



DIRETRIZES PARA A SUSTENTABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Juliana Machado de Vilhena (1); Paulo Roberto P. Andery (2);

(1) Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: julianamvilhena@terra.com.br

(2) Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – Escola de Engenharia – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil – e-mail: paulo@demc.ufmg.br

RESUMO

Proposta: A estratégia para a introdução de uma metodologia nacional de avaliação de impactos ambientais de edifícios iniciou-se quando o Brasil formalizou a sua integração ao projeto *Green Building Challenge* durante a Conferência *Sustainable Building 2000*. Desde então novas implementações foram elaboradas para se adequarem ao contexto nacional e refletirem as necessidades da agenda brasileira. Uma nova metodologia desenvolvida por SILVA (2003) ampliou o escopo tradicional de avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade de edifícios através da incorporação de aspectos sócio-econômicos. No entanto uma interface de avaliação ainda está em desenvolvimento. Além disso, a consulta às partes interessadas na construção civil do estado de São Paulo revelou a carência de ferramentas de orientação para o mercado no ciclo de vida das edificações, principalmente para a etapa de projeto. O objetivo deste trabalho é, portanto, definir diretrizes para a sustentabilidade das edificações capazes de orientar clientes, incorporadores, projetistas, construtores, fornecedores e usuários na tomada de decisões em cada fase do ciclo de vida do empreendimento.

Método de pesquisa/Abordagens: Revisão bibliográfica dos métodos internacionais de avaliação ambiental e da pesquisa brasileira SILVA (2003). **Resultados:** Elaboração de uma planilha de diretrizes para a sustentabilidade das edificações e aplicação destas diretrizes em um estudo de caso.

Contribuições/Originalidade: Disposição de uma ferramenta capaz de orientar projetistas e demais agentes envolvidos na produção de edifícios, assim como usuários e gestores de operação na busca de metas sustentáveis.

Palavras-chave: diretrizes, edifícios, sustentabilidade.

ABSTRACT

Propose: The strategy to introduce a national methodology of Building Construction Environment Impact Assessment began when Brazil formally joined the Green Building Challenge Program at the Sustainable Building 2000 Conference. Since then, new implementations were created and proposed in order to align and fulfill the demands of the Brazilian Agenda. A new methodology developed by SILVA (2003) has amplified the traditional environmental assessment of Buildings to a Sustainable Environmental Assessment of Building through the implementation of Social and Economical analysis on it. However, a evaluation interface is still under development. In addition, a research with the players of the Civil Construction in the State of São Paulo, showed up a lack of Market Oriented Tools concerning the life cycle of edifications, specially on the design stage. The goal of this paper is to introduce guidelines (and milestones) in order to align the decision making process of all the construction players (customers, architects, design engineers, suppliers, contractors and users), from each stage of the life cycle of the construction investment, with the sustainability of the edifications.

Methods: Bibliographic Review of the international environmental assessment method and Bibliographic Review of the Brazilian research SILVA (2003). **Findings:** Development of a milestone table oriented to the sustainability of edifications and the use of these milestones in a case analysis.

Originality/value: Presentation of a tool able to guide architects and the rest of players of building construction, including users and operational managers, through sustainable goals.

Keywords: guidelines, buildings, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Os empreendimentos da construção civil são atualmente um dos maiores causadores de impactos ao meio ambiente. As atividades relacionadas à construção, operação e demolição de edifícios promovem a degradação ambiental através do consumo excessivo de recursos naturais e da geração de resíduos. A necessidade de minimização dos impactos ambientais gerados pelas edificações e a difusão dos conceitos de desenvolvimento sustentável levaram o setor a buscar construções com melhor desempenho ambiental.

