

# A GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E O ECO-DESIGN: ESTUDO DE CASO

**Ana Luiza Enders Nunes Vieira** - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

e-mail: [alenders@uol.com.br](mailto:alenders@uol.com.br)

**Adriane de Assis Lawish** - Doutora em Engenharia Química - Universidade Tecnológica de Berlim, Alemanha - [adriane@unisc.br](mailto:adriane@unisc.br)

Professora orientadora do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

**Jorge André Ribas Moraes** - Doutor em Engenharia de Produção – UFSC

e-mail: [jorge@unisc.br](mailto:jorge@unisc.br)

Professor orientador do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

**Eduardo Baumhardt** – Mestre em Engenharia de Produção – UFSC

e-mail: [eduardo.baumhardt@terra.com.br](mailto:eduardo.baumhardt@terra.com.br)

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC

**Resumo:** O Presente trabalho tem como principal objetivo avaliar os benefícios ambientais decorrentes da utilização de métodos e materiais ecoeficientes na construção civil, utilizando o método GAIA de avaliação da sustentabilidade. O objeto de estudo será a construção de um edifício que dispensará o uso de materiais e técnicas convencionais e contará com tecnologia inovadora desenvolvida pela própria empresa construtora, procurando alcançar soluções economicamente viáveis e ambientalmente corretas e que causem o menor impacto possível. Como resultado, obter-se-á uma avaliação da sustentabilidade, a identificação de oportunidades de melhoria das condições sócio-econômicas e ambientais e também da produtividade da empresa.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Construção civil, Tecnologia.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo estudo prospectivo realizado pela Universidade de São Paulo para o horizonte de 2003-2013, a cadeia produtiva da construção civil representa cerca de 15,5% do PIB (Produto Interno Bruto Nacional). Além de sua importância econômica, a atividade da construção civil também tem relevante papel social, na geração de empregos (representando 6% do total do pessoal ocupado, o que caracteriza o setor como mais empregador do país) e no combate ao déficit habitacional.

Apesar desta significativa representatividade, a indústria da construção civil evolui de forma mais lenta quando comparada a outros ramos industriais. Em parte isso ocorre porque nos demais ramos industriais a produção em série viabiliza a criação de protótipos para a realização de uma série de testes e correções que vão assegurar a qualidade do produto, enquanto na indústria da construção civil o protótipo é o produto final.

O mercado atual exige ótima qualidade dos produtos e exerce enorme pressão pela redução dos preços, levando as empresas construtoras a repensar suas formas de construção, rever suas estruturas gerenciais e se conscientizar da necessidade de mudar conceitos. Fica evidente a necessidade de o setor evoluir como um todo, desde o canteiro de obras até os escritórios que abrigam o setor administrativo, gerencial e a diretoria das empresas construtoras (BAUMHARDT, 2002).

A melhoria contínua proveniente dessa nova preocupação deve voltar sua criatividade para buscar soluções eficazes, procurando desenvolver sistemas construtivos econômicos, produtivos e menos impactantes, que contribuam para a qualidade do produto final.

O uso de ferramentas gerenciais que avaliem qualidade do produto e os aspectos ambientais constitui um grande diferencial competitivo, além de constituir uma necessidade face à escassez de recursos naturais e à busca de qualidade de vida por consumidores cada vez mais conscientes do seu papel na preservação do meio ambiente.

O presente trabalho propõe a utilização de uma ferramenta gerencial para avaliar a sustentabilidade de uma determinada edificação e os benefícios ambientais decorrentes da adoção de conceitos como construção enxuta, ecodesign e ecoeficiência. O edifício que será objeto de estudo, na verdade, é o primeiro projeto de vários outros que a construtora pretende executar tendo como foco a evolução da tecnologia a favor da preocupação com o meio ambiente e da qualidade de vida.

## **2. METODOLOGIA**

O presente estudo baseou-se em trabalho de campo e na aplicação da ferramenta de avaliação da sustentabilidade G.A.I.A - Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais (MORAES, *et. al.*, 2001). Foram acompanhadas todas as etapas do processo produtivo até a fase atual da obra, a fim de identificar os aspectos e impactos ambientais decorrentes da utilização dos materiais e da tecnologia aplicada. Os resultados obtidos foram amplamente discutidos com o corpo administrativo da fábrica, a fim de identificar alternativas viáveis de melhoria do desempenho ambiental, tanto para as etapas seguintes quanto para os novos projetos a serem executados.

