaria Nacional de Habitação - SNH nas fontes de recursos acima descritas, no período de 2003 a 2008.

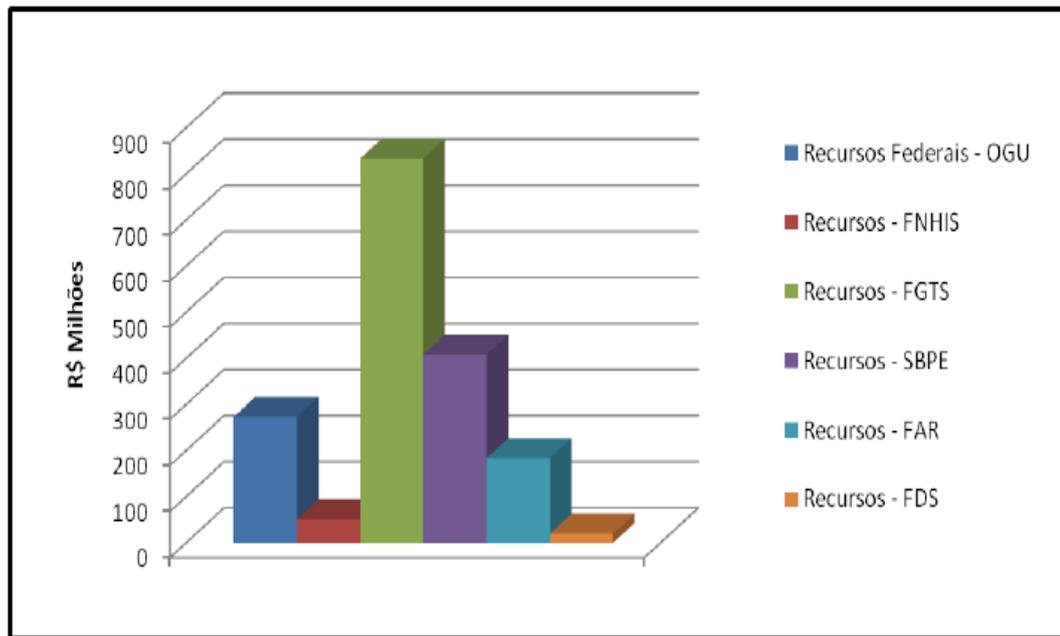


Figura 1 - Investimentos em unidades Habitacionais no Período de 2003-2008

Fonte: Banco de dados da Secretaria Nacional da Habitação, 2008

A retomada do crescimento econômico brasileiro, em especial nos últimos cinco anos, exigiu uma série de reformas legais e estruturais por parte dos órgãos públicos.

As alterações nas legislações, principalmente em relação às garantias, vêm sendo feitas no intuito de criar condições para a atuação da iniciativa privada na recuperação da eficiência e expansão da indústria imobiliária, cuja modernização contribuirá para o aumento dos investimentos nesse setor, do nível de emprego e da qualidade de vida da população.

Experiências bem sucedidas em outras nações emergentes indicam que muitos avanços podem ser alcançados na área habitacional, desde que uma sólida estrutura institucional e de créditos para as famílias de renda mais baixa embase essas políticas.

Acredita-se que as alterações na legislação, as experiências bem sucedidas e as políticas públicas habitacionais já apresentadas, deverão ser direcionadas para a população de menor poder aquisitivo e que não possuem moradia própria. Portanto, diminuir o custo e otimizar os recursos deverão ser os objetivos das iniciativas pública e privada, fomentando assim, o estudo de materiais alternativos na construção civil.

## 2.2 Materiais Construtivos

A natureza ainda nos proporciona, hoje, uma gama muito grande de materiais possíveis de serem utilizados. Porém muito desses ainda são desconhecidos para o mercado.

Muitos estão em estudos e em grande maioria, esses que estão sendo mais estudados, são os materiais alternativos. Isto se deve ao processo de degradação ambiental que o mundo todo vive.

Desses materiais estudados, muitos produtos estão sendo lançados todos os dias no mercado. Os produtos ecológicos representam um dos mercados de maior potencial consumista, porém muito pouco explorado no Brasil e América do Sul. No Brasil, quando se fala dos produtos ecológicos, imaginam-se artigos artesanais, ficando muito distante da realidade atual.

Produto ecológico é todo artigo que, artesanal, manufaturado ou industrializado, de uso pessoal, alimentar, residencial, comercial, agrícola e industrial, seja não-polvente, não-tóxico, notadamente benéfico ao meio ambiente e à saúde, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo econômico e social sustentável.

O uso de matérias-primas naturais renováveis, obtidas de maneira sustentável ou por biotecnologia não-transgênica, bem como o reaproveitamento e a reciclagem de matérias-primas sintéticas por processos tecnológicos limpos (se a emissão de poluentes e sem o uso de insumos agressivos, como o cloro) permitem classificar um produto como aceitável ou recomendável segundo critérios ambientais. (ARAUJO).

O produto ecológico é capaz de despertar a consciência eco-social da comunidade e educar ambientalmente quem produz e quem consome.

É evidente que não se pode chamar qualquer produto reciclado ou elaborado a partir de matéria-prima natural de “ecológico”, existem critérios e classificações adequadas para isso, como no caso do Selo Verde.

O Selo Verde não é apenas uma logomarca ou um rótulo com a palavra ‘ecológico’ na embalagem de um produto, mas o resultado de uma avaliação técnica criteriosa, na qual serão levados em conta aspectos pertinentes ao seu ciclo de vida, como matérias-primas (natureza e obtenção), insumos, processo produtivo (gastos de energia, emissão de poluentes, uso de água), usos e descarte. No Brasil, os selos verdes existentes só atingem dois segmentos: produtos orgânicos (alimentícios) e madeira.

A autocertificação é um dos principais inimigos do mercado verde, uma vez que pode induzir o consumidor a aceitar que o produto que ele está adquirindo é ecológico apenas porque carrega este rótulo. A ausência de normalização e/ou legislação prejudica a divulgação desse fantástico mercado, uma vez que permite que a desconfiança se instale entre os consumidores, que não tem qualquer referência de confiabilidade. (ARAUJO).

Devemos prestar atenção no fato de que mesmo os materiais alternativos não indicam o baixo impacto ambiental. O termo ‘alternativo’ somente significa o uso de um material que não consta na lista dos materiais tradicionais, podendo até mesmo ser mais agressivos ao meio.

No caso da construção civil, um grande número de produtos fabricados com materiais reciclados e a partir de novas técnicas, vem chegando ao mercado nos últimos anos.

Exemplificamos essas tecnologias de baixo custo com alguns métodos utilizados na construção civil no método ecológico.

### ***2.2.1 Aquecedor solar de baixo custo***

Será desenvolvido e implantado um sistema de aquecimento solar de água residencial com materiais de baixo custo, dimensionado para residências com até 4 moradores, viabilizando sua aplicação em projetos de habitação. Os conceitos de transferência de calor como condução, convecção e irradiação serão levados em consideração na elaboração do protótipo.

O aquecedor solar será construído com materiais de baixo custo. Sua base será constituída por uma placa de metal galvanizada pintada de preto fosco para melhor absorção do calor e revestida com isopor e borracha para isolamento térmico. Em seu interior, canos de PVC serão posicionados no foco de latas de alumínio cortadas no sentido longitudinal para aumentar o efeito da reflexão dos raios solares. Finalmente será utilizada uma placa de vidro vedando o interior do coletor para prevenir as perdas por condução e aumentar o efeito estufa pela retenção da radiação infravermelha emitida pela placa.

Para construção do recipiente de água quente (boiler) será usado um galão de polipropileno de 200 litros freqüentemente utilizado para conservação de gêneros alimentícios. Serão feitas adaptações para a ligação dos canos. O boiler receberá isolamento térmico, onde serão testados materiais como isopor, borracha, ar, papelão e pó de serra entre outros para melhorar a eficiência do sistema térmico.

Serão realizados testes de eficiência energética, durabilidade, inércia térmica e resistência mecânica. A radiação solar global será monitorada por um piranômetro de Silício APOGEE na faixa espectral de 400 a 1100 nm, as temperaturas da água serão monitoradas por termopares de cobre-constantan e a temperatura do ar será monitorada pelo sensor HMP45C da *Campbell Sci*. Estudos serão propostos para determinação do coeficiente de transferência de calor, da disponibilidade de água quente, otimização da inclinação no telhado, além do comportamento do sistema em dias de céu aberto e dias de céu nublado. A figura 2 (figura3) mostra o protótipo de aquecedor solar proposto e seu respectivo boiler com materiais de baixo custo.



Figura 2 - Protótipo de Coletor Solar



Figura 3 - Boiler com materiais de baixo custo

### ***2.2.2 Tijolo ecológico***

O tijolo ecológico, também conhecido como tijolo solo-cimento, é confeccionado a partir da mistura de solo com cimento em proporções adequadas. Chama-se ecológico, pois a cura é realizada sem a fase de queima, evitando lançar na atmosfera quantidades significativas de monóxido de carbono, responsável pelo efeito estufa. Serão coletadas amostras de solo e enviadas ao Departamento de Ciências do Solo da UNESP - Botucatu para verificação de sua constituição química. Em seguida, serão fabricadas amostras de tijolos com diferentes proporções entre solo e cimento e enviadas ao Departamento de Engenharia Civil da UNESP-Bauru para testes de resistência mecânica. Serão testadas as seguintes proporções de solo-cimento: 5:1, 7:1, 9:1, 11:1 e 13:1.



Figura 4- Tipos de tijolos ecológicos



Figura 5 - Máquina de Tijolos Ecológicos

### ***2.2.3 Captação de Água das Chuvas***

Um sistema de aproveitamento da água das chuvas será desenvolvido e aprimorado para abastecimento das descargas de banheiros. A água será armazenada em um galão de polipropileno de 200 litros. O excedente será armazenado em cisternas que abastecerão a horta comunitária, a qual deverá ser construída na parte mais baixa do terreno para que a irrigação seja realizada por gravidade.

### 2.2.4 Iluminação

Para o sistema de iluminação a literatura indica o uso de lâmpadas fluorescentes compactas de 15 W, colocadas em cada cômodo. A experiência de pintura com tinta ecológica correta poderá ser mais uma técnica ambiental na utilização de materiais construtivos, pois assim sendo atingiremos o nível de iluminância necessária (NB 5313), embora, sugestão da literatura é a utilização de pintura branca no teto.

### 2.2.5 Tratamento de Efluentes

Será implantado um sistema de estabilização de esgoto sanitário em desnível, através do desvio de um dos dois tubos de entrada do efluente, para duas bombas de polietileno de 200 litros cada, para tratamento anaeróbico, uma primeira caixa de polietileno com capacidade de 250 litros para tratamento aeróbico facultativo primário e uma última caixa de polietileno, também com capacidade de 250 litros para tratamento aeróbico facultativo secundário, todas ligadas com tubos de PVC com diâmetro de 4" (quatro polegadas). A Figura 6 mostra um esquema do sistema de tratamento de efluentes proposto.



Figura 6- Sistema de tratamento de efluentes proposto.

Relatando assim, vários confortos para os seus adeptos, e realizando a quebra de paradigmas jamais vistos, no último século.

### 2.2.6 Conforto

Muitos são os fatores que estão relacionados com o desconforto ambiental vivido, atualmente, nas cidades: excesso de ruído, emissão de poluentes no ar e na água, escassez de recursos energéticos e de água, inexistência de tratamento adequado de resíduos, alterações no

regime de chuvas e de ventos, surgimento de ilhas de calor, inversão térmica, aumento do consumo de energia para condicionamento artificial e transporte, etc. Cada vez mais o uso de acimatadores não só acontece devido aos condicionantes climáticos como também numa demonstração de status, além de projetos que priorizam mais forma e função, até mesmo estilo, deixando de lado sua implantação e conforto.

O “conforto” deve ser pensado conjuntamente com o projeto, deve ser parte essencial. Isso pode tornar moradia mais adequada, o que resulta até mesmo em economia! Não que este seja o fator principal para seu raciocínio, é uma busca de equilíbrio entre homem e natureza. É isto que traz benefício para ambos os lados.

O controle do ambiente não é totalidade da arquitetura, porém deve ser parte da mesma, parte da ordenação básica de qualquer projeto. As questões referentes à habitabilidade dos espaços especificamente aquelas relacionadas ao conforto ambiental são fundamentais quando a satisfação do homem é o objeto principal. É a partir da interpretação por meio das sensações de estímulos físicos, objetivos e facilmente mensuráveis que conseguimos entender o que é conforto. É a fácil adaptação ao meio. Quanto maior for o esforço para um indivíduo se adaptar a um determinado ambiente, maior será sua sensação de desconforto.

Na figura 7 abaixo, vem descrito às causas e conseqüências ocasionadas pelo desconforto ambiental. Dentre os confortos na qual podemos estar ou não inseridos e sentindo, existe uma subdivisão, destaca-se a seguir análise sobre o conforto térmico, conforto visual e luminotécnico e o conforto acústico.

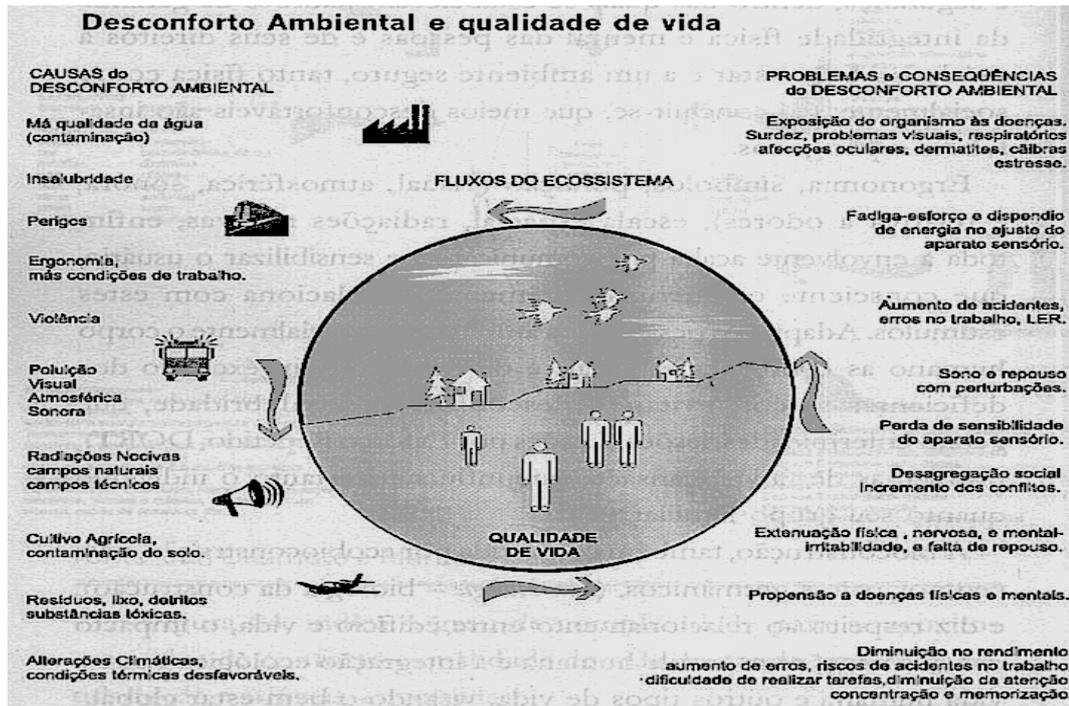


Figura 7- Causas e Conseqüências ocasionadas pelo desconforto ambiental  
 Fonte: CARVALHO, BONFSTABS, BUENOI (2001: 42).

### 2.2.7 Conforto Térmico

Segundo Bueno Bartholomei (2006, p.1-31) o homem é um ser homeotérmico, ou seja, mantém a sua temperatura do corpo constante, em torno de 37°. Ele é uma máquina térmica, que produz energia térmica por meio do processamento dos alimentos ingeridos. Para que se consiga uma condição de conforto térmico o corpo deve-se encontrar em equilíbrio com as trocas de calor às quais se submete. Para melhor exemplificar segue abaixo a figura 8, que trata sobre as trocas que ocorrem com o corpo humano.

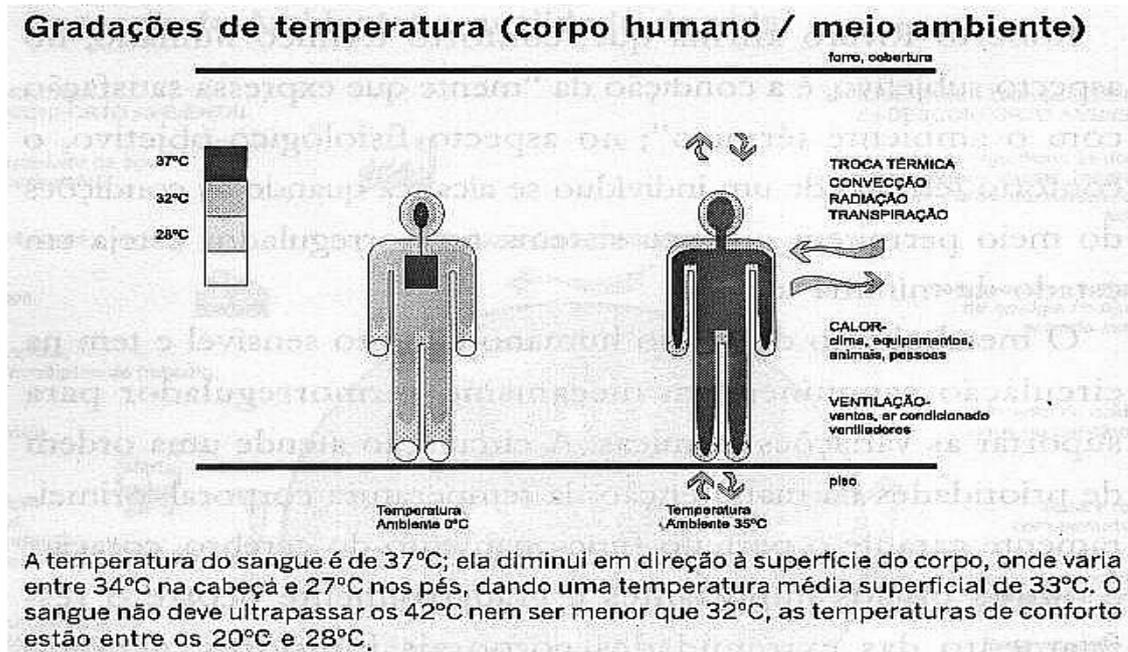


Figura 8- Gradações da temperatura corpórea e as trocas térmicas sofridas entre o corpo e o Meio Ambiente

Fonte: Bealing, Rivero (2001, p.44).