O desenvolvimento sustentável definido pela Comissão de Brundtland¹ em 1987 foi amplamente divulgado para assegurar que o desenvolvimento econômico e social se processasse de modo ambientalmente sustentável. Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992 (ECO'92), foi aprovada a Agenda 21 que consiste em um documento elaborado em consenso entre governos e instituições da sociedade civil de 178 países para assegurar a sustentabilidade mundial a partir do século 21. No setor da construção civil, as interpretações da Agenda 21 mais relevantes são: a “*Agenda Habitat II*”, assinada na Conferência das Nações Unidas realizada em Istambul em 1996; a CIB² “*Agenda 21 on Sustainable Construction*”, uma agenda para o setor da construção civil publicada em 1999 e a CIB/UNEP³ “*Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries*” (SILVA, 2003). Segundo a Agenda 21 do CIB, a indústria da construção e o ambiente construído são fundamentais para o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Na década de 90, países europeus, EUA e Canadá desenvolveram as primeiras metodologias de avaliação ambiental de edifícios para auxiliar no cumprimento de metas ambientais locais estabelecidas a partir da ECO'92. Com a difusão dos conceitos de projeto ecológico (Green Design) e construções verdes (Green Building), as avaliações ambientais se tornaram necessárias para quantificar e qualificar os investimentos e benefícios da construção sustentável. No entanto, segundo SILVA *et al.* (2002), os principais sistemas de avaliação internacionais concentram-se exclusivamente na *dimensão ambiental* da sustentabilidade. Mas, no caso do Brasil deve-se saltar da avaliação ambiental para a avaliação de sustentabilidade dos edifícios e contemplar também os aspectos sociais e econômicos relacionados à produção, operação e modificação do ambiente construído.

A aplicação de sistemas de avaliação ambiental de edifícios se tornou uma prática em diversos países da Europa, assim como nos Estados Unidos, Canadá, Austrália e Japão. O mais conhecido dos sistemas de avaliação ambiental de edifícios é o BREEAM (Buiding Research Establishmnet Environmental Assessment Method) criado no Reino Unido em 1990. O BREEAM foi pioneiro e embasou vários sistemas orientados para o mercado como o LEEDTM (Leadership in Energy and Environmental Design) elaborado por membros do US Green Buiding Council (USGBC) em 1999 e o CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency) apresentado em 2002 pela Japan Sustainability Buiding Consortium (JSBC). Entre os métodos orientados à pesquisa metodológica estão: o BEPAC (Building Environmental Performance Assessment Criteria) de 1993 e seu sucessor, o GBC (Green Building Challenge) desenvolvido por um consórcio internacional iniciado pelo Canadá em 1996.

O GBC procura diferenciar-se como uma nova geração de sistemas de avaliação, desenvolvido especificamente para ser capaz de refletir as diferentes prioridades, tecnologias, tradições construtivas e valores culturais de diferentes países ou regiões em um mesmo país. O GBC desenvolve uma metodologia de avaliação que pode ser incrementada ou simplificada para atender às necessidades de cada local. O objetivo geral deste sistema é prover uma base metodológica sólida e a mais científica possível, dentro das limitações atuais de conhecimento (Silva, 2002). As pesquisas desenvolvidas pelo

¹ Também conhecida como World Commission on Environment and Development (WCED). Em menção a Gro Harlem Brundtland, coordenadora dos trabalhos e então Primeira-Ministra da Noruega. Esta comissão elaborou o documento denominado “Our Common Future”, o qual tem servido de guia para a teoria e prática do desenvolvimento sustentável.

² International Council for Research and Innovation in Building and Construction.

³ United Nations Environment Programme

GBC são divulgadas nas conferências internacionais *Sustainable Buildings* (SB) que ocorrem periodicamente e envolvem a participação de diversos países.

O Brasil formalizou a sua integração ao projeto GBC durante a Conferência *Sustainable Building* 2000 com a apresentação das intenções e estratégias da equipe brasileira para o desenvolvimento de uma metodologia nacional de avaliação de impactos ambientais de edifícios. Uma nova metodologia desenvolvida por SILVA (2003) ampliou o escopo tradicional de avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade de edifícios através da incorporação de aspectos sócio-econômicos. Segundo SILVA (2003), é fundamental desenvolver um método *a luz das prioridades, condições e limitações brasileiras*. Através das questões metodológicas exploradas nos modelos internacionais, e em consulta às partes interessadas da construção civil no Estado de São Paulo, delinearam-se as diretrizes para o desenvolvimento de um método nacional de avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar diretrizes para a sustentabilidade das edificações capazes de orientar clientes, incorporadores, projetistas, construtores, fornecedores e usuários na tomada de decisões em cada fase do ciclo de vida do empreendimento. O conhecimento destas diretrizes estabelece as responsabilidades de cada agente e a integração dos mesmos em busca do cumprimento de metas sustentáveis. Para finalizar, será apresentada a aplicação de algumas das diretrizes propostas em um breve estudo de caso.

3. PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA A SUSTENTABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

A elaboração desta proposta surgiu da necessidade de se conhecer melhor as diretrizes sustentáveis capazes de serem aplicadas no processo de construção das edificações em busca de menores impactos ambientais e maior qualidade do ambiente construído. Através do estudo de metodologias internacionais de avaliação ambiental e de pesquisas brasileiras no desenvolvimento de métodos nacionais foi desenvolvida esta proposta que visa incentivar o mercado na adoção de práticas sustentáveis.