A lista de verificação da sustentabilidade do negócio é baseada na análise do ciclo de vida do produto e agrupa informações acerca de fornecedores, processo produtivo,

utilização do produto e destinação do produto pós-consumo. A mesma foi preenchida pela alta administração, gerência e colaboradores. Este primeiro passo tornou possível a identificação do nível de sustentabilidade do negócio e forneceu o embasamento para a análise estratégica ambiental, que irá auxiliar a alta administração na percepção da real situação do empreendimento.

A execução do Mapeamento da Cadeia de Produção e Consumo foi o segundo passo. Através dele foi possível identificar processos mais impactantes, eventuais problemas de fornecimento de matéria-prima, requisitos de qualificação de fornecedores, destino final dos produtos da organização. Também foram verificadas as possibilidades de reaproveitamento, reciclagem e valorização dos resíduos e subprodutos.

O terceiro passo, o Mapeamento do Macro-fluxo do Processo Produtivo, somado ao estudo de entradas e saídas dos processos, deu origem a uma planilha contendo os aspectos e impactos ambientais associados às atividades. Nesta planilha, foram atribuídos valores de significância a cada um dos impactos. Um aspecto ambiental está relacionado a um elemento de uma atividade, produto ou serviço da organização o qual pode ter um impacto benéfico ou adverso sobre o meio ambiente, segundo a definição proposta pela ISO 14.001 (ABNT NBR ISO 14001, 2004).

A próxima etapa foi a classificação dos impactos em ordem de importância, para facilitar a priorização das ações preventivas e/ou corretivas, tratando-os por meio de planos de ação do tipo 5W2H. Os planos apontam oportunidades de melhorias, incluindo soluções criativas e viáveis segundo critérios de ordem técnica, econômica e ambiental, fornecendo subsídios para a estruturação de um sistema de gestão ambiental possível de ser implantado, periodicamente monitorado e aperfeiçoado de forma contínua.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Avaliação do processo produtivo**

O resultado da avaliação foi satisfatório. De acordo com a lista de verificação aplicada, a forma construtiva do edifício apresenta um nível de sustentabilidade de 76%, que corresponde a um BOM nível de desempenho do empreendimento com relação às questões ambientais (Tabela 1).

Tabela 1 – Tabela referencial para classificação da sustentabilidade do negócio

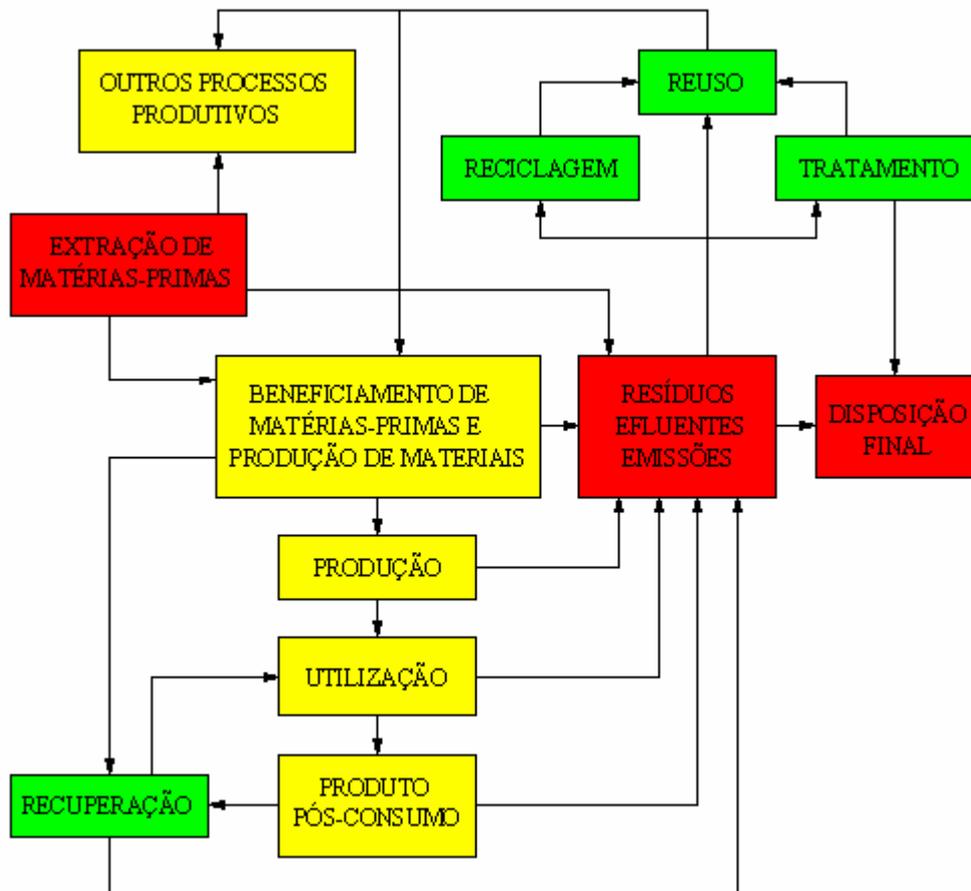
RESULTADO	SUSTENTABILIDADE
Inferior a 30%	CRÍTICA
Entre 30% e 50%	PÉSSIMA
Entre 50% e 70%	ADEQUADA
Entre 70% e 90%	BOA
Superior a 90%	EXCELENTE