Segundo Roriz (1993, p.13-20), a sensação de conforto térmico em um ambiente depende do efeito conjugado de vários fatores que se dão concomitantemente. Dentre os fatores relacionados com o ambiente, a temperatura e a velocidade dos ventos são os principais pontos agregados. Com relação aos fatores que envolvem o próprio indivíduo, a taxa metabólica e o tipo de roupa utilizado interferem nas condições de conforto sentido.

O conforto térmico nos nossos lares é extremamente importante para o nosso bem-estar e qualidade de vida. Para tal, as necessidades de aquecimento e arrefecimento devem ser evitadas ao máximo. Assim, planejamento é o ponto de partida para uma maior eficiência energética na habitação. É através da escolha dos métodos utilizados na construção civil que se consegue chegar num desenho que apresente menor desconforto. Se considerarmos aspectos como: ventilação, orientação na sua implantação, e até mesmo os materiais e técnicas utilizadas, atinge-se resultados bastante significativos.

A qualidade na construção é o primeiro passo para se ter uma casa confortável, do ponto de vista térmico. A inclusão de sistemas de climatização passivos no desenho da habitação, a consideração do espaço envolvente, e a escolha da melhor orientação, são fundamentais para se ter um espaço mais confortável, e reduzir a necessidade de utilização de aparelhos de aquecimento e arrefecimento, reduzindo a fatura de energia, e, conseqüentemente, a ambiental. Assim, a utilização de aparelhos/sistemas de aquecimento deve ser considerada somente quando não se consegue atuar em termos do edifício. Nestes casos, sempre que possível, deve-se optar pela utilização de sistemas de energias renováveis que já atuam na climatização da habitação.

Uma das diferentes formas de se utilizar a energia renovável é no âmbito do projeto, englobando a eficiência na iluminação natural, na ventilação cruzada, de maneira integrada ao projeto arquitetônico. Deve ser levada em conta a implantação da edificação, seu entorno e as condições climáticas na qual está inserido. Isto pode trazer um retorno rápido e com baixo impacto ambiental, além de economia.

De forma geral o dimensionamento dos sistemas de arrefecimento e aquecimento está diretamente relacionado com:

- Local:
- Orientação;
- Vegetação existente.
- Características arquitetônicas:
- Exposição solar;
- Relação massa/volume;
- Proteções exteriores ao vão (janela);
- Sombras;
- Palas de sombreamento.
- Características da construção:
- Isolamento de caixilharias;
- Tipo de vidro nas janelas;
- Massa térmica do material de construção;
- Textura dos acabamentos.

### ***2.2.8 Conforto visual e luminotécnico***

Conforto visual é entendido como um conjunto de elementos que, em um determinado ambiente, facilitam a realização de tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão, além de que tais elementos não oferecem prejuízos à vista e apresentam reduzido esforço e riscos de acidentes, sendo a acuidade visual, a capacidade de reconhecer pormenores sutis, e por sua vez influenciados pela ‘luminância’ do objeto observado. Quanto mais iluminado estiver determinado objeto, mais facilmente seus detalhes serão percebidos sem, é claro, que cause ofuscamento.

Segundo Smit (1964) a iluminação insuficiente em um ambiente pode causar fadiga, dor de cabeça, e irritabilidade, além de provocar erros e acidentes, ou seja, são prontamente reconhecidas como desconfortáveis e prejudiciais. Assim, uma boa iluminação, uniforme e suficiente, está diretamente relacionada com uma melhor utilização do espaço. A disposição dos objetos deve ser adaptada também às necessidades desse espaço e não o contrário, o ambiente adaptado à iluminação.

Assim como a questão do conforto térmico, a iluminação deve ser pensada no âmbito do projeto, para que se dêem, de forma suficiente, as condições mínimas exigidas pelo organismo. Para que tal feito seja conseguido e ocorra de maneira mais econômica e natural, como a própria palavra refere, quanto maior a captação de luz natural, melhor para o projeto e seus moradores e usuários. Segundo Kalff (apud GONÇALVES, 2001, p. 273) “Com a ajuda da luz, um dos instrumentos mais poderosos, é possível dar vida aos espaços internos”.

As bases necessárias para a elaboração de um projeto com ênfase na iluminação natural são:

Conhecimento sobre o funcionamento do sistema visual humano. Além da capacidade de ler pequenos caracteres impressos, deve-se considerar: Aparência geral do ambiente; Visualização das formas e Controle do ofuscamento.

As leis de uso do solo devem garantir aos usuários dos edifícios acesso à luz natural;

O projeto de iluminação natural deve levar em conta o interior, devido às possíveis reflexões nas superfícies internas que contribuem na admissão da luz do dia, na modelagem dos objetos e na aparência geral dos ambientes;

Conhecimento da penetração da luz no ambiente e sua influência nas cores;

Um bom projeto de iluminação natural deve buscar a interação entre: eficiência visual, conforto visual e satisfação estética; (BUENO-BARTHOLOMEI, 2005).

Luz natural é a luz proveniente do sol, seja de forma direta através de seus raios ou indiretamente podendo estar difundida na atmosfera (abóbada celeste) ou refletida no entorno. Com a divulgação dos problemas ambientais, a questão da utilização da luz natural vem sendo mais e mais abordada nos projetos contemporâneos, o que se coloca como extremamente importante para o equilíbrio ambiental, além de influenciar na economia das contas de energia e na qualidade dos projetos arquitetônicos.

Segundo Gonçalves (2001) a iluminação natural, além de ser uma variável ambiental, pode ser considerada como elemento de projeto. Ela consegue oferecer melhor qualidade em relação à luz artificial. Já para Lengen (2004, p.54-57) essa qualidade da iluminação natural em um cômodo depende de alguns fatores como:

- Tamanho da janela;
- A forma e a proporção do ambiente;
- A orientação da edificação;
- Reflexão do sol do lado externo;
- A influência do sol ocasionada por outros edifícios pode prejudicar ou não a iluminação do ambiente;
- Escolha dos tipos de materiais e das cores a serem utilizadas na edificação pode influenciar na reflexão;
- A topografia do terreno ao redor da edificação pode influenciar a intensidade da luz em determinadas horas do dia;
- A sombra ocasionada por outras edificações ou plantas pode impedir a passagem de iluminação;
- As condições climáticas também agem sobre a iluminação natural de interiores;

A luz natural oferece enormes vantagens, e pode ser utilizada como estratégia para obter maior qualidade ambiental e eficiência energética em edifícios. Dentre os pontos positivos da luz natural:

A qualidade da iluminação obtida é melhor, pois a visão humana desenvolveu-se com a luz natural;

A constante mudança da quantidade de luz natural é favorável, pois proporciona efeitos estimulantes nos ambientes;

A luz natural permite valores mais altos de iluminação, se comparados à luz elétrica; além disso, a carga térmica gerada pela luz artificial é maior do que a da luz natural, o que nos climas quentes representa um problema a mais;

Um bom projeto de iluminação natural pode fornecer a iluminação necessária durante 80/90% das horas de luz diária, permitindo uma enorme economia de energia em luz artificial;

A luz natural é fornecida por fonte de energia renovável: é o uso mais evidente da energia solar. (MAJOROS in AMORIM).

Se analisado a questão da eficiência energética através do uso da luz natural controlada num país com enorme disponibilidade de luz natural, como o Brasil, nota-se que este recurso é muitas vezes subutilizado, ou utilizado de maneira equivocada, gerando problemas para os edifícios. Pode-se obter maior eficiência através do uso da luz natural controlada, basicamente em dois modos:

**Economia Direta:** através do uso otimizado da luz natural, há uma redução do uso da luz artificial. É necessário que haja um sistema de controle da luz artificial incorporado, de forma que quando há suficiente luz natural, a luz artificial seja desligada ou diminuída. Desta forma, é importante que o projeto de luz artificial seja integrado desde o início com o estudo do comportamento da luz natural.

**Economia Indireta:** através da redução da carga do ar condicionado. Quando se há um bom projeto de luz natural, proporcionando a entrada de luz natural difusa controlada, há menores ganhos de calor solar e reduzem-se os ganhos de calor gerados pela iluminação artificial. Isto diminui a carga de refrigeração do ar condicionado. (AMORIM, 2002). (**grifo nosso**).

Os sistemas e componentes que podem ser utilizados para aproveitamento da luz natural vão desde os mais simples, como proteções solares fixas, prateleiras de luz até tecnologias mais sofisticadas. A questão é fazer desses instrumentos ou soluções, partidos arquitetônicos que tragam ao projeto qualidade de vida aos moradores e equilíbrio com relação ao meio ambiente.

### **2.2.9 Conforto Acústico**

Segundo Barbosa-Krause (2005) a arquitetura e a acústica formam um único corpo, sendo que a arquitetura acaba por determinar a acústica adequada ao espaço. A relação entre ambas se dá através da estética proporcionada pela "sofisticação" da geometria encontrada, cores, dimensões e funcionalidade associado ao bem-estar e ao prazer da vivência de sua ocupação. Portanto, a arquitetura irá influenciar a acústica através de seu partido arquitetônico, ou seja, diretrizes como, por exemplo, as tecnologias utilizadas na edificação e seus respectivos materiais, a implantação e a orientação.

Existe uma diferença sutil entre a denominação “acústica arquitetônica” e “acústica de ambientes”. A primeira tem por finalidade o estudo das condições acústicas aceitáveis nas construções. Ela também é nomeada de acústica das construções já que a sua principal finalidade é exatamente a construção de edifícios com isolamento acústico entre as diferentes salas. Já a acústica de ambientes caracteriza-se pelo estudo da forma e tratamento dos ambientes de modo a torná-las acusticamente satisfatórias. Assim, a acústica arquitetônica prioriza o isolamento do barulho, a fim de se obter conforto, isolando um ambiente do outro e, a acústica de ambientes atua para a melhoria das condições de cada ambiente.

A definição acústica de cada unidade do ambiente interno acaba se tornando a percepção auditiva de tudo que se venha a ser gerado ou reproduzido dentro deste, sempre pensando que cada ambiente possui sua dimensão privativa, individualizada de acordo com as características de quem vier vivenciá-lo em sua plena ocupação. As áreas destinadas ao descanso com seu índice de conforto acústico próprio, recomendado para aquela atividade. As áreas destinadas a serviço, circulação, leitura, trabalho etc., respectivamente também com seus índices de conforto recomendado. Tornando-se assim o espaço lapidado, definido,

próprio para cada atividade e personalidade de quem o ocupará. Dessa forma, observa-se que as dimensões do ambiente, os materiais, aberturas, e acabamentos de todas as superfícies são fatores determinantes para o conforto acústico do local.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas coloca o assunto em termos nacionais mediante as normas NBR 10151 e NBR 10152 no ano de 1987. Assim, tais normas técnicas fixam os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em ambientes diversos conforme pode ser verificado na tabela 9 a seguir.

Fonte	Nível Sonoro em dB(A)
• Farfalar de folhas, laboratório de acústica e prova de ruído	5 a 10
• Cochichos, jardim muito tranquilo, estúdio de rádio isolado	10 a 20
• Residência de campo, auditórios escolares, interior grande igreja	20 a 30
• Conversa em voz moderada, <b>escritório ou residência tranquila</b>	<b>30 a 40</b>
• Rádio de cabeceira, residência barulhenta	40 a 50
• <b>Escritórios comuns, conversa a um metro, ruas residenciais</b>	<b>50 a 60</b>
• Rua de tráfego médio, conjunto de câmara, <b>escritório barulhento</b>	<b>60 a 70</b>
• Orquestra sinfônica, rádio caseiro com excesso de volume	70 a 80
• Buzina de automóvel próxima, rua muito barulhenta	80 a 90
• Passagem de trem subterrâneo, calderaria	90 a 110
• Motor de avião, trovão muito forte, rebitagem de chapa de aço	90 a 110
• Limiar da dor	130

Figura 9 - Níveis de ruídos de diferentes fontes

Fonte: FAU-USP, 2002.

O ruído é algo que interfere na recepção dos sinais sonoros pelo ouvido humano, ou seja, ele intervém sobre o processo de interpretação de alguma coisa. E, na maioria das vezes, podemos dizer que o ruído é um sinal indesejável. Quando duas ou mais pessoas falam ao mesmo tempo fica evidente a dificuldade de compreender o que elas estão dizendo. Isso ocorre porque o nosso cérebro não consegue processar diferentes fontes sonoras simultaneamente, prejudicando nossa compreensão sobre o que está tentando ser falado. Assim, pesquisas constataram que o ruído pode ocasionar graves efeitos sobre o homem como, por exemplo:

- Enjôos e sonolência;
- Dor de cabeça;
- Perda de concentração;
- Baixa produtividade;
- Absenteísmo;
- Insônia e estresse;
- Perda parcial ou total da audição;
- Conseqüências no sistema nervoso central;
- Conseqüências no sistema gastrointestinal;
- Conseqüências no sistema circulatório e coração. (BUENO-BARTHOLOMEI, 2006).

A tabela10, logo abaixo, relaciona os níveis de ruído, em decibéis, com a máxima exposição diária permissível. O limite da intensidade de ruídos suportáveis durante o dia é regulamentado, e não deve ultrapassar 70 dB. Numa edificação, não é só o ruído que vem de fora que pode incomodar, uma vez que o barulho interno também tem que ser levado em conta. Essa é uma questão que deve ser considerada já na fase da escolha do terreno, atentando se a região apresenta movimento intenso ou se há fontes de ruídos próximas, como fábricas, por exemplo. Por sua vez, o projeto de construção civil pelo método ecológico pode ajudar a controlar ou reduzir esses problemas.

<b>NÍVEL DE RUÍDO DB (A)</b>	<b>MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL</b>
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Figura 10 - Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente  
Fonte: FUNDACENTRO

As edificações necessitam de tratamento acústico devido ao nível de ruído emitido, muitas vezes em consequência da existência de fontes múltiplas de ruídos dentro de uma instalação. Assim, uma vez desejado a atenuação do ruído e controle do espalhamento do som, deve-se tratar as superfícies de tal modo que reduza a energia sonora refletida, isto quer dizer que, parte da onda que não for absorvida ou transmitida, será refletida novamente para o recinto.

É sabido que cada ambiente tem suas particularidades especiais, como dimensões, relação entre essas dimensões, disposição de paredes, piso e teto, materiais de revestimento e pavimentação, elementos vazados (portas e janelas), quadros, móveis. E cada ouvinte tem

suas preferências e suas deficiências auditivas. Isso tudo diversifica as providências de ordem técnica.

A indústria tem desenvolvido novos materiais com coeficientes de isolamento acústico e/ou de absorção muito mais eficientes que os materiais “acústicos” até então utilizados. Desta maneira, tem sido possível obter, mediante variações de composições, resultados acústicos cada vez mais satisfatórios às necessidades dos usuários.

Não existem materiais "melhores" ou "piores" para soluções acústicas. O que existe é a adequação (ou não) de determinado material para a finalidade que se deseja. Quanto mais denso for o material, mais próximas e rigidamente ligadas estão suas moléculas favorecendo desta forma o aumento da velocidade sonora. Praticamente todos os materiais existentes no mercado ou isolam ou absorvem ondas sonoras, contudo apresentam funcionamentos diferentes vistos na tabela 1 abaixo.

Tabela 1- Classificação Acústica de Materiais

TIPOS	AÇÃO	EXEMPLOS
Isolantes	Impedem a passagem de ruído de um ambiente para outro	Tijolo maciço, pedra lisa, gesso, madeira e vidro com espessura mínima de 6 mm. Um colchão de ar é uma solução isolante, com paredes duplas e um espaço vazio entre elas (quanto mais espaço, mais capacidade isolante).
Refletores	Podem ser isolantes, e aumentam a reverberação interna do som.	Azulejos, cerâmica, massa corrida, madeira, papel de parede (em geral, materiais lisos).
Absorventes	Não deixam o som passar de um ambiente para outro e evitam o eco.	Materiais porosos como lã ou fibra de vidro revestido, manta de poliuretano (dispensa revestimentos), forrações com cortiça, carpetes grossos e cortinas pesadas.
Difusores	Refletem o som de forma difusa, sem ressonâncias.	Em geral, são materiais refletores sobre superfícies irregulares (pedras ou lambris de madeira).