As diretrizes das tabelas que serão apresentadas a seguir se baseiam na pesquisa SILVA (2003) que desenvolveu uma metodologia nacional, na qual se delineou os indicadores ambientais, sociais, econômicos e de gestão de acordo com a consulta às partes interessadas na construção civil do estado de São Paulo. Um sistema de Avaliação de Sustentabilidade para edifícios brasileiros foi apresentado no X Entac e no site do Sinduscon-SP⁴ através do *Formulário de Avaliação de Sustentabilidade*. No entanto, esta interface de avaliação ainda se encontra em desenvolvimento e o presente trabalho pretende apenas auxiliar projetistas e construtores e não avaliar as edificações. Desta forma, foram desenvolvidas tabelas de fácil compreensão capazes de orientar os agentes da construção civil na tomada de decisões em busca de edifícios mais sustentáveis. O modelo permite uma visão geral dos aspectos de sustentabilidade ao longo de todo o processo de construção dos edifícios, facilitando a integração e colaboração entre os agentes no atendimento das metas do empreendimento.

O objetivo deste trabalho é, portanto, ser uma ferramenta na prática cotidiana de arquitetos e engenheiros capaz de difundir os conceitos e as possibilidades da construção sustentável. Esta ferramenta poderá ser aplicada a toda tipologia de edificação funcionando como um checklist. Mesmo que algumas edificações não sejam avaliadas e certificadas futuramente, a busca por projetos e obras mais sustentáveis contribuirá com a diminuição dos impactos ambientais gerados pela produção de edifícios.

⁴ SINDUSCON-SP - SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Meio Ambiente – Construção Sustentável – Avaliação de Sustentabilidade nas Edificações (download programa para avaliação de edifícios). (Site Internet: www.sindusconsp.com.br)

A Tabela 1 sintetiza um *modelo de diretrizes para a sustentabilidade das edificações* que relaciona as diretrizes ambientais, sociais, econômicas e institucionais capazes de promover edifícios sustentáveis. Este modelo aborda os parâmetros de sustentabilidade em cada uma das etapas do ciclo de vida das edificações, evidenciando as responsabilidades de cada agente do processo. A etapa final de demolição e reuso não é considerada devido às dificuldades de avaliação e controle após o fim do período de ocupação dos edifícios, sendo considerados os impactos até a etapa de uso e operação.

As diretrizes para a sustentabilidade das edificações apresentadas na Tabela 1 serão detalhadas em cada fase do empreendimento por meio de uma lista de itens de controle estabelecidos em cada categoria. As *diretrizes ambientais* relacionam o uso de recursos naturais nas categorias 1) uso do solo e alteração da ecologia local; 2) energia; 3) água e 4) materiais e 5) cargas ambientais. As *diretrizes sociais* são analisadas nas categorias 6) qualidade do ambiente interno; 7) qualidade do ambiente externo; 8) qualidade dos serviços e 9) sistema de gestão da qualidade, e relacionam os impactos gerados sobre os usuários, operários e sociedade. Esta última categoria é mais abrangente e envolve também a produtividade no canteiro, a melhoria do produto oferecido e a integração de práticas de controle da qualidade ao processo indicando as *diretrizes econômicas* do empreendimento. As categorias 10) sistema de gestão ambiental e aspectos de sustentabilidade e 11) responsabilidade social e desenvolvimento econômico definem as *diretrizes institucionais* por abordarem o comprometimento e a proatividade em sustentabilidade por parte das empresas.