Fonte: LERÍPIO, 2000.

Isto significa que o nível de percepção e o comprometimento do corpo administrativo e funcionários estão acima da média. O impacto ambiental associado às atividades é baixo e o nível de poluição é menor que os padrões legais estabelecidos, consequência de um modelo eficiente de gestão que prioriza questões como a disposição adequada de resíduos, prevenção de desperdícios, organização do canteiro de obras e controle da poluição. Os investimentos associados à prevenção da poluição podem gerar lucros reais em médio prazo e uma tendência de aumento da competitividade de mercado. O resultado disto é a conquista de uma boa imagem organizacional junto aos órgãos ambientais e aos consumidores conscientes.

De acordo com o mapeamento da cadeia de produção e consumo, baseado no fluxograma do ciclo de vida do produto (Figura 1), pode-se observar que todas as etapas envolvidas no processo são geradoras de resíduos, efluentes e emissões atmosféricas.

Figura 1 – Fluxograma do ciclo de vida do produto



No fluxograma acima, os quadros destacados em amarelo correspondem às atividades, processos e produtos potencialmente impactantes. Nos quadros destacados em vermelho estão relacionados os possíveis impactos negativos, enquanto os quadros verdes contêm as boas práticas responsáveis pela minimização desses impactos. A tabela 2 contém o Macro-fluxo do processo produtivo da edificação, onde são descritas as atividades, seus aspectos e impactos negativos mais significativos.

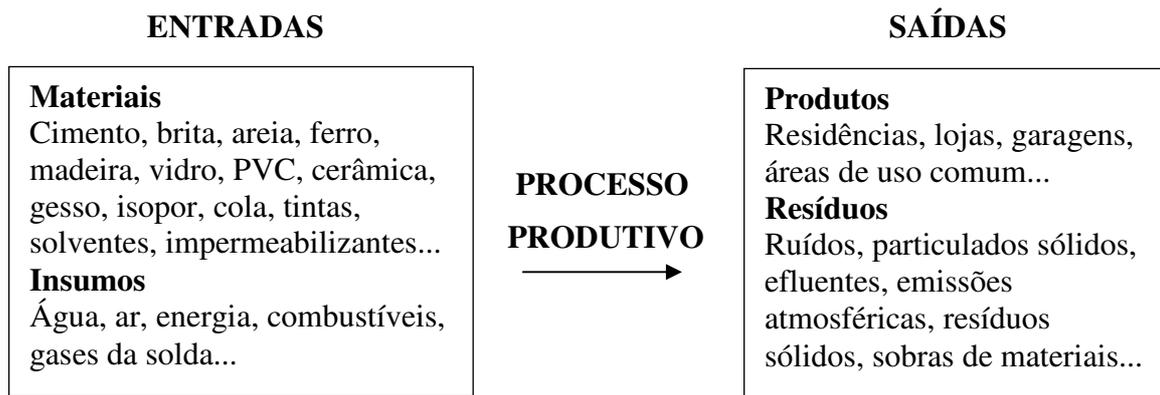
Tabela 2 - Macro-fluxo do processo produtivo da edificação