Fonte: Revista Arquitetura & Construção – jul./93 in CATEP

### 2.3 Município Verde

Nos Estado de São Paulo o Governo busca trabalhar na efetivação da Agenda Ambiental Paulista juntamente com as prefeituras municipais por meio do Projeto Município Verde. O objetivo do projeto é fazer com que os municípios criem uma estrutura executiva com capacidade e autonomia para a gestão das questões ambientais locais, envolvendo a Câmara dos Vereadores e as entidades civis.

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SMA divulgou, em cerimônia no Memorial da América Latina, o "ranking" ambiental dos municípios paulistas. Foram certificados como Município Verde, vários Municípios do Estado de São Paulo. Entre eles encontra-se o município de Botucatu-SP que se classificou em 200º lugar no ano de 2010 com uma nota de 71,87. O Município que obteve o primeiro lugar no ranking ambiental foi Santa Rosa do Viterbo com a nota de 94,31.

Segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2010) a premiação levou em conta uma avaliação ambiental, que mensurou, através de notas, o desempenho dos municípios em dez diretrizes que regeram o Projeto Ambiental Estratégico Município Verde. As localidades foram discutidas em setores como: Esgoto Tratado, Lixo Mínimo, recuperação da Mata Ciliar, Arborização Urbana, Educação Ambiental, Habitação Sustentável, Uso da Água, Poluição do Ar, Estrutura Ambiental e Conselho de Meio Ambiente. O Projeto trabalha a gestão ambiental compartilhada. Com essa gestão o Governo Estadual tem os municípios como fortes parceiros, tomando decisões conjuntas, estimulando ações municipais em prol do meio ambiente e da sociedade, e visando a participação da sociedade na gestão ambiental, obtendo assim a conscientizar da população, transformando-a em atores sociais comprometidos com as questões ambientais de suas cidades e o desenvolvimento sustentável – envolve participação, democratização e descentralização.

Segundo a Secretaria do meio ambiente (2009) os municípios participantes aderiram o projeto por meio da assinatura de Protocolo de Intenções, onde é estabelecida uma parceria com a Secretaria do Meio Ambiente e determinadas ações necessárias para que o município seja certificado como “Verde” e indicado pela Prefeitura um representante do município para fazer a interlocução com a Secretaria do Meio Ambiente.

Entre as ações também está à criação de um Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, COMDEMA, o qual deve ser composto por membros das entidades representativas da comunidade relativo ao Poder Público, à sociedade civil e a iniciativa privada e deve ter como objetivo assessorar o Chefe do Poder Executivo Municipal em assuntos de políticas de conservação, preservação, recuperação e defesa do meio ambiente.

Para serem certificados como município verde eles tiveram que cumprir as intenções ou diretrizes conforme figura 11.

1. Esgoto Tratado	Realizar a despoluição dos dejetos em 100% até o ano de 2010, ou, sendo financeiramente inviável, firmar um termo de compromisso com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, comprometendo-se a efetivar o serviço até o final de 2014
2. Lixo Mínimo	Eliminar até 2010 os lixões a céu aberto, promovendo a coleta seletiva e a reciclagem do lixo no município.
3. Mata Ciliar	Auxiliar o governo na recuperação das matas protetoras dos córregos e das nascentes d'água.
4. Arborização urbana	Aprimorar as áreas verdes municipais, diversificando a utilização das espécies plantadas, visando atingir 12 m <sup>2</sup> por habitante
5. Educação ambiental	Implementar um programa de educação ambiental na rede de ensino municipal, promovendo a conscientização da população a respeito dos problemas ecológicos.
6. Habitação sustentável	Definir critérios de sustentabilidade na expedição de alvarás da construção civil, restringindo o uso de madeira da Amazônia e favorecendo tecnologias de economia de água e energia fóssil.
7. Uso da água	Implantar um programa municipal contra o desperdício de água.
8. Poluição do ar	Auxiliar o governo no combate da poluição atmosférica, especialmente no controle da fumaça preta dos ônibus e caminhões a diesel.
9. Estrutura ambiental	Constituir, preferencialmente por lei, órgão próprio da estrutura executiva municipal responsável pela política de proteção do meio-ambiente e dos recursos naturais, criando nos municípios com população superior a 100 mil habitantes a Secretaria Municipal de Meio Ambiente.
10. Conselho de Meio Ambiente	Constituir órgão de participação da sociedade, envolvendo a comunidade local na agenda ambiental.

Figura 11- Diretrizes Ambientais

Fonte: Graziano (2009), Secretário do Meio Ambiente

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente (2009) com base na conformidade do cumprimento destas diretrizes, e nos resultados efetivos das ações locais, a mesma estabelecerá um Índice de Avaliação Ambiental - IAA, o qual medirá o grau de comprometimento da gestão municipal com a agenda ambiental paulista.

Conforme pode perceber no quadro acima tais diretrizes contribuirão para a qualidade ambiental – “atendimento aos requisitos de natureza física, química, biológica, social econômica e tecnológica que assegurem a estabilidade das relações ambientais no 8º ecossistema” (VALLE, 1995, p. 16) ao qual se inserem as atividades da empresa – e para a minimização dos impactos ambientais. De acordo com Donaire (1999, p.11) os problemas relacionados com ar e água, são importantes, mas tão importante quanto eles, é a degradação ambiental e seus recursos utilizados de forma irracional, devendo, portanto existir uma conscientização por parte da população e da empresa – como, a racionalização de recursos materiais, reciclagem, e outros.

Para Donaire (1999, p.23) “a conscientização Social refere-se à capacidade de uma organização de responder as expectativas e pressões da sociedade”, todavia essa não deveria ser apenas uma resposta a pressões, mas um comportamento ético e responsável da empresas.

Muitos já relacionaram pagar por aquilo que se polui, o principio do poluidor pagador, mas essa forma de se analisar, já se torna ultrapassada. A Responsabilidade Ambiental tem tomado rumos diferentes, por isso quem possui capital sempre poderá pagar pelos recursos que indevidamente utilizarão, podendo chegar a não existir recursos para se utilizar. O recurso natural não deve ser explorado de forma descontrolada, mas gerir estratégias para que as organizações tenham maneiras de conduzir as variáveis de forma eficaz, não apenas pagar para corrigir erros, mas evitar que esses erros prejudiquem a sociedade de forma geral, ou seja, trabalhar com responsabilidade social. Para Donaire (1999, p.20) essa responsabilidade ainda “implica um sentido de obrigação para com a sociedade”

Outro aspecto importante em relação às atitudes sugeridas acima é o fato delas também serem uma oportunidade de negócio. Para Tachizawa (2005) a responsabilidade social e ambiental resume-se no conceito de efetividade, como no alcance de objetivos do desenvolvimento econômico-social. Assim para o autor uma organização é efetiva quando mantém uma postura socialmente responsável, relacionando a satisfação da sociedade ao atendimento dos seus requisitos sociais, econômicos e culturais.

No caso dos Municípios Verdes, essa ação responsável pode trazer não só os benefícios de uma sociedade mais limpa e saudável, mas também benefícios econômicos. Segundo o Secretario do meio ambiente, Graziano (2009), o Governador José Serra salientou que os municípios que cumprirem a agenda obtendo o título de Município verde terão prioridade no acesso às políticas do governo.

A Secretaria do Meio Ambiente (2007) revela também que a adesão ao Protocolo do Município Verde credencia o município como prioritário na obtenção de recursos públicos do governo de São Paulo, principalmente aqueles oriundos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos, que objetiva dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos e às ações correspondentes, e oriundas do Fundo Estadual de Prevenção e Controle da Poluição, o qual é um fundo vinculado à SMA, que tem a CETESB como agente técnico, e visa financiar projetos relacionados à prevenção e controle da poluição no estado de São Paulo.

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente (2009) assinaram o Protocolo de Intenções para se tornar um Município Verde 614 municípios. Destes, 332 conseguiram preencher o Plano de Ação até o final e foram avaliados pela equipe do Projeto. Os municípios que não conseguiram preencher o Plano de Ação neste ano poderão finalizá-lo em

2010 e aqueles que ainda não aderiu ao Protocolo, poderá fazê-lo. Quanto aos municípios que já foram avaliados este ano, estes continuarão sendo no próximo.

Outra Diretriz que vale ressaltar é a que se refere à Educação Ambiental, pois a partir dela se constrói uma sociedade com sensibilidade de perceber os efeitos que a população gera no meio ao qual se vive mantendo os informados e tirando possíveis má transmissão das informações. Dessa maneira, a Educação Ambiental constitui um passo preliminar importante para a implantação da Política Ambiental de qualquer empresa que se materializará através de um sistema de Gestão Ambiental.

Segundo Morin (2008), os saberes necessários à educação do futuro não tem nenhum programa educativo, escolar ou universitário. Para ele não estão concentrados no ensino fundamental, médio e nem superior, mas abordam problemas específicos para cada um desses níveis e dizem respeito aos buracos negros da educação, ignorados, subestimados ou fragmentados nos programas educativos, que na opinião do autor, devem ser colocados no centro das preocupações sobre a educação dos jovens. Um dos saberes necessários à educação para Morin (2008) é a condição planetária, sobretudo na era da globalização. Esse fenômeno que vive hoje na era onde estamos conectados a tudo, a educação é outro aspecto que passa por diversas transformações, assim como o planeta e seus problemas, a aceleração histórica e a quantidade de informações que não conseguimos processar. As grandes contribuições que a atuação responsável traz para a solução dos problemas ambientais são seu enfoque pró-ativo, sua busca de melhoria contínua, antecipando-se á própria legislação, e sua visão sistêmica que abarca, em um mesmo programa, as preocupações com segurança, saúde ocupacional e meio ambiente. (VALLE, 1995 p.11).

A atuação responsável faz parte do dia-a-dia de cada um e deve fazer parte principalmente das organizações públicas. A busca por uma qualidade de vida por iniciativa própria é uma atitude pró-ativa como o próprio autor diz e que contribui para o crescimento da sociedade de forma geral.

## **2.4 Certificações**

### **2.4.1 ISO 14000**

A ISO 14000 ainda não é uma lei, mas uma exigência de mercado que vem dando resultados positivos ao meio ambiente.

Esta norma foi estabelecida em 1947 em Genebra e significa *International Organization for Standardization* que se caracteriza como uma organização não governamental. Está destinada a desenvolver a normalização mundial bem como facilitar a troca internacional de bens e serviços.

A ISO 14000 traz benefícios com a utilização racional dos recursos naturais, energia e desenvolvimento sustentável.

Atualmente, no mercado competitivo e turbulento em que vivemos as empresas que estiverem a favor da ecologia e tomarem providências para defendê-la, com certeza terão um grande diferencial e serão reconhecidas mundialmente como, empresas socialmente responsáveis.

As normas ISO 14000 ganharam importância no Brasil em 1991, porém a primeira publicação deu-se em 1996, através da ABNT.

A organização deve estabelecer e manter procedimentos para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados com a finalidade de determinar os que terão impacto sobre o meio ambiente.

Ratificando então, as normas ISO da série 14.000 referem-se a tudo que diz respeito ao ambiente numa organização, sendo que a ISO 14.001 é específica para orientar o desenvolvimento de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Nesse sentido, a própria norma é um plano que nos orienta a seguir alguns passos seqüenciais que, resumidamente, são os seguintes Identificar os aspectos ambientais envolvidos nas atividades da organização;

Identificar e avaliar os impactos ambientais produzidos pelas atividades da organização;

Identificar os requisitos legais quanto aos aspectos e impactos ambientais;

Estabelecer objetivos ambientais a serem atingidos;

Criar uma política ambiental para nortear as ações a serem adotadas para atingir os objetivos;

Estabelecer metas ambientais;

Identificar e selecionar as ações necessárias para se atingir as metas;

Estabelecer critérios internos;

Elaborar um plano de ação;

Prover a organização das condições e meios necessários para cumprimento dos objetivos e metas ambientais de acordo com as diretrizes estabelecidas;

Estabelecer sistemas de monitoramento e controle para possibilitar a melhoria contínua do SGA.

As demais normas da série são auxiliares para se complementar partes do sistema em diversos casos.

Contudo, as normas da série ISO 14000 podem ser agrupadas, genericamente, em dois grandes grupos: aquelas orientadas para processos (organizações) e aquelas orientadas para produtos, como pode ser verificado na Figura 12 (TIBOR; FELDMAN, 1996).

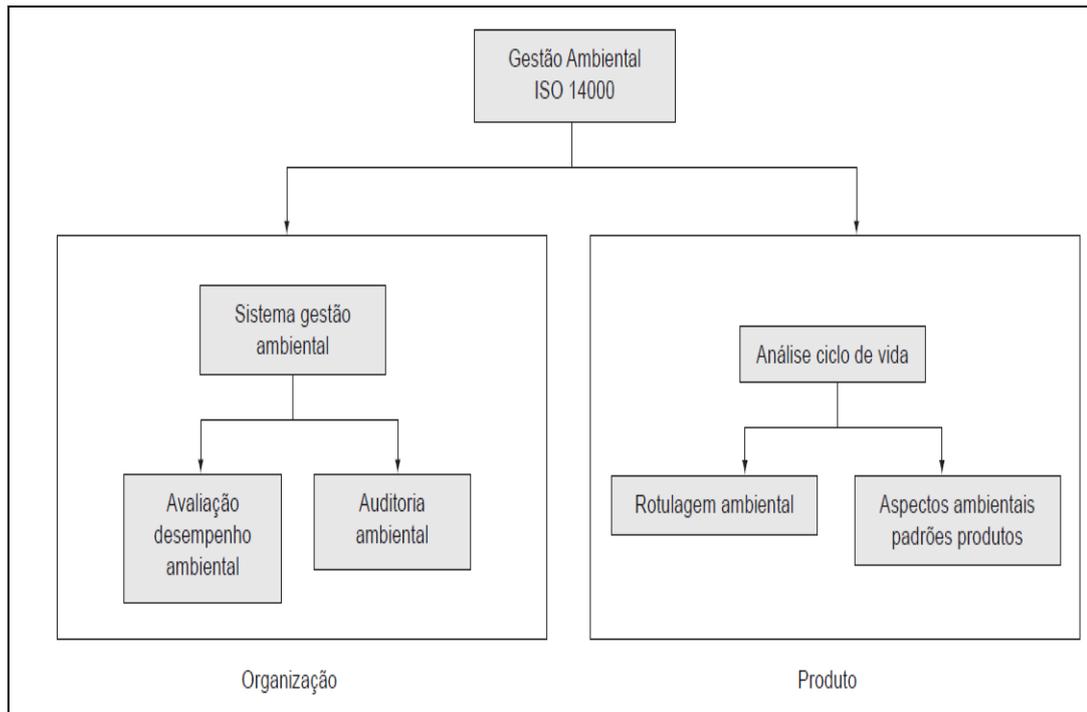


Figura 12- Divisão das normas ISO 14000 em normas orientadas para produtores e para processos

Fonte: Tibor e Feldman (1996, p.237).

#### 2.4.2 Selo verde

Dentre os diversos assuntos tratados no campo da logística, a logística reversa tem ganhado evidência devido às constantes exigências do mercado. Todos os problemas que envolvem a questão ambiental têm abrangência mundial independente de cultura ou segmento de mercado. Atualmente as grandes preocupações do setor empresarial não se limitam apenas a fatores econômicos e estruturais. A preocupação com as questões ambientais acabam surtindo efeito diretamente no fator econômico das empresas, tornando-se ponto crucial no que se refere à competitividade: a lucratividade e a rentabilidade das empresas são fortemente influenciadas pela capacidade de antecipar e reagir frente às mudanças sociais e políticas, sendo um fator de grande decisão na atualidade.

Sua importância já é percebida até nas estratégias, de início, pensadas e colocadas como fator influenciador e decisivo.

Para amenizar esses impactos trazidos pelas discussões sobre o tema, as instituições públicas ou privadas têm implantado sistemas de gestão ambiental e logística reversa, utilizando-o como ferramenta de prática para integrar meio ambiente e produção de produtos e serviços. Tal implantação traz resultados como: menores riscos de multas, aumento de competitividade e melhoria na imagem organizacional. Essas instituições têm trabalhado com uma visão estratégica para os resultados – Precisam ser socialmente responsáveis, buscando geração de valor para ela própria e para os outros que se encontram inseridos em seu contexto.

Essa preocupação mundial com as questões ambientais obriga, não só as empresas do setor privado, mas também as organizações públicas a repensar seus modelos e buscar soluções que possam contribuir positivamente para a gestão ambiental. Exige-se cada vez mais das organizações uma postura responsável em relação ao meio ambiente e é neste contexto que as Prefeituras devem intensificar seus esforços para a prevenção e conservação do meio ambiente.

Quando alguns trabalhos são desenvolvidos ou até mesmo quando novas construções são realizadas no município, há a necessidade de encontrar novos espaços que possam receber áreas verdes. Muitas vezes esses lugares são escolhidos de forma inadequada e conseqüentemente acabam trazendo riscos ao meio ambiente. Assim sendo, esse trabalho, objetiva mostrar a implantação de um projeto que se preocupa com a preservação do meio e com os pré-requisitos que o a Secretaria o Meio Ambiente transcreveu no projeto, denominado “Município Verde”, que possibilita o comprometimento dos gestores públicos e de toda a população.

Para os Municípios que recebem o título de Município Verde, a Preservação do Meio Ambiente deve ganhar uma atenção ainda maior. Se o município não se preocupa com questões ambientais como: desmatamento, poluição do ar e de rios, fauna, resíduos sólidos e saneamento básico, deixarão visível para as pessoas que não há uma gestão voltada para o ambiente, tornando um mau exemplo para os cidadãos. Assim, faz-se necessário um questionamento: Qual a importância dos municípios que levam o título de Município Verde?