Tabela 1 – Diretrizes para a Sustentabilidade das Edificações

<i>Ciclo de Vida das Edificações</i> X DIRETRIZES	PLANEJAMENTO (Fase 01) Concepção, Viabilidade Proposta	PROJETO (Fase 02) Estudo Preliminar Anteprojeto Projeto Legal Projeto Executivo	CONSTRUÇÃO (Fase 03) Execução	OPERAÇÃO (Fase 04) Desempenho e Manutenção
AMBIENTAIS	<p><i>Uso de recursos naturais:</i></p> <p>1) <u>Implantação</u>: uso do solo e alterações da ecologia e biodiversidades locais;</p> <p>2) <u>Energia</u>: eficiência energética e fontes renováveis; 3) <u>Água</u>: Conservação e reuso;</p> <p>4) <u>Materiais</u>;</p> <p>5) <u>Cargas ambientais</u>: poluição, resíduos de construção / demolição e efluentes.</p>			
SOCIAIS	<p><i>Impacto sobre os usuários:</i></p> <p>6) <u>Qualidade do Ambiente Interno</u></p> <p>7) <u>Qualidade do Ambiente Externo</u>: acessibilidade, contexto de transporte</p> <p>8) <u>Qualidade dos Serviços</u>: manutenção do desempenho, flexibilidade e adaptabilidade, controlabilidade dos sistemas e impactos nos sítios adjacentes.</p>			
ECONÔMICAS E SOCIAIS	<p>9) <u>Sistema de Gestão da Qualidade</u>: <i>melhoria do produto oferecido / custos ciclo de vida investimentos, agregação de valor e benefícios; integração de práticas de controle de qualidade ao processo; produtividade no canteiro; impacto sobre os operários (satisfação, saúde, segurança e ambiente de trabalho); impacto sobre a sociedade (relacionamento com a comunidade, clientes e usuários finais e fornecedores).</i></p>			
INSTITUCIONAIS	<p>10) <u>Sistema de Gestão Ambiental e Aspectos de Sustentabilidade</u>: <i>integração de gestão ambiental ao planejamento do processo; sustentabilidade como prioridade corporativa; proatividade em sustentabilidade.</i></p> <p>11) <u>Responsabilidade Social e Desenvolvimento Econômico</u>: <i>relacionamento com a comunidade local e sociedade, contribuição para a construção de comunidades estáveis, valorização e investimento em recursos humanos.</i></p>			

As Tabelas apresentadas a seguir (Tabelas 2; 3; 4 e 5) apontam os itens de controle estabelecidos por cada categoria (1 a 11) da Tabela 1. Os itens de controle de cada categoria definem metas para minimizar os impactos ambientais gerados pela produção de edifícios promovendo construções mais sustentáveis.

Tabela 2 – Diretrizes Ambientais

Ciclo de Vida das Edificações X Diretrizes Ambientais	PLANEJAMENTO (Fase 01)	PROJETO (Fase 02)	CONSTRUÇÃO (Fase 03)	OPERAÇÃO (Fase 04)
1) Implantação: Uso do Solo e Alterações da Ecologia e Biodiversidades Locais <i>* uso de recursos naturais</i>	<u>1.1) Uso do Solo:</u> → Natureza do projeto; → Facilidade de acesso ao transporte público. <u>1.2) Ecologia Local:</u> → Avaliar o impacto do empreendimento sobre habitats e espécies; → Prever ações específicas para proteger / melhorar a ecologia local (habitat e espécies). <u>2) Energia:</u> Eficiência Energética e Fontes Renováveis <i>* uso de recursos naturais</i>	<u>1.1) Uso do Solo:</u> → Área total de solo ocupado + afetado pelo edifício e atividades relacionadas (m^2); → Eficiência no uso do solo (m^2 terreno / m^2 construído); → Área construída / usuário; → Área impermeável do terreno; → Vagas estacionamento / área construída. <u>1.2) Ecologia Local:</u> → Área de paisagismo com espécies locais / área verde total: % (melhoria de biodiversidade); → Em sítios não desenvolvidos anteriormente: 1) calcular a área de perturbação (incluindo movimentos de terra e limpeza de vegetação): %; 2) porcentagem de área não afetada pelo empreendimento em que a biodiversidade e a ecologia originais (árvores, cerca-vivas, lagos, córregos, etc) foram mantidas e adequadamente protegidas durante a construção; → Em sítios desenvolvidos, calcular a área de plantio de vegetação nativa ou adaptada, em relação à área não construída. <u>2.1) Medidas de economia de energia incorporadas no projeto, como:</u> → Dispositivos energeticamente eficientes para iluminação e para condicionamento de ar; → Soluções energeticamente eficientes para ventilação; → Isolamento adequado; → Uso de fontes renováveis; → Implantação adequada em função das condições climáticas (orientação solar e vento). <u>2.2) Definição de uma meta de projeto:</u> → quanto ao consumo de energia; → quanto ao uso de energia renovável.	<u>1.2) Ecologia Local:</u> → Execução do paisagismo e do projeto de áreas externas para redução de ilhas de calor. <u>2.1) Medidas de economia de energia incorporadas na etapa de construção:</u> → Dispositivos energeticamente eficientes para iluminação e condicionamento de ar; → Uso de equipamentos eficientes; → Monitoramento do uso de energia; → Uso de fontes renováveis; → Treinamento e conscientização da equipe; <u>2.2) Definição de uma meta de consumo de energia para a etapa de construção:</u> → Controle trimestral e global da meta prevista; → Energia não renovável utilizada na construção do edifício por m^2 construído (KWh/m^2).	<u>2.1) Definição de uma meta de consumo de energia:</u> → Controle trimestral e global da meta; → Consumo mensal de energia não renovável utilizada na operação do edifício, por área útil ($Kwh/m^2/mês$); → Consumo mensal de energia para operação do edifício vindo de fontes renováveis em porcentagem. <u>3.1) Medidas de economia de água incorporadas na construção:</u> → Dispositivos economizadores; → Medição setorizada e monitoramento do consumo de água; → Procedimentos regulares para identificar e reparar vazamentos; → Treinamento e conscientização da equipe; <u>3.2) Definição de meta de consumo de água para a etapa da construção:</u> → Medição do consumo mensal de água na fase de canteiro, por m^2 construído (m^3/m^2); → Controle e verificação da meta de consumo por trimestre e ao final da obra, controle global; <u>3.3) Medidas de gestão de água de chuva incorporadas na etapa da construção:</u> → Infiltração: uso de pavimentos permeáveis; → Retenção: reservatório enterrado; → Retenção por criação de áreas alagáveis; → Filtragem / tratamento no próprio sítio: faixas vegetadas filtrantes ou 2) bioswales. <u>3.4) Conservação de água:</u> → Previsão de coleta e tratamento de água da chuva para uso em irrigação, descargas sanitárias e usos não potáveis; → Tratamento e reuso de água servida para descarga sanitária; → Sistemas de drenagem mais sustentáveis.
AMBIENTAIS				