Atividade	Aspecto	Impacto
Implantação de Infra-estrutura	Uso de combustíveis; consumo de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; remoção da cobertura vegetal; R.O.
Movimento de terras	Uso de combustíveis; geração de poeira; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Descarga de material	Uso de combustíveis; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; ruídos; R.O.
Estocagem	Risco de furto; danos ao material; vazamentos; acúmulo de poeira.	Prejuízos financeiros; desperdício, poluição.
Fundações	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Piso	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Impermeabilização	Consumo de materiais; odores.	Uso de R.N.R.; R.O.
Paredes	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Supra-estrutura	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Cobertura	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Instalações elétricas e telefônicas	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de ferramentas.	Uso de R.N.R.; R.O.
Instalações Hidrossanitárias	Uso de materiais; operação de ferramentas.	Uso de R.N.R.; R.O.
Esquadrias, ferragens e vidros	Uso de materiais; operação de ferramentas.	Uso de R.N.R.; R.O.
Revestimentos	Uso de energia elétrica e de materiais; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.
Pintura	Uso de materiais; operação de ferramentas; odores.	Uso de R.N.R.; R.O.
Limpeza da obra	Uso de energia elétrica; operação de máquinas.	Uso de R.N.R.; poluição; ruídos; R.O.

Legenda: R.N.R. = recursos não-renováveis; R.O.= riscos ocupacionais.

A Figura 2 apresenta o estudo de entradas e saídas dos processos, seguido da relação de alternativas já adotadas com o objetivo de minimizar alguns dos impactos identificados.

Figura 2 – Estudo de entradas e saídas do processo.



Em algumas obras de construção civil, a instalação de infra-estrutura e o movimento de terras talvez sejam as etapas que causem impacto de forma mais direta ao ecossistema, pois muitas vezes incluem a remoção da vegetação nativa, afugentando a fauna local, diminuindo as áreas de sombra e a capacidade de retenção da água da chuva, sobrecarregando as galerias de águas pluviais. Além disso, podem alterar de forma drástica o relevo, a composição do terreno e o nível do lençol freático. A geração de poeira e a emissão de ruídos são inevitáveis.

O terreno onde está sendo construída a edificação possui relevo plano e necessitou apenas de nivelamento e compactação, mas já não possuía a cobertura vegetal original. O índice de verde exigido pela Lei de Uso e Ocupação do Solo foi respeitado e será ajardinado segundo projeto de paisagismo que prioriza a utilização de espécies nativas. Há um sistema instalado no pavimento térreo da edificação, que será responsável pelo pré-tratamento dos efluentes gerados antes que estes sigam para o sistema de saneamento do município.

As atividades de descarga e estocagem ocorrem durante todo o processo produtivo e exigem atenção especial. A descarga é feita com cautela para evitar desperdícios e não danificar os materiais. No caso de materiais pesados e volumosos é executada com o auxílio de um guindaste fixo ao solo que fica permanentemente na obra e auxilia também no transporte do concreto. A estocagem dos materiais é feita em local seguro e livre de intempéries, inclusive a dos resíduos sólidos, que são separados para revalorização ou destinação final adequada.

Para a execução das estruturas (fundação, pilares) foi utilizado o concreto armado. O grande diferencial está nas paredes. Elas são moldadas no local, executadas em concreto aditivado com espumígeno de origem orgânica. Quanto maior a quantidade de espuma, menor a densidade do concreto e, conseqüentemente, o peso e a resistência. A dose de

espuma adicionada é calculada para que a resistência adequada à função não seja comprometida.

A idéia principal é conceber um edifício sem vigas aparentes. A solução para alcançar o partido estrutural imaginado é realizar um escalonamento da relação densidade-resistência, de baixo pra cima do edifício, ou seja, quanto mais próximo da base for o pavimento, maior a resistência do concreto utilizado para sua execução. Quanto mais distante da base for o pavimento, mais espuma é adicionada ao concreto para diminuir o seu peso. Os pilares existirão apenas no pavimento térreo (lojas) e nos pavimentos destinados às garagens. Nos onze pavimentos restantes (apartamentos), as paredes terão função estrutural e travamento feito pelas lajes, que serão constituídas por duas camadas de concreto intercaladas com EPS (Isopor). Com isso, há uma diminuição das cargas verticais e uma melhoria no isolamento acústico entre pavimentos. Embutidas na laje em pontos estratégicos, treliças metálicas reforçam a estrutura do edifício.