#### **a. Interligação entre desenvolvimento sustentável e gestão ambiental**

A expressão desenvolvimento sustentável estabelece que o atendimento das necessidades do presente não pode comprometer a capacidade das futuras gerações atenderem as suas necessidades (SEIFFERT, 2005).

A capacidade de atender a sociedade sem comprometer as futuras gerações é uma visão otimista considerando a realidade atual. Mas independente disso deve-se não apenas aceitar, mas mudar a situação através da ação de cada indivíduo. Garantir que as futuras gerações tenham uma boa qualidade de vida faz parte das variáveis que vem aparecendo cada vez mais, com novidades de mercado que influencia a rotina das organizações.

O desenvolvimento sustentável introduz uma dimensão ética e política que considera o desenvolvimento como um processo de mudança social, com conseqüente democratização do acesso aos recursos naturais e distribuição equitativa dos custos e benefícios do desenvolvimento para uma harmonia entre os agentes econômicos para uma possível produção eco-eficiente. Assim, o desenvolvimento é considerado sustentável quando obrigatoriamente envolve as esferas ecológicas, econômica e social, conforme figura abaixo.

Desenvolvimento	Descrição
Ecológico	Caracterizado pela conservação dos ecossistemas e pelo manejo racional do meio ambiente e de recursos naturais
Econômico	Estimula atividades produtivas razoavelmente rentáveis, preocupada com a qualidade da vida do que com a quantidade da produção, que tenham relativa permanência no tempo.
Social	As atividades e o conteúdo dos processos de desenvolvimento são compatíveis com valores culturais e expectativas das sociedades. Existe uma base de consenso entre os atores sociais participantes que permite controlar as decisões e as ações que afetam seu destino

Figura 13- Desenvolvimento Sustentável

Fonte: Valverde (2005, p. 84).

Os conceitos relacionados abaixo facilitam o entendimento sobre desenvolvimento sustentável, apesar de cada um possuir significados distintos, juntos produzem efeitos que possibilitaram crescimento e influencias no mercado no qual está inserido:

Conceitos	Descrição
Desenvolvimento	Compreende por um estagio econômico, social e político de determinada comunidade, caracterizado por altos índices de rendimento dos fatores de produção, ou seja, pelos recursos naturais, o capital e o trabalho.
Crescimento	Está correlacionado com a expansão da escala das dimensões físicas do sistema econômico.
Sustentável	Possui dois significados: O primeiro estático, que é “impedir que caia, suportar, apoiar, conservar, manter e proteger”, e o segundo significado é dinâmico e positivo: “favorecer, estimular, incitar e instigar”.

Figura 14- Conceitos de desenvolvimento sustentável

Fonte: Seiffert (2005, p. 20-21).

Quando se parte da idéia que os recursos naturais são esgotáveis presume-se que a continuidade da sobrevivência humana depende de soluções cabíveis a realidade do mundo.

Segundo Valverde (2005) o desenvolvimento sustentável é umas das várias manifestações da cultura que invade a vida cotidiana como um reflexo de cidade virtual-tecnológica, com seus jogos de comunicação e suas máquinas cada vez mais especializadas.

Muitas instituições já se mostram adaptáveis a realidade do mundo, buscando, mesmo que letamente, atender o mercado sem prejudicar o meio em que esta inserida. Ante a essa realidade é importante entender também o que é gestão ambiental. Otero (2008), fomenta que, Gestão Ambiental é o sistema que inclui a estrutura organizacional, responsabilidades, práticas, procedimentos processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental - O que a instituição faz para minimizar os efeitos negativos que a mesma provoca no ambiente.

Para que as instituições privadas ou públicas possam visualizar com mais clareza a questão ambiental, necessitam incorporar no seu planejamento estratégico e operacional, objetivos compatíveis com uma adequação ou uma compatibilidade com o objetivo ambiental e os demais objetivos havendo assim uma interação entre os mesmos proporcionando melhoria continua, aumentando seu espaço de atuação perante o mercado e a flexibilidade suficientes para se adaptar as mudanças que podem ocorrer no ambiente. Embora muitas teorias foram formadas para auxiliar na Gestão Ambiental, faz-se ainda necessário compreender que ocorre uma variação da qual a melhor maneira de gerir seu negocio é fazendo com que a maneira de se administrar seja distinta de empresa para empresa. As teorias devem ser adaptadas com a realidade de cada empresa, diminuindo assim riscos e transtornos futuros.

Segundo Filho (2001, p.154) ao tempo em que crescem as expectativas de cada cidadão em relação às questões ambientais, crescem suas exigências como consumidor.

Portanto, as exigências do mercado já é uma realidade que influencia o mundo, sendo assim, as ações tomadas em determinadas regiões possivelmente terá um retorno significativo nas estratégias futuramente adotadas.

Para Segundo Filho (2001, p.154) encontramos que os impactos ambientais são causados pelas atividades humanas, conforme discorre:

Essa crescente preocupação com os impactos ambientais, qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente é causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente afetem a segurança, saúde e bem-estar, atividades sócio-econômicas, biota, condições estéticas e sanitárias e qualidade dos recursos ambientais.

Ratificando, encontramos Valle (1995 p.11) que discorre sobre o controle e a redução destes impactos:

“Tem sido indutoras de novas ferramentas e métodos que visam a auxiliar na compreensão, no controle e na redução destes impactos. Para o autor a análise do ciclo de vida, dessas ferramentas, considera o impacto ambiental desde a extração da matéria primas até o uso e a disposição final do produto.”

Segundo Seiffert (2005) a gestão ambiental é um processo adaptativo e contínuo, por meio do qual as organizações definem, e redefinem, seus objetivos e metas relacionadas á proteção do ambiente, a saúde de seus colaboradores, bem como clientes e comunidade, além de selecionar estratégias e meios para atingir estes objetivos.

Quando se fala em processo adaptativo entende-se que nem sempre as estratégias e objetivos hoje definidos serão sempre as melhores decisões. Sendo assim as organizações tem que estar atentas, pois mudanças são freqüentes e afetam diretamente e indiretamente cada passo que se pretende dar, tornando, portanto uma relação de ambiente e empresa.

É importante lembrar também que a gestão ambiental não se faz apenas com a alta administração. As políticas e programas criados neste sentido necessitam também de integração. As suas políticas bem como as práticas ambientais não podem ser estagnadas, já que o mercado sofre diversas influências do micro e macroambiente além de se tornar cada vez mais aberto às mudanças e mais competitivo. Essa influência faz com que as empresas, independente de seu ramo de atividade, se preocupem mais com o controle e os impactos ambientais: desenvolvendo processo de melhoria contínua, educação ambiental, treinamento e motivação de pessoal, produtos e ações que repercutirão na sociedade – o que se tornou de grande importância é como as empresas irão atuar dentro do mercado ao qual está inserido e de que forma contribuirá para com a sociedade.

De acordo com Donaire (1999, p.154) o impacto da variável ecológica na estratégica da organização está ligado diretamente ao seu potencial de poluição. Esse ponto de vista é de

real importância já que as mudanças sociais, culturais e principalmente as mudanças ambientais estão diretamente ligadas com o retorno da empresa, seja ele um retorno financeiro, na maioria das situações, ou um bem pela sociedade. Considerando que a importância e os benefícios da preocupação ambiental esta cada dia mais evidente para as empresas. Os desenvolvimentos das atividades ligadas a área ambiental em algumas empresas já contam com a participação direta de um profissional da área. Os empresários já se fazem conscientes de que as questões ambientais não são apenas exigências de lei, mas uma questão de própria sobrevivência.

Para Donaire (1999) essa discussão da situação da empresa e o desenvolvimento de cenários futuros resultarão em novos direcionamentos e planos que permitirão tirar vantagens das oportunidades possíveis, bem como prevenirem as ameaças potenciais, manter os pontos fortes e minimizar ou eliminar os pontos fracos. Esse pensamento de Donaire refere-se ao aspecto ambiental, que uma das suas vantagens pode ser associada na identificação de ameaças e oportunidades, na incorporação da gestão ambiental em sua organização.

Para Valverde (2005) não basta apenas produzir muito e melhor, a eficiência ambiental de produtos, processos e serviços é uma característica que todas as empresas conectadas a um mercado globalizado devem buscar, visando melhorar sua imagem, elevar sua lucratividade e adquirir novas fatias de mercado.

Demonstrando então, que as organizações devem procurar se adaptar ao mercado, tendo consciência das suas responsabilidades e buscando a qualidade, adquirindo assim capacidade de disputar uma fatia de mercado neste ambiente extremamente competitivo.

De acordo com Otero (2008) as empresas experientes identificam resultados econômicos provenientes do estratégico e do engajamento da organização na causa ambiental.

Estes resultados não se viabilizam de imediato, há necessidade de que sejam corretamente planejados e organizados todos os passos para a interiorização da variável ambiental na organização para que ele possa atingir o conceito de excelência ambiental, trazendo com isso, vantagem competitiva.

Os controles empresariais já demonstram estar conscientizado da importância da gestão ambiental responsável levando em consideração as oportunidades econômicas e o significado de desenvolver uma gestão que produza vantagens para a própria empresa e sem dúvida para a sociedade a qual esta inserida, contribuindo para um desenvolvimento sustentável que garanta o futuro das próximas gerações promovendo melhoria continua a longo tempo, aplicando a melhor logística e a logística reversa em todos os processos.

## 2.5 Logística

A Logística nos dias atuais é uma área de extrema importância, tendo como principal objetivo reduzir o tempo entre o pedido, a produção e a demanda, de modo que o cliente receba seus bens e serviços no momento que desejar, com suas especificações pré-definidas, o local determinado e, principalmente, o preço acordado. Christopher (1999, p.2) define logística como:

“A logística é o processo de gerenciar estrategicamente a aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, peças e produtos acabados (e os fluxos de informação correlata) através da organização e seus canais de marketing, de modo a poder maximizar as lucratividades presente e futura através do atendimento dos pedidos a baixo custo”.

Até o início dos anos 80 as empresas possuíam vários departamentos independentes para atender a demanda de seus clientes, tais como: produção, armazenagem, vendas, contabilidade, transporte, entre outros, mas não possuíam um departamento que se preocupasse com a interação destes departamentos para não só atender as necessidades de seus clientes, mas superar as expectativas dos mesmos.

De acordo com Couto *at al.*(2004) com passar do tempo, os clientes passaram a ficar cada vez mais exigentes. Os principais fatores que contribuíram para essa transição foram:

- **Globalização:** que, conseqüentemente, gerou muita concorrência e a partir disso os clientes passaram a ter várias opções de marcas de um mesmo produto e a demandar produtos de maior qualidade com menor custo possível.

- **Tecnologia e sofisticação:** Os clientes passaram a demandar produtos cada vez com mais tecnologia e sofisticação, conseqüentemente as empresas tiveram que se moldar às novas exigências dos diversos públicos-alvo. Por isso, as empresas inseriram o setor de logística para integrar todos estes setores em prol de atender o cliente de forma rápida frente à concorrência.

Para Brimer *apud* Mancia (2005), logística é um serviço de atendimento ao consumidor, uma atividade de apoio ao produto que afeta o lucro da companhia, o custo e a satisfação do usuário final do produto. A eficiência dessa utilidade organizacional tem efeito direto nas outras atividades associadas com o produto. Tão importante é este serviço que estruturas organizacionais inteiras são estabelecidas para apoiar as funções da logística.

O objetivo principal da logística é reduzir os custos e maximizar os lucros da organização. Este objetivo é alcançado através da agilidade de informação e flexibilização no

atendimento de entrega dos produtos aos consumidores. Para Ching *apud* Campos(2006), a logística representa um fator econômico em virtude da distância existente tanto dos recursos (fornecedores), como de seus consumidores, e esse é um problema que a logística tenta superar. Se ela conseguir diminuir o intervalo entre a sua produção e a demanda, fazendo com que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem e na condição física que desejar, é comprovado que ambas ganharam.

De maneira sucinta, Novaes *apud* Filho (2005) argumenta que a logística atual procura alcançar:

- O cumprimento integral dos prazos previamente acertados, ao longo de toda cadeia de suprimento;
- A integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa;
- A integração (parcerias) com fornecedores e clientes;
- A otimização global, envolvendo a racionalização de processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimento;
- A satisfação plena do cliente, mantendo o nível de serviço pré-estabelecido e adequado.

Para Imam *apud* Sousa. (2002) um processo logístico efetivo é essencial para satisfazer o cliente e ganhar vantagem competitiva. Melhorar a qualidade do serviço que a logística fornece aumenta a satisfação do cliente e apóia a sua lealdade. Isso, por sua vez, leva ao aumento da participação do mercado e a maior margem de lucro. Ao mesmo tempo, focaliza as reais necessidades do cliente e elimina custo de serviço não valorizado. Melhorar a produtividade do processo logístico também reduz custo. Juntas, essas ações ajudam a tornar os produtos e serviços mais atraentes no mercado.

Embora a maior parte das empresas veja a logística como o gerenciamento do fluxo de produtos dos pontos de aquisição até os clientes, para tantas outras existe um canal logístico contrário que também deve ser gerenciado. A vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com a sua entrega ao cliente: os produtos tornam-se obsoletos, danificam-se ou estragam e, segundo as atuais leis ambientais, devem retornar a seus pontos de origem para conserto ou descarte. Esse processo “invertido” é chamado de Logística Reversa, um dos focos principais do presente trabalho e que será conceituado e discutido em detalhes na seqüência.

### ***2.5.1 Logística Reversa***

Segundo Leite (1999), a logística reversa tem sido citada com frequência e de forma crescente em livros modernos de logística empresarial, em artigos internacionais e nacionais, demonstrando sua aplicabilidade e interesse em diversos setores e apresentando novas oportunidades de negócios na cadeia de abastecimento reverso.

De acordo com Rogers e Tibben-Lembke (1999, p.50) a Logística Reversa é definida como:

“Processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques de processo, produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino”.

Para Carneiro (2002), o aperfeiçoamento da sociedade e a competição entre as empresas deram origem a Logística Reversa. Gradativamente, novas e sofisticadas leis ambientais vêm obrigando as empresas a serem responsáveis pelo ciclo completo do produto e pelo impacto que estes causam no meio ambiente. Ao mesmo tempo, grupos ecológicos têm pressionado para que sejam desenvolvidas e aperfeiçoadas as leis e as regulamentações pertinentes. Hoje, a busca de vantagem competitiva em custos por parte das empresas e a oferta de serviços adicionais dos produtos aos clientes faz com que as soluções da logística reversa apresentem formas inteligentes de redução de custos, com aumento de sua competitividade.

O termo logística reversa se refere então ao papel da logística na devolução de produtos, redução de materiais e energia, reciclagem, substituição e reutilização de materiais, tratamento de resíduos, substituição, concerto ou remanufatura. Sob o ponto de vista da engenharia, a logística reversa é um modelo de negócio sistêmico que aplica os melhores métodos de engenharia e administração logística na empresa, de forma a fechar lucrativamente o ciclo da cadeia de suprimentos (STOCK, 2001).

No ciclo apresentado na figura 15 demonstra algumas fases que os produtos ou materiais passam para chegar ao consumidor final e o caminho percorrido para retornar ao ciclo produtivo através do processo logístico reverso.

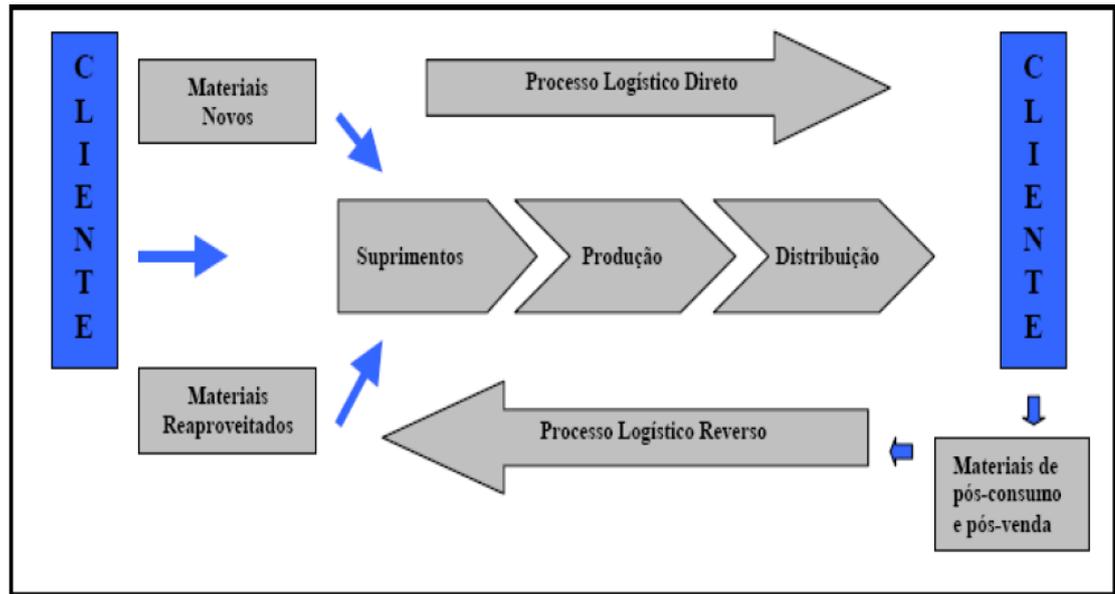


Figura 15- Processo logístico reverso

Fonte: Adaptado de Rogers & Tibben-Lembke, 1999

As atividades da logística reversa variam desde a simples revenda de um produto até processos que abrangem etapas como: coleta, inspeção, separação, levando a uma remanufatura ou reciclagem. A logística reversa envolve todas as operações relacionadas à reutilização de produtos e materiais, na busca de uma recuperação sustentável. Como procedimento logístico, trata também do fluxo de materiais que retornam por algum motivo (devolução de clientes, retornos de embalagens, retorna de produtos e/ou materiais para atender à legislação, entre outros). A logística reversa não trata apenas do fluxo físico de produtos, mas também de todas as informações envolvidas nesse processo.