<p>4) Materiais</p> <p>* uso de recursos naturais</p>	<p>→ Não utilização de materiais reconhecidamente danosos ao meio ambiente como isolantes e madeiras de espécies ameaçadas; → Porcentagem de materiais específicados com base no “melhor valor” que inclui considerações do seu impacto ambiental, como: locais (<150km), rapidamente renováveis, madeira certificada, reutilizáveis, renováveis, biodegradáveis, conteúdo reciclado, no projeto de: a) Estruturas; b) Vedações; c) Piso ; d) Cobertura; → Seleção de materiais usados internamente (pisos, forros, pintura, isolamento, colas, adesivos, solventes e impermeabilizações) com base em emissões de VOCs e componentes respiráveis; → Reutilização de materiais e componentes em condições adequadas para estruturas, vedações, pisos e cobertura; → Análise do Ciclo de Vida dos materiais.</p>	<p>→ Detalhamento dos materiais utilizados (agregados, alvenaria, madeira, outros) em porcentagem com: a) materiais reutilizados /reciclados vindos do próprio canteiro; b) materiais reutilizados /reciclados vindos de fontes locais (raio de 150Km); c) novos materiais (virgens) vindos de fontes locais (raio de 150 Km);</p> <p>→ Materiais reciclados: a) Aço - % (teor reciclado); b) Alumínio - % (teor reciclado);</p> <p>→ Uso de produtos novos de madeira provenientes de fontes de manejo sustentável (%);</p> <p>→ Consumo de materiais por unidade de área útil construída (área de vassoura).</p> <p>→ Porcentagem da massa de resíduos de uso separados e encaminhados para reciclagem externa;</p> <p>→ Resíduos de uso do edifício (papel, vidro, plástico e metais) por unidade de área útil construída: Kg/ocup *ano e Kg/m² *ano.</p> <p><u>5.1) Medidas para a redução e controle de resíduos incorporados na etapa de construção:</u> → Minimização de resíduos; → Facilidades para segregação e reciclagem; → Facilidades para reuso.</p> <p><u>5.2) Definição de uma meta de redução de resíduos para a etapa de construção:</u> → Controle trimestral da meta e ao final da obra, controle global; → Medição da quantidade de resíduos de construção gerados, por unidade de área útil construída (Kg/m²) e em relação a massa de materiais adquiridos (%);</p> <p><u>5.3) Reciclagem de resíduos:</u> → Porcentagem de massa do material removido na limpeza do terreno que recebeu disposição adequada; → Porcentagem de massa dos resíduos gerados por demolição (inclui desconstrução do canteiro) que foram reciclados, recuperados para reutilização e/ou encaminhados para reciclagem;</p> <p>→ Porcentagem de massa dos RCD (fora madeira) que foram reutilizados ou reciclados dentro do próprio canteiro; → Porcentagem de massa dos RCD (fora madeira) que foram encaminhados para reciclagem ou reutilização externa (inclui embalagens); → Porcentagem de massa de madeira recuperada dos RCD para reutilização futura ou para reutilização externa;</p> <p><u>5.4) Dispositivos para tratamento de água residual:</u></p> <p>→ Dispositivos para tratamento de água residual do processo de construção (água residual de concretagem, água siltosa) no próprio sítio antes de ser encaminhada para a rede pública; → Dispositivos para tratamento de água da chuva no próprio terreno antes de ser lançada para a rede pública; → Dispositivos para tratamento de resíduos sanitários (água negra) no próprio terreno antes de ser encaminhada para a rede pública.</p>
	<p>5) Cargas Ambientais:</p> <p>Poluição, Resíduos de Construção/Demolição (RCD) e Efluentes</p>	