Quando comparadas às paredes de blocos cerâmicos convencionais, as paredes que estão sendo executadas apresentam diversas vantagens:

#### Vantagens Comerciais

- Economia no tempo de execução e redução nos desperdícios de material, pois a tubulação para passagem das instalações elétricas e hidrossanitárias é posicionada antes do preenchimento, evitando recortes nas paredes (Figura 3);
- Redução nas despesas com material e mão-de-obra no preparo da superfície para o revestimento, pois as fôrmas utilizadas para a moldagem das paredes têm superfície lisa, o que confere qualidade e regularidade dimensional no acabamento (Figura 4).

Figura 3 – Posicionamento das tubulações elétricas e hidrossanitárias antes do preenchimento da parede.



Figura 4 – Fotografia da remoção das fôrmas das paredes com o auxílio do guincho.



#### Vantagens Ambientais

- Redução na quantidade de matérias-primas;
- Diminuição da variedade na composição dos materiais presentes no produto, aumentando a facilidade de reciclagem no pós-consumo;
- As tecnologias atuais de fabricação do cimento (principal matéria prima nesta edificação) utilizam os resíduos de outros setores industriais em seu processo de fabricação, seja como combustível ou em substituição às matérias primas, através de uma técnica denominada co-processamento;
- Ausência de substâncias tóxicas ou agentes agressivos;
- Capacidade de isolamento térmico, acústico e de resistência ao fogo maior que nas alvenarias simples de blocos cerâmicos, contribuindo para o conforto ambiental.

É importante também ressaltar a contribuição dessa forma construtiva com base na análise ergonômica das atividades, o desgaste físico do operário no levantamento das paredes de alvenaria é menor, assim como o tempo de execução.

### **3.2 Caracterização dos problemas e propostas para soluções**

O principal impacto ao meio ambiente decorrente das atividades observadas é o uso de recursos não renováveis, presente tanto nos materiais de construção como nos combustíveis e na fonte energética utilizados para operação das máquinas. A emissão de particulado sólido e de ruídos e os riscos ocupacionais estão presentes em todas as etapas do processo produtivo, seja em maior ou menor escala, muito embora o atendimento às

normas legais referentes a estas emissões e as condições de segurança no trabalho esteja sendo praticado.

Os planos de ação para a melhoria do desempenho do empreendimento são do tipo 5W2H (Why, When, Where, Who, How, How much) e contêm sugestões de alternativas para a minimização dos impactos ambientais mais significativos e solução das preocupações comerciais mais urgentes. Os planos da Tabela 3 visam minimizar os impactos advindos do processo construtivo, enquanto os da Tabela 4 visam a implantação de tecnologias para minimizar os impactos e preocupações comerciais advindos da fase de utilização do produto.

Tabela 3 – Modelo de plano de ação para a melhoria do desempenho ambiental no processo construtivo.

O que	<b>Substituição de combustíveis convencionais por biocombustíveis.</b>
Por que	São provenientes de fontes não-renováveis.
Quando	Imediatamente.
Onde	Nas máquinas que utilizam combustíveis para funcionamento.
Quem	Gerência, Suprimentos.
Como	Verificar se a tecnologia é compatível ou se necessita adaptação.
Quanto Custa	O preço dos biocombustíveis é o mesmo dos combustíveis convencionais.
O que	<b>Seleção criteriosa de fornecedores e materiais ecoeficientes.</b>
Por que	Agregar valor ao produto final e melhorar a imagem da empresa.
Quando	Já está sendo praticado.
Onde	Em todas as etapas do processo produtivo.
Quem	Administração, Gerência, Suprimentos.
Como	Seleção com base em critérios como a certificação das empresas pelas normas ISO 14001 e dos produtos por selos de qualidade ambiental. Preferência por produtos menos agressivos à saúde do trabalhador e ao meio-ambiente, como as tintas à base de água e materiais reciclados.
Quanto Custa	Aproximadamente 15 a 20% a mais em relação aos não certificados.
O que	<b>Eliminar a terceirização da fabricação do concreto.</b>
Por que	Reduzirá: a dependência da empresa construtora em relação aos fornecedores; os custos do concreto; os impactos das atividades logísticas.
Quando	O projeto da central de processamento está em fase de elaboração de orçamento.
Onde	No canteiro de obras.
Quem	Administração e Gerência.
Como	Instalação de uma central de processamento de concreto própria.
Quanto Custa	Representará economia de aproximadamente 40%.

Tabela 4 – Modelo de plano de ação para a melhoria do desempenho ambiental no na fase de utilização do produto.