Leite (2003) afirma que, depois de algumas evoluções nos conceitos, a logística reversa pode ser definida hoje como a área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós venda e de pós-consumo ao ciclo de negócios ou ao ciclo produtivo, por meio dos canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outros.

O Council of Logistics Management – CLM (2001, p.2), define a logística reversa como:

“A Logística Reversa é definida como a parte do processo da cadeia de suprimento que planeja, implementa e controla de modo eficiente e eficaz o fluxo direto e reverso e o estoque de bens, serviços e informação entre o ponto de origem e o ponto de consumo com o propósito de atender os requisitos dos clientes”.

Para Fernandez (2003), logística reversa é a administração de qualquer tipo de item (usado ou não, produtos acabados ou apenas componentes, partes ou materiais) que, por

diferentes razões, são enviados, na cadeia de suprimentos, por algum membro para qualquer outro anterior na mesma cadeia. Além disso, fluxos ocorridos fora da cadeia original, estão também inclusos, desde que envolvam atividades de reparo e recuperação que adicionam valor ou material.

O conceito de logística reversa foi evoluindo ao longo das últimas décadas, não só enquanto definição, como também no que diz respeito às atitudes e à sua abrangência; de seu início quando era vista apenas como uma distribuição passou a ganhar importância e a se fazer presente com mais responsabilidade em todas as atividades logísticas relacionadas aos retornos de produtos.

Da literatura revisada pode-se perceber que não há consenso sobre a definição de logística reversa. Encontram-se definições que se sobrepõem, outras que fornecem apenas uma visão parcial e algumas ainda que chegam a ser contraditórias. A definição de Fernandez (2003) engloba todas as possibilidades de retorno, se tornando bastante completa e atual.

Dowlatshahi *apud* Filho (2005) elenca dentro de uma visão holística, onze pontos determinantes que devem ser cuidadosamente avaliados para garantir o sucesso da implementação da logística reversa em uma empresa. O autor divide o conjunto de pontos em dois grupos, o composto por fatores estratégicos e o composto por fatores operacionais. O primeiro grupo é composto pelos fatores: custos, qualidade, serviço ao cliente, meio ambiente e legislações. O segundo grupo é composto pelos fatores: análise custo x benefícios, transporte, armazenagem, remanufatura e reciclagem, gerenciamento do suprimento e embalagens. O mesmo argumenta que essa visão holística da logística reversa é, segundo seu ponto de vista, essencial para sustentar a estratégia dos negócios de forma lucrativa.

Para Arima e Battaglia (2003, p.70-76), uma logística reversa eficiente depende de alguns fatores, quais sejam:

- A possibilidade de visualização fácil dos ganhos financeiros obtidos com investimentos no canal reverso, através da recuperação financeira de materiais antes considerados “perdidos” ou da revenda para mercados secundários;
- O estabelecimento de um centro de retorno centralizado, com a concentração dos recursos operacionais e técnicos usando, por exemplo, a consolidação de fretes ou coletas de retorno, visando melhorar o contato e o nível de serviço oferecido ao cliente;
- O bom desempenho do sistema de informações, estas devendo estar disponíveis (quase que) imediatamente para todos os participantes da cadeia reversa;

- A adoção de tecnologias eficientes capazes de agilizar o processo de coleta e transmissão de dados sem erros;
- O constante treinamento dos recursos humanos ligados diretamente às atividades de logística reversa;
- A boa administração dos recursos financeiros, tentando incorporar os ativos envolvidos e com o tempo reduzi-los.

Em geral a logística reversa envolve as atividades necessárias para a recuperação, transporte e disposição dos produtos que são movimentados a partir do consumidor, incluindo em todo processo.

De acordo com o RLEC - *Reverse Logistics Executive Council* (2004) as tarefas da logística reversa incluem:

- processar a mercadoria retornada por razões como dano, sazonalidade, reposição, *recall* ou excesso de inventário;
- reciclar materiais de embalagem e reusar contêineres;
- recondicionar, remanufaturar e reformar produtos;
- dar disposição a equipamentos obsoletos;
- tratar materiais perigosos; e
- permitir recuperação de ativos

Dessa forma, a logística reversa passou a ter uma atuação mais ampla, passando também a controlar varias atividades ligadas ao fluxo reverso.

De acordo com Campos (2006) a atuação da logística reversa pode ser observada em circunstancias como:

- retorno de mercadorias, devoluções por problemas relativos à garantia ou à qualidade;
- retorno de embalagens e/ou materiais de auxilio no transporte, o que se dá, por exemplo, com as embalagens secundarias e terciárias, como *paletes* e engradados de cerveja;
- retorno de estoque, ocorridos em razão de erro de expedição, excesso de estoque, mercadorias em consignação, liquidação de estação de vendas, pontas de estoque, eliminação de materiais obsoletos, etc.;
- "limpeza" dos canais de distribuição, apos o ciclo de vida do produto;
- *recall*, em razão de devoluções por motivos legais ou por diferenciação do serviço os clientes;

- substituição de componentes, para manutenção e consertos ao longo da vida útil de determinados produtos;
- programa de reciclagens;
- Recolhimento de materiais perigosos ao ambiente e/ou às pessoas, exigido por lei, como e o caso de pilhas e baterias ou lixo hospitalar;
- Recuperação de ativos em poder de clientes ou parceiros.
- Fim de vida-útil do produto que será encaminhado a desmanche, reciclagem ou disposição final.

Muitas vezes a logística reversa é aplicada por varias razões, o que a curto prazo pode ser apenas eticamente correto, mas praticada a longo prazo pode se tornar economicamente rentável.

### ***2.5.2 Importância da Logística Reversa***

A atenção dada à logística reversa aumentou muito nas ultimas décadas. Atualmente muitas empresas já buscam a logística reversa como um diferencial e para tanto vêm atuando cada vez mais nas atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens.

Lacerda (2003) argumenta que alguns dos motivos para que isso aconteça são:

**1) As questões ambientais**, com uma nova legislação ambiental que responsabiliza a empresa por todo ciclo de vida de seus produtos, principalmente no que diz respeito ao destino dos produtos após a entrega aos clientes e ao impacto que estes produzem no meio ambiente; além disso, com o aumento da consciência ecológica dos consumidores que procuram produtos de empresas que estejam preocupadas em reduzir os impactos negativos de sua atividade ao meio ambiente, com uma visão ecologicamente correta; (**grifo nosso**)

**2) A concorrência cada vez mais acirrada**, fazendo com que as empresas busquem normas de diferenciação por serviço. Uma boa política de logística reversa mostra aos clientes o quão mais liberal a empresa pode ser quando se trata de questões de retorno de produtos, já que existem possibilidades de obtenção de produtos danificados e as leis de defesa dos consumidores garantem o direito de devolução ou troca de produtos com problemas; (**grifo nosso**)

**3) A redução de custos pela adoção da logística reversa**, podendo trazer consideráveis retornos para as empresas. Economias com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para produção têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas. Além disto, os esforços em desenvolvimento e

melhorias nos processos de logística reversa podem produzir também retornos consideráveis, que justificam os investimentos realizados. **(grifo nosso)**

A logística reversa representa uma porção significativa de custos da Logística. Porém, é difícil determinar a dimensão da atividade da logística reversa porque a maioria das companhias não levanta custos da logística reversa cuidadosamente. Em 1997 os custos nos EUA eram de aproximadamente US\$ 35 bilhões (ROGERS e TIBBEN-LEMBKE, 1999).

Essa estimativa não inclui o custo de administração dos processos, nem tampouco os custos dos processos de transformar bens inutilizáveis em utilizáveis, apenas inclui os gastos de manuseio, transporte e processamento do retorno.

De acordo com Lacerda (2002), há um certo desconhecimento do custo da logística reversa sobre o lucro da empresa e a custo da logística na sua totalidade, então à medida que desconhecem o quanto estão perdendo, ou deixando de ganhar não há razão para empreender muitos esforços com a operação da logística reversa.

De acordo com Grisi *apud* Campos (2006), podemos estimar os custos para o Brasil seja algo em torno de US\$ 4 bilhões/ano, porém sabendo que os números carregam uma dose não quantificável de imprecisão.

Para Morton *apud* Mancia (2005), um melhor gerenciamento da logística reversa se paga com um aumento da satisfação do cliente. O custo dos retornos de produtos aos fornecedores norte-americanos supera US\$ 100 bilhões a cada ano. Pequenas empresas de logística em desenvolvimento empregam esforços procurando modos para ganhar maior controle do processo reverso. Nenhum segmento da indústria experimenta o fluxo reverso como o de varejo, e esse fato é até mais comum em varejistas on-line. Em media, são devolvidos 20% dos produtos de um varejista.

A pesquisa de Rogers e Tibben-Lemle (1999) mostra que as empresas estudadas consideraram a logística reversa, em media, como aproximadamente 4% dos custos totais com logística. Então, pode-se notar que a quantia global da atividade de logística reversa na economia é grande e continua crescente.

A maioria dos membros da cadeia de suprimentos acredita que o retorno de produtos é o aspecto mais importante na logística reversa. Porém, as atividades de logística reversa vão, além disso, contemplam o *recall* de produtos, o fim do aluguel de produtos, a obsolescência de produtos que necessitam ser substituídos, materiais de embalagens e muitos outros itens (STOCK, 2001).

A logística reversa representa o começo de muitos produtos. Permite que os produtos sejam reciclados e reempacotados. Entretanto, para atingir essa meta, as organizações

precisam tratar a parte reversa do processo logístico com a mesma seriedade e ponderação que a parte da logística direta recebe e integrar as duas (RITCHIE *apud* Mancia, 2005).

As empresas estão começando a reconhecer a importância de sistemas eficientes de logística reversa e a perceber que um sistema de logística reversa eficiente pode transformar processos de retorno, habitualmente complexos e custosos, em uma vantagem competitiva (DAGA *apud* CAMPOS, 2006).

A maneira pela qual o processo de logística reversa é planejado e operacionalizado apresenta maior ou menor eficiência, e Lacerda (2004) aponta alguns fatores críticos que influenciam a eficiência do processo de Logística Reversa.

#### **a) Bons Controles de Entrada**

A primeira etapa da logística reversa é definir o destino dos produtos. Os controles de entrada devem separar os produtos que apresentam defeitos daqueles que estão em perfeito estado e foram retornados sem uma razão clara. Essa é a única maneira de fazer com que os produtos sigam o fluxo reverso correto ou impedir tal fluxo quando necessário.

De acordo com Rogers e Tibben-Lembke (1998), um bom controle de entrada é o primeiro fator crítico para tornar todo o fluxo reverso administrável e lucrativo.

#### **b) Tempo de ciclo reduzidos**

O tempo de ciclo é o período entre o início e o término do processo de um produto, incluindo as decisões sobre retorno do produto, movimentação e processamento. Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1998), regularmente, quando um material volta ao centro de distribuição, não é clara nem a razão de ele estar ali, nem do que deve ser feito com ele, fato que muitos casos aumentam o tempo de ciclo, em razão da dificuldade da tomada de decisões, que não se fundam em regras claras. Com grande frequência, os retornos são tomados como exceções. Além do mais, na maioria das empresas, não há incentivos para reduzir esses ciclos, contrariamente do que ocorre na logística direta. Ciclos de muita duração adicionam custos desnecessários, além de envolverem ocupação de espaço que poderia ser usado em alguma outra atividade.

Fatores que levam a altos tempos de ciclo são controles de entradas ineficientes, faltas de estrutura (equipamentos, pessoas) dedicada ao fluxo reverso e falta de procedimentos claros para tratar as "exceções", que são, na verdade, bastante frequentes (LACERDA, 2002).

#### **c) Sistemas de informação**

Para se conseguir um bom sistema de logística reversa é necessário ter informações de qualidade, que permitam o rastreamento de retornos, medição dos tempos de ciclo, avaliação do desempenho de fornecedores. A partir do processamento dessas informações, é possível

conquistar melhor desempenho. Em razão da irregularidade dos processos do fluxo reverso, o sistema de informação deve ser altamente flexível.

Segundo Lacerda (2002) praticamente inexistem no mercado sistemas capazes de lidar como os níveis de variações e flexibilidade exigidos pelo processo de logística reversa. Os bons sistemas existentes foram desenvolvidos dentro das empresas que os utilizam.

#### **d) Rede logística planejada**

Para a implementação de processos logísticos reversos adequados, a rede logística deve ser planejada, sendo que cada um dos integrantes do sistema deve ser estudado. Os pontos de coleta, as instalações de processamento e armazenagem, os pontos de destino final devem ser escolhidos para serem ligados ao sistema de transporte disponível, e de forma eficiente.

Segundo Campos (2006) muitas vezes as empresas utilizam as mesmas instalações para o fluxo direto e o reverso, o que pode causar complicações. Uma razão disso é o fato de que o fluxo reverso não é a atividade principal e acaba sendo relevado, tratado com menos importância, com prejuízo em seu desenvolvimento.

#### **e) Relações colaborativas entre clientes e fornecedores**

Em razão das incertezas nos fluxos de retorno, a coordenação e colaboração entre os membros da cadeia de suprimento são essenciais para estabelecer o fluxo dos produtos e troca de informações com sucesso. Apenas fundamentadas em relações colaborativas, boas práticas de logística reversa poderão ser implementadas.

Antes de se verificar os fatores críticos para o bom desempenho da logística reversa, é importante que as empresas se esforcem para evitar a ocorrência de retornos não planejados.

Para que se tenha algum controle sobre retornos não planejados, muitas medidas podem ser tomadas, desde testes para garantir a qualidade dos produtos, passando por uma estrutura mais avançada de serviço de atendimento ao cliente como *call centers*, até mesmo o estabelecimento de políticas de retorno com os distribuidores.

A realização de pesquisa operacional deverá remeter resultados, demonstrando se é compensador financeiramente, economicamente e socialmente a aplicação de logística reversa na construção civil.

### **2.5.3 Natureza da Pesquisa**

Silva E. L. e Menezes (2001) destacam duas classificações quanto à natureza da pesquisa: pesquisa básica e pesquisa aplicada. A pesquisa básica tem como propósito gerar

conhecimentos novos, os quais contribuem para o avanço da ciência, porém sem uma previsão de quando será possível aplicá-la na prática; outrossim, em geral esses conhecimentos envolvem verdades e interesses universais.

O presente trabalho enquadra-se na pesquisa aplicada, busca gerar conhecimentos que sejam úteis para solução de problemas específicos, em outras palavras, aplicações práticas direcionadas e focadas em verdades e interesses locais. O intuito dessa pesquisa aplicada é investigar as atividades da logística reversa na construção civil, e suas vantagens no que se refere aos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Richardson *apud* Araújo, F.(2007) afirma que o método qualitativo tem por finalidade descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais e possibilitar o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

Visando alcançar maiores informações sobre a problemática do custo das construções de habitações para moradores de baixa renda, realizando então, pesquisa qualitativa que assim se caracteriza por ser descritiva, sem o uso de métodos e técnicas estatísticas, tendo o ambiente natural como fonte de dados e o pesquisador como instrumento-chave. Além disso, do ponto de vista dos procedimentos técnicos é considerado como estudo de caso, pois envolve o estudo detalhado de um dos poucos objetos de maneira que se permita um conhecimento profundo (GIL *apud* DIRENE, 2003).

Para se fundamentar melhor essa pesquisa como qualitativa terá como procedimento a coleta de dados e o cruzamento dos mesmos.

## **2.6 Pesquisa Operacional**

Neste contexto, faz-se mister o uso de ferramentas que facilitem o processo de tomada de decisões gerenciais, como a Pesquisa Operacional.

De maneira geral, conforme Andrade (1998), todas as disciplinas que constituem a pesquisa operacional se apóiam em quatro ciências fundamentais: economia, matemática, estatística e informática. Pode-se direcioná-la a três diferentes focos, dependendo da necessidade: aplicabilidade gerencial (aspectos econômicos e administrativos); métodos matemáticos e estatísticos para a obtenção das soluções; construção de modelos e algoritmos computacionais.

Pesquisa Operacional é um método científico de tomada de decisões, que, em linhas gerais, consiste na descrição de um sistema organizado com o auxílio de um modelo e, através da experimentação com o modelo, na descoberta da melhor maneira de operar o sistema (SILVA et al., 1998, p. 11).

Conforme Goldberg (2002), a pesquisa operacional baseia-se na criação de modelos matemáticos para resolução de problemas reais e pode-se dividir em dois grupos: programação linear e programação não-linear.

A programação linear (PL) pode ser aplicada nas mais diferentes áreas. Para Moreira (1998, p. 39). “A programação linear caracteriza-se pela maximização ou minimização de alguma combinação de variáveis, que pode ser a venda de dois ou mais produtos ou seu custo de fabricação”. Consiste na solução de um sistema de equações lineares de 1º grau representados por uma reta e busca a solução ótima (máximo ou mínimo) do problema. A PL é muito utilizada para auxiliar os administradores na tomada de decisões.