Tabela 3 – Diretrizes Sociais

Ciclo de Vida das Edificações X Diretrize Sociais	PLANEJAMENTO (Fase 01)	PROJETO (Fase 02)	CONSTRUÇÃO (Fase 03)	OPERAÇÃO (Fase 04)
6) Qualidade do Ambiente Interno * impacto sobre os usuários		6.1 Iluminação natural: → Cálculo das aberturas para permitir suficiente iluminação natural em todos os espaços projetados com correta orientação. 6.2) Ventilação natural: → Estudo da forma e da orientação do edifício para: a) maximizar a exposição do edifício às correntes de vento através da correta orientação; b) utilizar dispositivos arquitetônicos que direcionem o fluxo de ar para o interior; c) projetar espaços fluidos que permitam a circulação do ar entre os ambientes internos e destes com o exterior; d) promover a ventilação vertical para retirada do ar quente através de aberturas em diferentes níveis. 6.3) Conforto térmico: → uso de proteções solares internas e externas (cortinas e persianas, brises, light shelf) capazes de bloquear a radiação direta, reduzir o ganho de calor solar e o efeito estufa e uniformizar a distribuição de de luz natural; → uso de equipamentos e dispositivos energeticamente eficientes para o condicionamento do ar. 6.4) Ruído: → uso de dispositivos para reduzir o nível de ruído ou reverberação. 6.5 Contato visual com o exterior: → uso de aberturas nos espaços de permanência e trabalho que permitam contato visual com o exterior.	→ Plano de gestão da qualidade do ar interno durante o processo de construção.	6.1 Iluminação natural: → % área de ocupação primária em distância de até 2H, onde H é a altura da janela ou onde haja boa iluminação natural vindas de clarabóias; 6.2) Ventilação natural: → % área de ocupação primária que tenha relação área de janelas operáveis / área de piso acima de 17%; 6.3) Conforto térmico: → Número de dias por ano em que a temperatura em áreas de ocupação primária fica fora da faixa 19°C - 29°C; 6.4) Ruído: → % área de ocupação primária em que o nível de ruído ou reverberação não perturba a conversação normal; 6.5 Contato visual com o exterior: → % área de ocupação primária a menos de 6 metros de janelas para o exterior (exceto clarabóias).
7) Qualidade do Ambiente Externo (acessibilidade, contexto de transporte)				
8) Qualidade dos Serviços (manutenção do desempenho, flexibilidade, controlabilidade dos sistemas e impactos nos sítios adjacentes)		8.1) Responsabilidade na edificação do ambiente construído: → Planejamento do uso da edificação e previsibilidade de alterações; → Liberdade e flexibilidade de uso no decorrer do tempo pós-construção.	→ Projeto com previsão de diferentes usos além do original ao longo do tempo e flexibilidade da planta e estrutura da edificação para possibilitar mudanças e adaptações com facilidade e reproveitamento dos espaços.	→ Manutenção das metas de desempenho; → Controle dos sistemas; → Manutenção dos sistemas e reformas no edifício; → Reutilização e adaptação dos espaços do edifício para continuidade do uso.