O que	<b>Reaproveitar a água da chuva.</b>
Por que	Redução do desperdício de água potável para a lavagem de piso das áreas de uso comum e irrigação de áreas verdes.
Quando	Fases de instalações elétricas, hidrossanitárias e cobertura da obra.
Onde	Calhas na coberta do edifício; reservatório e bomba no pavimento térreo.
Quem	Administração e Gerência.
Como	Coletar através de calhas e armazenar num reservatório.
Quanto Custa	Aproximadamente 10 mil reais a implantação do sistema.
O que	<b>Utilização de energia limpa e renovável para o aquecimento de água.</b>
Por que	Agregar valor ao produto final e melhorar a imagem da empresa.
Quando	Fases de instalações elétricas, hidrossanitárias e cobertura da obra.
Onde	Na coberta do edifício.
Quem	Administração e Gerência.
Como	Instalação de sistema de captação de energia solar e aquecimento de água.
Quanto Custa	Aproximadamente 35 mil reais para um empreendimento deste porte. A economia de energia proporciona retorno do investimento em 3 anos, em média.

Além da realização das melhorias sugeridas no plano de ação, vale ressaltar a importância da realização de programas de conscientização junto aos colaboradores quanto à racionalização no uso de materiais e insumos, o que leva à redução de desperdícios e conseqüente diminuição da geração de resíduos, trazendo benefícios ambientais e econômicos para todos os envolvidos no processo.

Recomenda-se também a avaliação contínua do processo produtivo por meio do acompanhamento de Indicadores de sustentabilidade do meio ambiente construído, pois, segundo Silva (2007), os mesmos descrevem os seus impactos ambientais, econômicos e sociais para projetistas, proprietários, usuários, gestores e demais partes interessadas da indústria de construção.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O produto da construção civil é considerado um bem de consumo durável, apresentando, normalmente, um tempo de utilização muito extenso: as possibilidades de recuperação são grandes e geralmente praticadas ao longo de sua utilização. Durante todo o ciclo de vida do produto, há possibilidade de reaproveitamento e de reciclagem de

subprodutos e resíduos para revalorização no mesmo processo ou em outros processos produtivos.

A aplicação do método de avaliação na fase inicial da obra trouxe uma grande vantagem: os resultados irão auxiliar nas tomadas de decisões para as etapas posteriores. No caso específico do empreendimento em questão, há ainda uma outra vantagem: o total interesse do empreendedor e a disponibilidade de investimentos em pesquisas e aplicação de novos materiais e tecnologias. Uma das evidências disto é a preocupação com o ecodesign: a opção pela redução na variedade de materiais e sua composição simplificada, tanto facilitam a construção e a manutenção como possibilitam o reaproveitamento e a reciclagem, em parte, do produto pós-consumo.

O ato de reduzir, reutilizar ou reciclar diminui refugos e desperdícios, incentiva a criatividade, a redução de custos, um melhor planejamento dos processos, resultando em reconhecimento pelo mercado cada vez mais exigente e restritivo.

De posse de argumentos como este, é possível conscientizar empresários, colaboradores e usuários de que a adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo não traz benefícios apenas ao meio ambiente e à imagem da empresa, mas também à qualidade de vida que o produto final pode oferecer a todos que, direta ou indiretamente, irão interagir com o ecossistema no qual a edificação está inserida, sejam eles moradores, funcionários, vizinhos, visitantes ou transeuntes.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 14004: Sistema de Gestão Ambiental - Diretrizes Gerais sobre Princípios, Sistemas e Técnicas de Apoio*. Rio de Janeiro, 1996.

BAUMHARDT, Eduardo Oscar. *Sistemática para operacionalização de técnicas e conceitos da Construção Enxuta*. 2002. 149 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MORAES, Jorge André Ribas, *et. al.* O Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais – GAIA como forma de desenvolver ações de controle ambiental. *Revista Tecno-lógica*, Santa Cruz do Sul – UNISC, v. 5, n.1, p. 17-36, jul. 2001.

SILVA, Vanessa Gomes da. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. *Ambiente Construído*, Porto Alegre. V. 7, n. 1, p. 47-66, jan./mar. 2007.

Estudo Prospectivo da Cadeia da Construção Civil. Desenvolvido pela Escola politécnica da Universidade de São Paulo através do Departamento de Engenharia de Construção Civil. Disponível em: <<http://prospectiva.pcc.usp.br/>>. Acesso em: 03 mar. 2008.