[...] estudos estatísticos tem mostrado que a PL é hoje uma das técnicas mais utilizadas da pesquisa operacional. É comum encontrar aplicações de PL fazerem parte de rotinas diárias de planejamento das mais variadas empresas, tanto nas que possuam em uma sofisticada equipe de planejamento como nas que simplesmente adquiriram um software para algumas funções de planejamento (PRADO, 1999, p.15).

De acordo com Prado (1999), problemas de programação linear são resolvidos com a ajuda de computadores, mais precisamente, com a utilização de softwares. Entre os existentes, conforme Montini (2004) destaca-se o Solver, devido à facilidade de utilização e por estar disponível a todos os usuários do Excel. Ainda, conforme Montini (2004) o Excel é uma poderosa ferramenta capaz de realizar cálculos e sistematizar dados, e vai além de construir planilhas de controle de despesas domésticas ou relatórios sobre um projeto. Possibilita integrar e automatizar sistemas inteiros de gerenciamento de empresas e indústrias.

Portanto, a variável transporte permite levantar alguns itens como, elaborar o custo de transporte e quais as variáveis que estão inseridas nesse contexto. Por exemplo: (1) Distância da Olaria até o comerciante e do comerciante até a obra do cliente. (2) Tipo de Caminhão ser utilizado. (3) Tipo de Estrada (pedagiada ou não). (4) Custo do Combustível e Óleo utilizado no transporte.

A realização desse projeto está atrelado à aplicação de pesquisa operacional para a otimização dos recursos e processos e na minimização dos recursos. É importante ressaltar que muitas outras tecnologias já existem para que se possa construir sem agredir o meio ambiente, o que falta agora é difundir esses conceitos para que se tornem mais viáveis

economicamente as grandes massas, o que só será possível com o aumento de pesquisas para desenvolver essas tecnológicas.

Busca-se, portanto, a realização desse trabalho apoiado em quatro justificativas importantes, dentre as muitas possíveis e já citadas, porém, enquadra-se a necessidade de ter uma habitação social, ambiental, econômica e tecnológica acessível a todos os povos.

Como afirma Sattler (2002, p.20) “admite-se então, que a função de uma habitação sustentável extrapola o papel de um simples abrigo, incorporando a este todo, o processo de promoção de saúde, educação, lazer, proteção, convívio social e relacionamento com o ambiente natural”.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais**

O projeto em questão nos permitirá a utilização de um instrumento que análise os dados, ou seja, o SOLVER (Microsoft Office Excel 2007) ferramenta conveniente para resolver problemas de programação linear e quadrática.

A aplicação do Solver na aplicação de pesquisa operacional, comparando o método tradicional com o método ecológico na construção civil, motivou a criação de um software para inserção das informações, variáveis e restrições que serão re-encaminhadas para o Lindo (*Linear Interactive, and Discrete Optimizer*) podendo ser utilizadas na modelagem. Esse instrumento foi denominado de ECO- LOGIC (versão 01) desenvolvido através da linguagem de programação Delphi.

#### **3.2 Métodos e Técnicas**

A aplicação de pesquisa operacional na construção civil será utilizada para determinar qual o melhor “cenário” que deverá ser realizado para a otimização dos recursos e a minimização dos custos na construção civil

A otimização dos recursos deverão ocorrer através da “investigação” dos cenários possíveis a se realizar, portanto, acredita-se que é necessário demonstrar as planilhas que serão utilizadas no presente trabalho.

O presente trabalho apresenta 3 (três) planilhas do Excel Microsoft- 97-2003 como base, ou seja, (I) Planilha – Construção Tradicional (figura 15), (II) Planilha - Construção

Ecológica, (III) Planilha – Comparativa entre Construção Tradicional e Construção Ecológica, conforme as figuras abaixo:

CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL									
VARIÁVEL	ITEM	Quant	Unid	Valor unit.	Valor unit.	Valor	Valor	Valor total	%
				M.O	MAT	M.O	MAT	M.O. + MAT	
x1	TIJOLO	0	milheiro	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x2	TRANSPORTE DE TIJOLO	0	km	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x3	FERRO	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x4	ARGAMASSA	0	kg	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x5	SISTEMA ELÉTRICO	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x6	SISTEMA HIDRÁULICO	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x7	MADEIRAS	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x8	ATERRAMENTO	0	m <sup>2</sup>	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	0	litro	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x10	MÃO DE OBRA	0	h/h	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
TOTAL		R\$ -	%	#DIV/0!					

Figura 16- Planilha de Custos- Construção Tradicional

A figura 16 demonstra o método tradicional da construção civil, porém, na aplicação de pesquisa operacional, utiliza-se a programação linear e metodologia da modelagem, gerando assim, criação de diversos cenários.

A figura 17 trás os custos do método ecológico da construção civil diferenciando da planilha do método tradicional, na denominação das suas variáveis e valores.

CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA									
VARIÁVEL	ITEM	Quant	Unid	Valor unit. M.O	Valor unit. MAT	Valor M.O	Valor MAT	Valor total M.O. + MAT	%
y1	TIJOLO	0	milheiro	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y2	TRANSPORTE DE TIJOLO	0	km	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y3	FERRO	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y4	ARGAMASSA	0	kg	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y5	SISTEMA ELÉTRICO	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y6	SISTEMA HIDRÁULICO	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y7	MADEIRAS	0	m	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y8	ATERRAMENTO	0	m <sup>2</sup>	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	0	litro	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
y10	MÃO DE OBRA	0	h/h	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
TOTAL		R\$ -	%	#DIV/0!					

Figura 17- Planilha de Custos- Construção Ecológico

O resultado final entre os cenários serão demonstrados em Planilha Comparativa – Método Tradicional e Ecológico, justificando assim, o objetivo desse trabalho é a realização e demonstração do melhor cenário entre o método tradicional e ecológico, apresenta-se então, a planilha 18:

TABELA COMPARATIVA - MÉTODO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO											
VARIÁVEL	ITEM	Valor	Valor	Valor total	%	VARIÁVEL	ITEM	Valor	Valor	Valor total	%
		M.O	MAT	M.O. + MAT				M.O	MAT	M.O. + MAT	
x1	TIJOLO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y1	TIJOLO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x2	TRANSPORTE DE TIJOLO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y2	TRANSPORTE DE TIJOLO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x3	FERRO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y3	FERRO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x4	ARGAMASSA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y4	ARGAMASSA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x5	SISTEMA ELÉTRICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y5	SISTEMA ELÉTRICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x6	SISTEMA HIDRÁULICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y6	SISTEMA HIDRÁULICO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x7	MADEIRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y7	MADEIRAS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x8	ATERRAMENTO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y8	ATERRAMENTO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
x10	MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!	y10	MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ -	R\$ -	#DIV/0!
TOTAL		R\$ -	0	%	#DIV/0!	TOTAL		R\$ -	0	%	#DIV/0!

Figura 18- Planilha Comparativa- Método Tradicional e Ecológico

Os métodos apresentados deverão servir de diretrizes para a realização e comprovação da metodologia adotada nesse estudo.

A metodologia utilizada para a aplicação de Pesquisa Operacional na construção civil estará delineada nas seguintes fases: I- Identificação do Problema; II- Formulação do modelo matemático; III- Obtenção da Solução matemática do modelo; IV- Interpretação da solução; V- Comparação entre os modelos (tradicional e ecológico) e VI- Escrita e apresentação dos resultados. As variáveis que serão utilizadas na aplicação de pesquisa operacional para a formatação da planilha de comparação são elas: custo do tijolo tradicional x custo tijolo ecológico, custo do transporte do tijolo tradicional x custo do transporte do tijolo ecológico, custo do ferro na construção tradicional x custo do ferro na construção ecológica, custo da armagassa na construção tradicional x custo da armagassa na construção ecológica, custo do sistema elétrica na construção tradicional x custo do sistema elétrico na construção ecológica, custo do sistema hidráulico na construção tradicional x custo do sistema hidráulico na construção ecológica, custos de madeiras para a formação de colunas, custo do aterramento, custo do selador para paredes internas e custo de mão obra.

### 3.3 Estudo de caso

O presente trabalho baseou-se no princípio constitucional que prevê como direito social o que se segue na Carta Magna:

**Art. 6º** - São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição. **(grifo nosso)**

Conforme consta, o direito a moradia está previsto na constituição federal e deveria ser prioridade dos gestores públicos, os quais deveriam ter um olhar especial aos mais necessitados, como a população que habita em zona de risco, encostas, regiões ribeirinhas, áreas de vulnerabilidade social e ambiental, favelas etc. Criando assim, políticas públicas que gerem condições habitacionais de qualidade.

Parafraseando, Rodrigues (2003), “as pessoas têm o direito de ter uma moradia (habitação) com qualidade, inserida na cidade”. Favorecendo então, a diminuição dos números do déficit habitacional, cujos quais tendem a crescer, conforme já demonstrado no decorrer do trabalho. Portanto utiliza-se esse trabalho, para apresentar e demonstrar uma

planilha comparativa entre a construção tradicional com a construção ecológica, mais precisamente, habitação sustentável.

A criação da habitação sustentável é um paradigma para a sociedade, “verdades” e “mentiras” são ditas sobre esse modelo de habitação, pois, as crenças mercadológicas, colocam que os custos dessas moradias são ou estão acima do preço de mercado, e conseqüentemente não admitem financiamento nas instituições de fomento, como: OGU (Orçamento Geral da União), FNHIS (Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social) e PAR (Plano de Arrendamento Residencial) etc.

A construção civil tradicional tem uma maior aceitação no mercado do que a construção ecológica, porém, acredita-se que a construção ecológica poderá reunir vários tipos de matérias construtivos que serão aplicados em casas de baixo custo, facilitando assim, o acesso das pessoas de baixa renda na aquisição de sua casa própria.

As implantações desses materiais construtivos proporcionam então, benefícios ao meio ambiente e a sociedade, pois ter uma casa que tem seu custo reduzido por ter equipamentos (aquecedor solar, tijolo ecológico, captação de água, iluminação natural e tratamento de efluentes) que aplicam a teoria de logística reversa (materiais e ambientais) e de minimização dos custos em sua construção é de suma importante para a sociedade e para o meio ambiente.

Todavia, a construção ecológica proporciona ao morador, munícipe, cidadão alguns confortos (térmico, visual e luminotécnico e acústico) com maior eficácia, eficiência e efetividade do que a moradia construída pelo método tradicional.

Portanto, acredita-se que o Poder Executivo Nacional, Estadual e Municipal deveriam determinar políticas públicas habitacionais nos termos previstos nos requisitos do Programa “Município Verde” da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, que prevê no item 6 os critérios necessários para se ter uma habitação sustentável.

Ratificando então, a necessidade de se realizar políticas nesse sentido, sugerimos as instituições do primeiro, segundo e terceiro setor que se atente para a Certificação ISO 14000 e para a conquista do Selo Verde.

É verdade, que se apresentam inúmeras revisões de literaturas, porém, relacionar e demonstrar os planilhas comparativos entre a construção tradicional e a construção ecológica é de suma importância.

A construção tradicional é utilizada por diversas Instituições de fomento e financiamento, pois, no estudo de caso desse trabalho, apresenta-se o exemplo de construção tradicional do Programa “Minha Casa Minha Vida”, assim demonstra a figura.



Figura 19 - Habitação Tradicional - Programa Minha Casa Minha Vida

A habitação tradicional (figura 19) é constituída por diversos materiais construtivos e prestadores de serviços, porém, discorreremos as 10 (dez) variáveis que foram aplicadas nesse trabalho, são eles: tijolos convencionais, transportes de tijolos convencionais, ferro (estrutural e amarração), argamassa, sistema elétrico, sistema hidráulico, madeiras, aterramento, selador (paredes internas) e a mão de obra.

A aplicação de pesquisa operacional no método de programação linear na construção tradicional determinou:

#### a) Função Objetivo

Esta função define o objetivo de minimizar o custo gerado (reais) na construção civil de método tradicional usando a equação 1:

$$\text{MIN } 3363\mathbf{X1} + 681\mathbf{X2} + 1175\mathbf{X3} + 759\mathbf{X4} + 467\mathbf{X5} + 3722\mathbf{X6} + 2561\mathbf{X7} + 119\mathbf{X8} + 423\mathbf{X9} + 11500\mathbf{X10} \dots(1)$$

#### b) Variáveis de Decisão

São variáveis a serem equacionadas de forma se permitir minimizar o custo. Estão relacionadas às quantidades de cada material a ser utilizado na construção, em função das restrições do modelo e do custo específico de cada material.

As variáveis são caracterizadas como  $X_i$ , onde  $i$  caracteriza qual o material em questão e  $X$  de qual tipo de construção faz parte o material.

Exemplo:  $X_1 \rightarrow$  Tijolo Tradicional

### c) Restrições

As restrições ao modelo podem ser:

As restrições estão relacionadas ao bom andamento da obra (tempo) e os custos do material da obra (R\$), ou seja, a minimização do custo estará a atrelado a **quantidade x custo do material utilizado.**

**As restrições são:**

**Tijolo:**

$$X1 \leq 3363$$

**Transporte Tijolo**

$$X2 \leq 681$$

**Ferro**

$$X3 \leq 1175$$

**Argamassa**

$$X4 \leq 759$$

**Sistema elétrico**

$$X5 \leq 467$$

**Sistema Hidráulico**

$$X6 \leq 3772$$

**Madeira**

$$X7 \leq 2561$$

**Aterramento**

$$X8 \leq 119$$

**Selador**

$$X9 \leq 423$$

**Mão de obra**

$$X10 \leq 11500$$

### d) Resultado Parcial do Cenário Construção da Tradicional

**Valor Total:** R\$ 24774,22 (vinte e quatro mil setecentos e setenta e quatro reais e vinte e dois centavos)

As demonstrações dos dados analisados encontram-se na planilha 20 abaixo, pois, a inserção das quantidades e custos, atrelados a restrições, demonstram o melhor cenário para a construção tradicional.

CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL									
VARIÁVEL	ITEM	Quant	Unid	Valor unit.	Valor unit.	Valor	Valor	Valor total	%
				M.O	MAT	M.O	MAT	M.O. + MAT	
x1	TIJOLO	6,5	milheiro	R\$ -	R\$ 517,40	R\$ -	R\$ 3.363,10	R\$ 3.363,10	13,57%
x2	TRANSPORTE DE TIJOLO	48	km	R\$ -	R\$ 14,20	R\$ -	R\$ 681,60	R\$ 681,60	2,75%
x3	FERRO	9	m	R\$ -	R\$ 130,63	R\$ -	R\$ 1.175,67	R\$ 1.175,67	4,75%
x4	ARGAMASSA	3	kg	R\$ -	R\$ 253,33	R\$ -	R\$ 759,99	R\$ 759,99	3,07%
x5	SISTEMA ELÉTRICO	20	m	R\$ -	R\$ 23,37	R\$ -	R\$ 467,40	R\$ 467,40	1,89%
x6	SISTEMA HIDRÁULICO	20	m	R\$ -	R\$ 186,10	R\$ -	R\$ 3.722,00	R\$ 3.722,00	15,02%
x7	MADEIRAS	7	m	R\$ -	R\$ 365,99	R\$ -	R\$ 2.561,93	R\$ 2.561,93	10,34%
x8	ATERRAMENTO	4	m <sup>2</sup>	R\$ -	R\$ 29,87	R\$ -	R\$ 119,48	R\$ 119,48	0,48%
x9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	313,37	m2	R\$ -	R\$ 1,35	R\$ -	R\$ 423,05	R\$ 423,05	1,71%
x10	MÃO DE OBRA	46	m2	R\$ -	R\$ 250,00	R\$ -	R\$ 11.500,00	R\$ 11.500,00	46,42%
<b>TOTAL</b>				R\$	24.774,22	%	100,00%		

Figura 20- Planilha de Custos- Construção Tradicional

No entanto, demonstrar as peculiaridades da construção ecológica que também é servida pelos 10 (dez) itens já citados na construção tradicional, no entanto, a construção ecológica tem suas próprias características, conforme consta na figura abaixo:

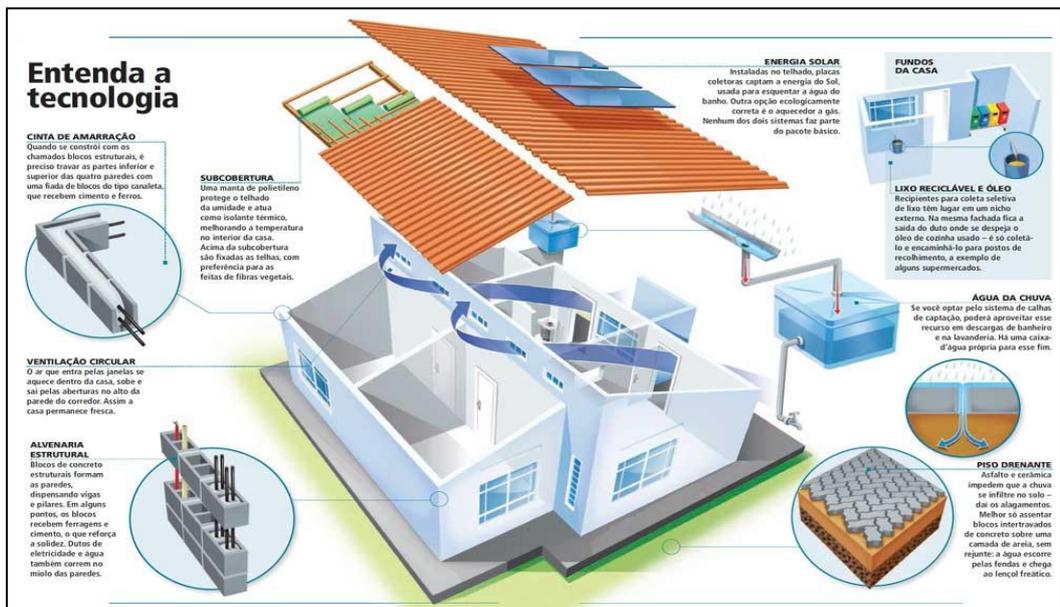


Figura 21- Habitação Ecológica - Matérias Construtivos aplicados na Habitação Sustentável

A aplicação de pesquisa operacional no método de programação linear na construção ecológica está determinada da seguinte maneira:

### Função Objetivo

Esta função define o objetivo de minimizar o custo gerado (reais) na construção civil de método ecológico.

$$\text{MIN } 3575Y_1 + Y_2 + 540Y_3 + 77,30Y_4 + 411,34Y_5 + 403,56Y_6 + 1055,96Y_7 + 119,48Y_8 + 423,05Y_9 + 13800Y_{10} \quad \dots(2)$$

### Variáveis de Decisão

São variáveis a serem equacionadas de forma se permitir minimizar o custo. Estão relacionadas às quantidades de cada material a ser utilizado na construção, em função das restrições do modelo e do custo específico de cada material.