Tabela 4 – Diretrizes Econômicas e Sociais

Ciclo de Vida das Edificações X Diretrizes Econômicas	PLANEJAMENTO (Fase 01)	PROJETO (Fase 02)	CONSTRUÇÃO (Fase 03)	OPERAÇÃO (Fase 04)
9) Sistema de Gestão da Qualidade <ul style="list-style-type: none"> 9.1) Plano de consulta ao usuário final: <ul style="list-style-type: none"> → Pesquisas de opinião do usuário final; → Análise de banco de dados. 9.2) Implementar práticas de controle de qualidade: <ul style="list-style-type: none"> → Seleção de empresas e profissionais que atendam ao SGQ e ao SGA; → Coordenação dos projetos. 	9.1) Melhoria do Produto Oferecido: <ul style="list-style-type: none"> → Redução de prazos com maior previsibilidade (tempo de conclusão do projeto / planejado: %); → Redução de custo ao longo do ciclo de vida, com maior previsibilidade (custo / m² construído – orçamento previsto); → Uso de materiais locais (porcentagem do custo total de materiais); 	9.1) Melhoria do Produto Oferecido: <ul style="list-style-type: none"> → Desempenho do empreendimento em relação ao orçamento previsto (custo/m² construção); → Verificar no ato da entrega e após período de retificação, problemas como: falha estrutural, revestimentos e trincas, rejunte e pequenos defeitos e comparação dos dados com a média da empresa; → Número de reclamações de vizinhos e ações judiciais movidas contra a empresa por clientes e usuários, por unidade de valor agregado (qtd/R\$); 	9.2) Integração de práticas de controle da qualidade ao processo: <ul style="list-style-type: none"> → Verificar se a etapa da construção segue um SGQ certificado (ISO 9001); → Realizar testes na pré entrega de sistemas de condicionamento e ventilação artificial; → Desenvolver protocolos de verificação de desempenho de conformidade de qualidade ao processo; 	9.1) Melhoria do Produto Oferecido <ul style="list-style-type: none"> → Comparação entre o custo de operação real / planejada global e trimestral (R\$/m²); → Custo de manutenção real / planejado global e trimestral (R\$/m²); <p>9.2) Número de reclamações de usuários finais e clientes, por unidade de valor agregado (qtd/\$).</p> <p><u>9.2) Integração de práticas de controle da qualidade ao processo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Planejamento da operação e manutenção do edifício: 1) programa de manutenção preventiva dos sistemas e equipamentos consumidores de água e energia; 2) treinamento do pessoal de manutenção e operação. <p><u>9.3) Investimento, agregação de valor e benefícios da sustentabilidade:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Custo de produção em m² “sustentável” / m² convencional (%); → Valor de venda m² “sustentável” / m² convencional (%); → Porcentagem de aumento do custo como investimento em sustentabilidade (%); → Valor agregado / unidade de valor de vendas (%); <p><u>9.4) Produtividade no canteiro:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Horas.homens/m²; → Horas de retrabalho ou gasta em correção de defeitos pré entrega (em % custo total obra); <p><u>9.5) Situação empregatícia dos operários:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Porcentagem de empregados formais / total; → Gastos com benefícios empregados formais (em % folha de pagamento empregados formais); <p><u>9.6) Saída, segurança e local de trabalho:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Taxa de frequência de acidentes (ARF) no canteiro; → Atendimento às exigências da legislação trabalhista e prevenção de acidentes e doenças de trabalho no canteiro e/ou na cadeia de fornecedores; → Plano de Ação Emergencial com treinamento de funcionários sobre como proceder em caso de incidente de emergência. <p><u>9.7) Satisfacção dos operários e treinamento:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Implementação de práticas para avaliação da satisfacção dos funcionários; → Satisfacção média dos funcionários com: pontualidade no pagamento, pacote de salários e benefícios, saúde e segurança no local de trabalho, igualdade de oportunidades e valorização de RH; → Programa para melhoria contínua da satisfacção dos funcionários; → Treinamento profissional e/ou treinamento ambiental para pessoal contratado; → Programa para reduzir a rotatividade de operários; <p><u>9.8) Satisfacção dos clientes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Implementação de prática para avaliação da satisfacção dos clientes; → Satisfacção média dos clientes com: pontualidade na entrega, qualidade do produto, retorno do investimento, valor agregado, relacionamento à longo prazo; <p><u>9.9) Relacionamento com fornecedores:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → Satisfacção média dos fornecedores com: pontualidade no pagamento, relaçao de trabalho, tratamento justo e igual entre fornecedores, comunicação eficiente, relacionamento a longo prazo.
ECONÔMICAS E SOCIAIS				