As variáveis são caracterizadas como  $Y_i$ , onde  $i$  caracteriza qual o material em questão e  $Y$  de qual tipo de construção faz parte o material.

Exemplo:  $X_1 \rightarrow$  Tijolo Ecológico

### Restrições

As restrições ao modelo podem ser:

As restrições estão relacionadas ao bom andamento da obra (tempo) e os custos do material da obra (R\$), ou seja, a minimização do custo estará a atrelado a **quantidade x custo do material utilizado**.

**As restrições encontradas são:**

**Tijolo:**

$$Y_1 \leq 7000$$

**Transporte Tijolo**

$$Y_2 = 0$$

**Ferro**

$$Y_3 \leq 550$$

**Argamassa**

$$Y_4 \leq 100$$

**Sistema elétrico**

Y5 ≤ 430

### Sistema Hidráulico

Y6 ≤ 430

### MADEIRA

Y7 ≤ 1100

### ATERRAMENTO

Y8 ≤ 120

### Selador

Y9 ≤ 430

### Mão de obra

Y10 ≤ 14000

### Resultado do Cenário da Construção Ecológica

**Valor Total é:** R\$ 20.405,69 (vinte mil quatrocentos e cinco reais e sessenta e nove centavos)

As demonstrações dos dados analisados encontram-se na planilha 22 abaixo, pois, a inserção das quantidades e custos, atrelados a restrições, demonstram o melhor cenário para a construção ecológica.

CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA									
VARIÁVEL	ITEM	Quant	Unid	Valor unit.		Valor		Valor total M.O. + MAT	%
				M.O.	MAT	M.O.	MAT		
y1	TIJOLO	6,5	milheiro	R\$ -	R\$ 0,55	R\$ -	R\$ 3,58	R\$ 3.575,00	17,52%
y2	TRANSPORTE DE TIJOLO	10	km	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	0,00%
y3	FERRO	8	m	R\$ -	R\$ 67,50	R\$ -	R\$ 540,00	R\$ 540,00	2,65%
y4	ARGAMASSA	2	kg	R\$ -	R\$ 38,65	R\$ -	R\$ 77,30	R\$ 77,30	0,38%
y5	SISTEMA ELÉTRICO	20	m	R\$ -	R\$ 20,57	R\$ -	R\$ 411,34	R\$ 411,34	2,02%
y6	SISTEMA HIDRÁULICO	19	m	R\$ -	R\$ 21,24	R\$ -	R\$ 403,56	R\$ 403,56	1,98%
y7	MADEIRAS	4	m	R\$ -	R\$ 263,99	R\$ -	R\$ 1.055,96	R\$ 1.055,96	5,17%
y8	ATERRAMENTO	4	m <sup>2</sup>	R\$ -	R\$ 29,87	R\$ -	R\$ 119,48	R\$ 119,48	0,59%
y9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	313,37	m2	R\$ -	R\$ 1,35	R\$ -	R\$ 423,05	R\$ 423,05	2,07%
y10	MÃO DE OBRA	46	m2	R\$ 300,00	R\$ -	R\$ 13.800,00	R\$ -	R\$ 13.800,00	67,63%
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 20.405,69</b>	<b>%</b>	<b>100,00%</b>					

Figura 22- Planilha de Custos- Construção Ecológica

Portanto, podemos utilizar os dados de Input (Inserção) dos cenários do método de construção tradicional com o método de construção ecológica. Originando então, a planilha

Comparativa – Método Tradicional e Ecológico, justificando assim, os resultados finais entre os dois cenários apresentados.

TABELA COMPARATIVA - MÉTODO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO											
VARIÁVEL	ITEM	Valor		Valor total	%	VARIÁVEL	ITEM	Valor		Valor total	%
		M.O	MAT					M.O	MAT		
x1	TUJOLO	R\$ -	R\$ 3.363,10	R\$ 3.363,10	13,57%	y1	TUJOLO	R\$ -	R\$ 3,58	R\$ 3.575,00	17,52%
x2	TRANSPORTE DE TUJOLO	R\$ -	R\$ 681,60	R\$ 681,60	2,75%	y2	TRANSPORTE DE TUJOLO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	0,00%
x3	FERRO	R\$ -	R\$ 1.175,67	R\$ 1.175,67	4,75%	y3	FERRO	R\$ -	R\$ 540,00	R\$ 540,00	2,65%
x4	ARGAMASSA	R\$ -	R\$ 759,99	R\$ 759,99	3,07%	y4	ARGAMASSA	R\$ -	R\$ 77,30	R\$ 77,30	0,38%
x5	SISTEMA ELÉTRICO	R\$ -	R\$ 467,40	R\$ 467,40	1,89%	y5	SISTEMA ELÉTRICO	R\$ -	R\$ 411,34	R\$ 411,34	2,02%
x6	SISTEMA HIDRÁULICO	R\$ -	R\$ 3.722,00	R\$ 3.722,00	15,02%	y6	SISTEMA HIDRÁULICO	R\$ -	R\$ 403,56	R\$ 403,56	1,98%
x7	MADEIRAS	R\$ -	R\$ 2.561,93	R\$ 2.561,93	10,34%	y7	MADEIRAS	R\$ -	R\$ 1.055,96	R\$ 1.055,96	5,17%
x8	ATERRAMENTO	R\$ -	R\$ 119,48	R\$ 119,48	0,48%	y8	ATERRAMENTO	R\$ -	R\$ 119,48	R\$ 119,48	0,59%
x9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	R\$ -	R\$ 423,05	R\$ 423,05	1,71%	y9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	R\$ -	R\$ 423,05	R\$ 423,05	2,07%
x10	MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ 11.500,00	R\$ 11.500,00	46,42%	y10	MÃO DE OBRA	R\$ 13.800,00	R\$ -	R\$ 13.800,00	67,63%
<b>TOTAL</b>		R\$ 24.774,22	0	%	100,00%	<b>TOTAL</b>		R\$ 20.405,69	0	%	100,00%

Figura 23- Planilha Comparativa- Método Tradicional e Ecológico

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados no estudo de caso e no trabalho foram argüidos quantitativamente, aplicados pela ferramenta de pesquisa operacional na construção de casas populares, através da construção tradicional e da construção ecológica. Já os resultados qualitativos foram fundamentados pelos indicadores necessários a se cumprir no Protocolo do Município Verde, política pública da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Os resultados quantitativos serão apresentados conforme consta na Planilha Excel – Microsoft Office 1997-2003, ou melhor, figura 24.

TABELA COMPARATIVA - MÉTODO CONVENCIONAL E ECOLÓGICO											
VARIÁVEL	ITEM	Valor		Valor total	%	VARIÁVEL	ITEM	Valor		Valor total	%
		M.O	MAT	M.O. + MAT				M.O	MAT	M.O. + MAT	
x1	TUJOLO	R\$ -	R\$ 3.363,10	R\$ 3.363,10	13,57%	y1	TUJOLO	R\$ -	R\$ 3,58	R\$ 3.575,00	17,52%
x2	TRANSPORTE DE TUJOLO	R\$ -	R\$ 681,60	R\$ 681,60	2,75%	y2	TRANSPORTE DE TUJOLO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	0,00%
x3	FERRO	R\$ -	R\$ 1.175,67	R\$ 1.175,67	4,75%	y3	FERRO	R\$ -	R\$ 540,00	R\$ 540,00	2,65%
x4	ARGAMASSA	R\$ -	R\$ 759,99	R\$ 759,99	3,07%	y4	ARGAMASSA	R\$ -	R\$ 77,30	R\$ 77,30	0,38%
x5	SISTEMA ELÉTRICO	R\$ -	R\$ 467,40	R\$ 467,40	1,89%	y5	SISTEMA ELÉTRICO	R\$ -	R\$ 411,34	R\$ 411,34	2,02%
x6	SISTEMA HIDRÁULICO	R\$ -	R\$ 3.722,00	R\$ 3.722,00	15,02%	y6	SISTEMA HIDRÁULICO	R\$ -	R\$ 403,56	R\$ 403,56	1,98%
x7	MADEIRAS	R\$ -	R\$ 2.561,93	R\$ 2.561,93	10,34%	y7	MADEIRAS	R\$ -	R\$ 1.055,96	R\$ 1.055,96	5,17%
x8	ATERRAMENTO	R\$ -	R\$ 119,48	R\$ 119,48	0,48%	y8	ATERRAMENTO	R\$ -	R\$ 119,48	R\$ 119,48	0,59%
x9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	R\$ -	R\$ 423,05	R\$ 423,05	1,71%	y9	SELADOR (PAREDES INTERNAS)	R\$ -	R\$ 423,05	R\$ 423,05	2,07%
x10	MÃO DE OBRA	R\$ -	R\$ 11.500,00	R\$ 11.500,00	46,42%	y10	MÃO DE OBRA	R\$ 13.800,00	R\$ -	R\$ 13.800,00	67,63%
<b>TOTAL</b>		R\$ 24.774,22	0	%	100,00%	<b>TOTAL</b>		R\$ 20.405,69	0	%	100,00%

Figura 24- Planilha Comparativa- Método Tradicional e Ecológico

Conforme demonstração na figura 24, discorreremos e discutiremos sobre os 10 (dez) itens de cada cenário, as unidades deverão ser medidas em reais, moeda corrente do nosso país.

### **Tijolo:**

A variável Tijolo foi trabalhada com dois tipos, tijolo tradicional (tijolino) e tijolo ecológico, cujos quais apresentam grandes diferenças, pois, o tijolino em determinado momento necessita ser quebrado para fazer enxerto no batente da porta e o “maior agravante” tem a necessidade de queima para a realização da cura (poluição), e existe a necessidade de argamassa para dar liga entre as fileiras da parede e a sua perda é grande, Já o tijolo ecológico encontra-se na medida do batente da porta, sua perda é mínima, não existe a necessidade de queima (menos poluente) e não existe a necessidade de liga entre os tijolos, pois segue-se o modelo lego (encaixado), porém, necessita de profissional cauteloso e higiênico.

Os custos da quantidade necessária para a realização da construção é de  $X1= 3363$  (tijolo tradicional) e  $Y1=3575$  (tijolo ecológico).

### **Transporte Tijolo**

A variável transporte de tijolo é uma variável muito importante para o cenário que foi proposto, pois, no aspecto de transporte do tijolo tradicional temos que pensar na localização das olarias, como o estudo preceitua a cidade de Botucatu-SP, encontramos a olaria mais próximas a 68 km (quilômetros) de distancia, e no trajeto temos custos com pedágio e soma-se também os custos fixos do caminhão, somando ainda o pagamento do caminhoneiro. Já o tijolo ecológico existe a possibilidade de locomover a máquina até o local da obra, ou o preço do transporte já está inserido no custo do tijolo.

O custo do transporte de tijolo tradicional é de  $X2= 681$  e do transporte do tijolo ecológico é de  $Y2= 0$

### **Ferro**

A variável Ferro demonstra um percentual muito maior na construção civil do método tradicional, pois, existe muita amarração e colunas, tornando assim o valor de  $X3=1175$ . Já o ferro utilizado na construção civil do método ecológico é muito pouco, pois, utiliza-se somente nas pontas da construção e das vigas, totalizando então  $Y3=540$ .

### **Argamassa**

A argamassa utilizada no projeto de construção civil tradicional é muito superior a do utilizado na construção civil ecológica, pois, os números de colunas de argamassa utilizada no primeiro projeto é muito aquém o utilizado no segundo, assim justificando os valores de  $X_4=759$  (construção tradicional) e de  $Y_4=77$  (construção ecológica).

### **Sistema elétrico**

O sistema elétrico apresentado na construção civil no método tradicional é de  $X_5=467$ , já o apresentado no método ecológico é de  $Y_5=411$ .

### **Sistema Hidráulico**

O sistema hidráulico apresentado na construção civil no método tradicional é utilizado um grande número caixas e bombas de descartes, já o apresentado na construção civil no método ecológico é utilizado um único sistema. Perfazendo assim, o valor de  $X_6=3722$  (construção tradicional) e de  $Y_6=403$  (construção ecológica)

### **Madeira**

A quantidade de madeira utilizada na construção civil tradicional é muito maior que a quantidade usada na construção civil ecológica, pois na primeira utiliza-se baldrames e para as formação e bom andamento da obra, contudo utiliza-se também em maior quantidade na parte do telhado. Enquanto na construção civil do método ecológico não utiliza-se tais acessórios, fomentando então o custo de  $X_7=2561$  para o método tradicional e  $Y_7=1055$  para o método ecológico.

### **Aterramento**

O valor do aterramento que foi levantado é o mesmo valor para o método tradicional e para o método ecológico, ou seja,  $X_8=119$  (método tradicional) e  $Y_8=119$  (método ecológico).

### **Selador**

O valor do aterramento que levantamos foi o mesmo valor para o método tradicional e para o método ecológico, ou seja  $X_9=423$  (método tradicional) e  $Y_9=423$  (método ecológico).

## Mão de obra

A mão de obra para a realização do método tradicional não tem a necessidade de ser especializada, pois no Brasil temos inúmeros profissionais capacitados para a realização desse tipo de “obra” orçando então no valor de  $X_{10}=11500$ . Já a construção civil do método ecológico, necessita de profissionais especializados, com vontade de aprender ou aperfeiçoar o ofício, motivando assim, o alto custo da mão de obra, que se calcula em  $Y_{10}=13800$ .

Os resultados apresentados são atribuídos de modo quantitativos, pois o levantamento foi realizado através de pesquisa de preço no comércio local. Porém, não poder-se-ia deixar de elucidar os conceitos qualitativos, pois, essas atribuições deverão ser apresentadas em uma segunda oportunidade.

O trabalho apresentado motivou o autor na busca de uma ferramenta para a realização da aplicação de pesquisa operacional na construção de casas populares, comparando o método tradicional ao método ecológico. Portanto, o autor desenvolveu a ferramenta Eco- Logic - versão 01, conforme demonstra figura abaixo.



Figura 25- Eco-Logic - Sobre

Área: 46.00 m²		Material Convencional				Material Ecológico			
Item	Unid.	Quant.	Valor	Sub-total	%	Quant.	Valor	Sub-total	%
Tijolo	milheiro	6,5	517,40			6.500,0	0,55		
Transporte	km	48,0	14,20			10,0			
Ferro	metro	9,0	130,63			8,0	67,50		
Argamassa	kg	3,0	253,33			2,0	38,65		
Sistema Elétrico	metro	20,0	23,37			20,0	20,57		
Sistema Hidráulico	metro	20,0	186,10			19,0	21,24		
Madeira	metro	7,0	365,99			4,0	263,99		
Aleramento	m²	4,0	29,87			4,0	29,87		
Saída de PI	litro	313,4	1,35			313,4	1,35		
Mão de Obra	m²	46,0	250,00			46,0	300,00		
		<b>Total:</b>				<b>Total:</b>			
		<b>Custo:</b>				<b>Custo:</b>			

Figura 26- Tela de Input de Dados - Eco-Logic

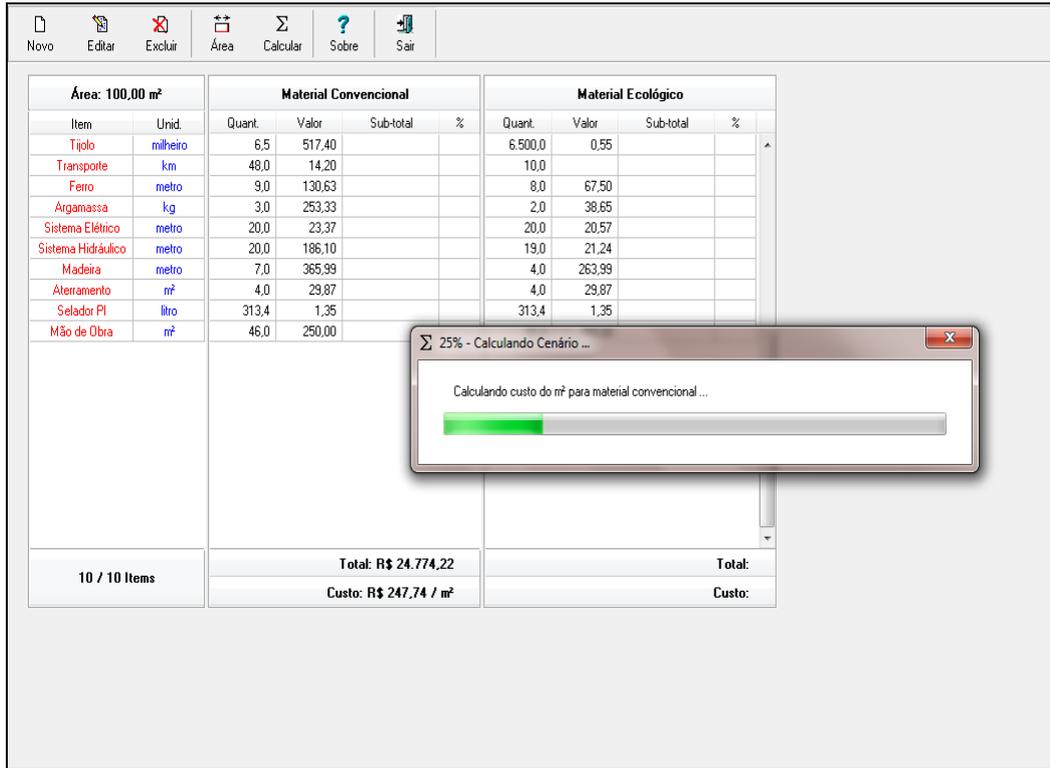


Figura 27- Eco- Logic - Gerando Resultados

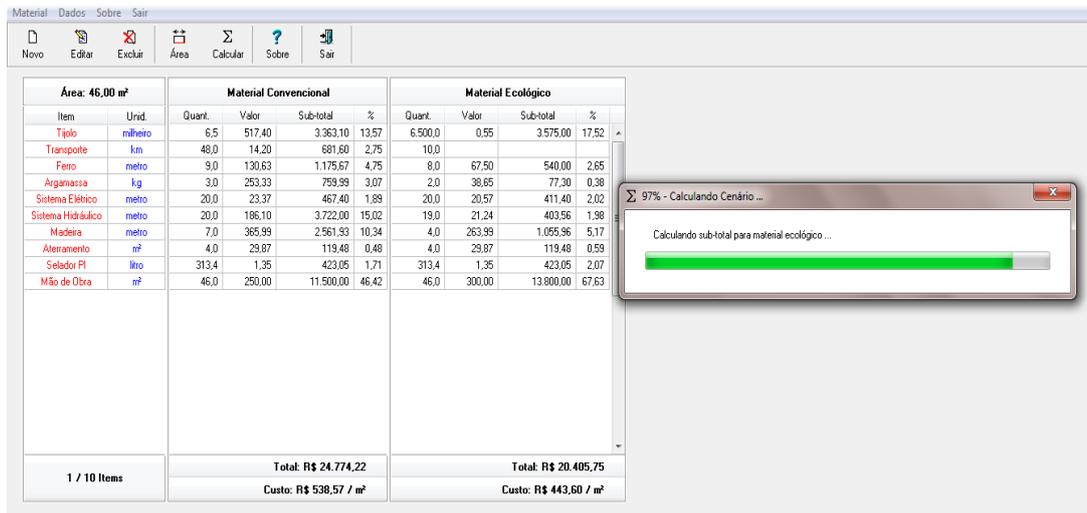


Figura 28- Eco- Logic - Apresentando Resultados

Área: 46,00 m²		Material Convencional				Material Ecológico			
Item	Unid.	Quant.	Valor	Sub-total	%	Quant.	Valor	Sub-total	%
Tijolo	milheiro	6,5	517,40	3.363,10	13,57	6.500,0	0,55	3.575,00	17,52
Transporte	km	48,0	14,20	681,60	2,75	10,0			
Feno	metro	9,0	130,63	1.175,67	4,75	8,0	67,50	540,00	2,65
Argamassa	kg	3,0	253,33	759,99	3,07	2,0	38,65	77,30	0,38
Sistema Elétrico	metro	20,0	23,37	467,40	1,89	20,0	20,57	411,40	2,02
Sistema Hidráulico	metro	20,0	186,10	3.722,00	15,02	19,0	21,24	403,56	1,98
Madeira	metro	7,0	365,59	2.561,93	10,34	4,0	263,99	1.055,96	5,17
Aterramento	m²	4,0	29,87	119,48	0,48	4,0	29,87	119,48	0,59
Selador PI	litro	313,4	1,35	423,05	1,71	313,4	1,35	423,05	2,07
Mão de Obra	m²	46,0	250,00	11.500,00	46,42	46,0	300,00	13.800,00	67,63
1 / 10 Items		Total: R\$ 24.774,22				Total: R\$ 20.405,75			
		Custo: R\$ 538,57 / m²				Custo: R\$ 443,60 / m²			

**Sobre**



**Software:** Eco-Logic  
**Versão:** 1.0  
**Data:** Junho/2011  
**Objetivo:** Avaliação de cenário de custo em projetos de residências Convencionais x Ecológicas  
 TCC do Sr. Rafael Romagnoli  
 FATEC - Botucatu/SP  
**By:** Marco Lemos

Figura 29- Resultado Final - Eco-Logic

## 5 CONCLUSÕES

O presente trabalho discorreu sobre assuntos importantes sobre aplicação de pesquisa operacional no dimensionamento de casa populares, comparando o método tradicional e ecológico de construção civil.

A aplicação de políticas públicas relacionadas à habitação em um país que detém um grande número de cidadãos que não possuem sua casa própria, aumentando os indicadores de déficit habitacional não poderia deixar de ser objeto de estudo da Faculdade de Tecnologia de Botucatu-SP, visando aprimorar tecnologias que possibilitem a realização de construção de casas populares com menos recursos ou com materiais construtivos que possibilitem a realização da logística reversa.

A logística reversa e a busca de novas tecnologias deverão ser uma busca incessante desse autor, pois, acredita-se que muitos materiais construtivos relacionados à habitação podem ser otimizados, desenvolvidos e aplicados no cotidiano do povo brasileiro.

Os resultados nos demonstram que as construções civis do método tradicional custam para a municipalidade/empresário (sem o valor do terreno) o valor de R\$ 24.774,22 (vinte e quatro mil setecentos e setenta e quatro reais e vinte e dois centavos) enquanto a construção civil do método ecológico custa cerca de R\$ 20.405,69 (vinte mil quatrocentos e cinco reais e sessenta e nove reais).

A proposta do presente trabalho foi a demonstração dos resultados entre o dimensionamento de casas populares, no método tradicional e ecológico, portanto, concluímos que o método ecológico é 17,64% mais barato que o método tradicional.

## REFERÊNCIAS

ABIKO, A.K. Introdução à Gestão Habitacional. São Paulo, EPUSP, 1995. (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12).

ALMEIDA, A.; SÁBER, A. A.; SALUM, C. A. L.; et al. **Ecologia: a qualidade da vida**. SESC, São Paulo, março, 1993.

AMORIM, C. N. D. **Iluminação Natural e Eficiência Energética – Parte I: Estratégias de Projeto para uma Arquitetura Sustentável**. 2000. Disponível em: <[http://www.unb.br/fau/pos\\_graduacao/cadernos\\_eletronicos/eficiencia\\_energetica.pdf](http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/cadernos_eletronicos/eficiencia_energetica.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2007.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional: métodos e modelos a análise de decisão**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

AQUINO, R. **Arquitetura preocupada com a ecologia**. Fevereiro, 2005. Disponível em: <[http://www.universia.com.br/html/materia/materia\\_gccb.html](http://www.universia.com.br/html/materia/materia_gccb.html)>. Acesso em: 25 nov. 2007.

ARAÚJO, F. **Sinergia entre os conceitos básicos do controle estatístico de processo, sistema toyota de produção e programação linear** 2007. Monografia (Graduação). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

ARAÚJO, M. A. **ecológicos para uma sociedade sustentável**. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica - IDHEA. Disponível em <<http://www.idhea.com.br/artigos2.asp>> Acesso em: 23 nov. 2007

ARIMA, S.; BATTAGLIA, A. **Logística Reversa – Da terra para a terra, uma visão do ciclo total** – 2a. parte. Revista Tecnológica, nº 90, Ano VIII, pp 70-76. São Paulo: Publicare Editora, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151: Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade**. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico**. Rio de Janeiro (NB 95) - 1990.

BARROSO-KRAUSE, C. **Bioclimatismo no projeto de arquitetura: dicas de projeto**. Proarq – DTC, FAU UFRJ, março, 2005. Disponível em <<http://www.fau.ufrj.br/apostilas/conforto/apostilacbk20051.pdf>>. Acesso em 13 jan. 2007.

BRIMER, R.C.; **Logistics networking**, Logistics information Management 1995

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. **Conforto III: Térmico**. Presidente Prudente: FCT – UNESP, primeiro semestre de 2006. Notas de aula ministrada aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo.

BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. **Conforto II: Iluminação Natural e Artificial**. Presidente Prudente: FCT – UNESP, segundo semestre de 2005. Notas de aula ministrada aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo.

CAMPOS, T. **Logística Reversa: Aplicação ao problema das embalagens da CEAGESP**, 2006, Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

CARNEIRO, P.S.; **Logística Reversa**. Revista ESPM – Junho 2002

CHRISTOPHER, Martin. **Marketing e a Logística** São Paulo: Editora Futura, 1999

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Editora Revan, p. 29-52, Rio de Janeiro, 2003.

CORBIOLI, N. **O futuro pode ser limpo**. Revista Projeto Design, edição 277, março, 2003. Disponível em <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/tecnologia32.asp>. Acesso em 05 dez.2007.

*CLM - COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT* . Disponível em <[www.mi-clm.org](http://www.mi-clm.org)>. Acesso em: 01 Junho 2007.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa**. São Paulo: Atlas, 1999, p.23.  
FILHO, A. N. B. **Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. 1ªed São Paulo: Athas, 2001, p. 154.

FARAH, M.F.S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. São Paulo, 1992<sup>a</sup>. 297p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

FERNANDEZ, I. **The Concept of Reverse Logistics: A Review of Literature**, Industrial Management. University of Vaasa, Finlândia, 2003.

FILHO, A. N. B. **Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental**. 1ªed São Paulo: Athas, 2001, p. 154.

FILHO, L.S.N.R. **A Logística reversa de pneus inservíveis: o problema da localização dos postos de coleta** 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil**. Relatório de pesquisa. Belo Horizonte, 2000.

GOLDBARG, M.C. **Otimização combinatória e programação linear: modelos e algoritmos**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

GONÇALVES, J. C. S., VIANNA, N. S. **Iluminação e arquitetura**. Geros s/c Ltda. São Paulo, SP, 2001.

GRAZIANO, Xico. As 10 Diretivas. 2009. **Portal do Governo de São Paulo**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverde/diretivas.asp>. Acesso em: 5 de jun de 2009.

GUERRINI, F. M. **Um de Sistema de Administração da Produção (SAP) para Empresas de Pequeno e Médio Porte da Construção Civil**. São Carlos, Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos – USP

HICKEL, D. K. **A (in) sustentabilidade na arquitetura**. Arqtextos 064, textos especiais n.º 328, setembro, 2005. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/arqtextos/arc000/esp328.asp>>. Acesso em 13 out.2007.

IBGE. **Censo demográfico 2005**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: mar. 2011.

ISO. International Organization for Standardization. **Environmental management - the ISO 14000 family of international standards. 2002**. Disponível em: <<http://www.iso.ch>>. Acesso: 10 jun. 2007.

LACERDA, M. **10 POSTURAS PARA UM CONSTRUIR CONSCIENTE**. Revista Arquitetura & Construção, ano 20, n°11, novembro, 2004.

LACERDA, L. **Logística Reversa - uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro, 2002

LENGEN, J.V. - *Manual do arquiteto descalço*. Tibá, páginas 54-57, Rio de Janeiro, 1997.

LEITE, Paulo Roberto. **Estudo dos fatores que influenciam o índice de reciclagem efetivo de materiais em um grupo selecionado de “Canais de Distribuição Reverso”**. Dissertação de Mestrado: Universidade Mackenzie, 1999.

LEITE, P. R. (2003) - **Logística Reversa**. Prentice Hall. São Paulo.

LIMA, F. **Bioarquitetura: Um olhar em busca da essência**. Disponível em <<http://www.anabrazil.org/art060609.htm>> Acesso em 05 dez.2007.

MANCIA, W.A **Heurística para logística reversa de material não conforme na indústria aeronáutica**. Dissertação de Mestrado: Universidade de São Paulo, 2005.

MONTINI, D. Á. **Universidade Excel**. São Paulo: Degerati, 2004.

MORAIS, MARIA DA PIEDADE, Breve Diagnóstico sobre o quadro atual da habitação no Brasil, 10p., 2002. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/bpsociais/bps\\_04/BREVE.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/bpsociais/bps_04/BREVE.pdf)> Acesso em 10 dez.2010

MOREIRA, D. A. **Introdução à Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Disponível em: <http://www.centrorefeducacional.pro.br>. Acesso em 10 de jun. de 2008

NORIE/UFRGS, 2002. Disponível em: <<http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/58.pdf>>. Acesso em: mar. 2011.

OTERO, S. **Mais uma prova de que a Terra está a aquecer**. Naturlink. Disponível em: <http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=2252&iLingua=1>. Acessado em: 03 de jun. de 2008.

ORTIZ, H. G. **Arquitetura e indiferença: Carlos Gonzalez Lobo e a busca de uma arquitetura apropriada**, julho, 2004. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp243.asp>> Acesso em 25 nov.2007.

PRADO, D. **Programação Linear**. Belo Horizonte: MG, 1999.

\_\_\_\_\_. Protocolo Município Verde. 03 de Julho de 2007. **Portal do Governo de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverde/protocolo.pdf>> Acesso em: 5jun.2009.

ROAF, S. FUENTES, M., THOMAS, S. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. 2. ed. Porto Alegre, 2006.

RODRIGUES, L. L. **A habitação social pode e deve ser mais do que uma casa**. Disponível em <<http://www.arcoweb.com.br/debate/debate56.asp>>. Acesso em 22 abr.1007, in **PROJETODESIGN**, Edição 282, Agosto, 2003.

RODRIGUES, LUIZA BETINA PETROLI, Crédito para habitação no Brasil: Histórico e Desafios. Dissertação de mestrado em economia. Pontificia Universidade Católica de São Paulo, 2009.

ROGERS, D.S. and TIBBEN-LEMBKE, RONALD; **Going Backwards: a Study of Reverse Logistics Trends and Practices**, Reverse Logistics Executive Council, 1998

ROGERS, R. **Cities for a small planet**. Editado por Philip Gumuchdjan. Estados Unidos da América, Westview Press, 1998, 180p.

RORIZ, M. **Conforto Térmico e Economia de Energia em Edificações: um método simplificado de avaliação**. SINOPSES, nº 19, pg. 13-20, jun. 1993. Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo - 1993.

RLEC – REVERSE LOGISTICS EXECUTIVE COUNCIL. Disponível em <<http://www.rlec.org>> Acesso em: 15 nov.2007.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI. In: Para Pensar o Desenvolvimento Sustentável**; BURSZTYN, M. (Org.) et al., Ed. Brasiliense, 1994, p.29-56

SATTLER, M.A. **Projeto CETHS Centro Experimental de Tecnologia Habitacional Sustentáveis : relatório final de pesquisa**. Porto Alegre:

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pensar Globalmente, Agir Localmente**. 2009. **Portal do Governo de São Paulo**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverde/>. Acesso em: 2 jun.2009.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001 Sistema de Gestão Ambiental**. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

SILVA, E. M. da et. al. **Pesquisa Operacional: Programação Linear**. São Paulo: Atlas, 1998.

SILVA, E. L.; MENEZES, Estera Muskat. Metodologia da pesquisa e elaboração de Dissertação. 3 ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SMIT, L. **Iluminação**. Biblioteca Técnica Philips. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos S. A., 1964.

SIQUEIRA, L. **A expressão sócio-cultural na imagem da arquitetura do ocidente de finais de séculos XIX e XX**. Texto especial 073, Maio, 2001. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp073.asp>>. Acesso em 26 jun.2006.

SOUSA, P.T. **Logística Interna: Modelo de reposição semi-automático de materiais e suprimentos um estudo de caso no sesc**. 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

STOCK J. R. **Development and Implementation of Reverse Logistics Programs**. United States of America: Council of Logistics Management, 1998.

STOCK,J.R., **Reverse Logistics in the Supply Chain**. Transport & Logistics, 2001

TACHIZAWA, T. **Gestão Ambiental e Responsabilidade Social: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira**. 3ª ed.revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2005.

TIBOR, T.; FELDMAN, I. **ISO 14000: a guide to the new environmental management standards**. Chicago: Irwin Professional Publishing, 1996. 237 páginas.

VALLE, C. E. **Qualidade Ambiental: Como ser competitivo protegendo o meio ambiente**. São Paulo: Pioneira, 1995, p.11.

VALVERDE, S. R. Elementos de Gestão Ambiental Empresarial. Viçosa: UFV, 2005, p. 84.

VASCONCELOS, J.R.; CÂNDIDO JÚNIOR, J. O problema habitacional no Brasil: Déficit, financiamento e perspectivas, Brasília: IPEA, 1996, 43P. Texto para discussão, n° 410.

Botucatu, 1 de agosto de 2011.

---

Rafael Romagnoli

De Acordo:

---

Prof. Dr. Alexandre Dal Pai  
Orientador

---

Profa. Ms. Bernadete Rossi Barbosa Fantin  
Coordenadora do Curso de Logística