Tabela 5 – Diretrizes Institucionais

<i>Ciclo de Vida das Edificações X Diretrizes Institucionais</i>	PLANEJAMENTO (Fase 01)	PROJETO (Fase 02)	CONSTRUÇÃO (Fase 03)	OPERAÇÃO (Fase 04)
10) Sistema de Gestão Ambiental (SGA) e Aspectos de Sustentabilidade * Integração de gestão ambiental ao planejamento do processo * Sustentabilidade como prioridade corporativa * Proatividade em Sustentabilidade	<p>10.1) Implantação de práticas de gestão ambiental e controle de qualidade no planejamento, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Seleção de profissionais habilitados em questões de sustentabilidade do projeto, construção e operação; → Integração do Sistema de Gestão da Qualidade ao SGA. 10.2) Implantação de práticas de melhoria ambiental do produto, como: <ul style="list-style-type: none"> → Designação como item de orçamento e inclusão no briefing do projeto, a realização de simulação do desempenho energético do edifício. 	<p>10.1) Alternativas práticas de controle de qualidade e melhoria ambiental implantadas no projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Avaliação ambiental integrada ao processo de projeto; → Seleção de profissionais habilitados em questões de sustentabilidade do projeto, construção e operação. <p>10.2) Integração de práticas de controle de qualidade ao processo:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Planejamento da operação e manutenção do edifício: facilidades adequadas para as atividades de manutenção. 10.3) Uso inovador de estratégias de projeto e tecnologias em resposta a necessidades específicas; 10.4) Realização de simulação de desempenho energético para otimizar projeto. 	<p>10.1) Sistema de Gestão Ambiental: → Supervisão planejada no canteiro para garantir conformidade; → SGA certificado (ISO 14001).</p> <p>10.2) Adoção de práticas de gestão ambiental na execução: → Controle de poluição: a) do ar; b) sonora; c) de corpos d'água e sobrecarga da infra-estrutura de águas pluviais; → Gestão de RCD; → Monitoramento de poluição e número de incidentes, total e por trimestre quanto a: poluição do ar, poluição da água, contaminação do solo, ruído (perturbação).</p> <p>10.3) Sistema de gestão: → Política para a sustentabilidade com objetivos e atribuição de responsabilidades; → Metas de sustentabilidade revisadas anualmente e implementação na forma de um plano de ação; → Processo interno de auditoria de sustentabilidade;</p> <p>10.4) Relato e benchmarking de desempenho: → Publicação de relatório anual de sustentabilidade verificado por parte independente; → Identificação de indicadores próprios de desempenho em relação a sustentabilidade; → Benchmarking regular do desempenho da empresa em relação às melhores práticas do setor.</p> <p>10.5) Proatividade em sustentabilidade: → Aplicação de conceitos de construção e operação sustentável na empresa; → Acompanhamento ambiental do ciclo de vida dos produtos, processos e serviços; → Política sustentável de compra de uso responsável de materiais de construção; → Implementação de Plano de Gestão de Resíduos; → Sistema de compartilhamento de boas práticas entre departamentos, fornecedores, projetistas, canteiro de obras e projetos; → Programa interno de educação e treinamento de empregados para sustentabilidade; → Sistema de gestão da sustentabilidade na cadeia de fornecedores.</p> <p>10.6) Proatividade para implementação de medidas sustentáveis: → Interação com fornecedores para redução de embalagens; → Formação de cadeia de coleta seletiva - reciclagem - reuso; → Programa "verde" de compras ou um grupo de compras cooperativo.</p> <p>10.7) Proatividade em proteção de biodiversidade e em medidas para evitar poluição: → Política de seleção da área, construção para proteção de habitat e melhoria da ecologia local; → Plano "verde" de transporte / comutação dos funcionários, para reduzir uso de automóveis.</p>	<p>10.1) Implantação de sistema de gestão de resíduos: → Política de gestão de resíduos e sensibilização de usuários e disseminação de informações sobre minimização de resíduos de uso e separação para reciclagem;</p> <p>→ Condução de auditoria trimestral na geração de resíduos de uso.</p> <p>10.2) Implantação de sistema de gestão de uso da água: → Política de conservação de água para os usuários; → Disseminação de informações sobre uso, economia e conservação d'água;</p> <p>→ Monitoramento semanal em relação a dados históricos; → Condução de auditoria externa anual do uso de água no edifício; → Manutenção para cobrir todos os sistemas e equipamentos.</p> <p>10.3) Implantação de sistema de gestão de uso de energia: → Política de conservação de energia para os usuários; → Sensibilização e conscientização de usuários para a conservação de energia; → Controle mensal em relação a dados históricos; → Condução de auditoria externa anual do uso de energia no edifício; → Manutenção dos sistemas e equipamentos consumidores.</p>
11) Responsabilidade Social e Desenvolvimento Econômico * relacionamento com a comunidade local e sociedade * Contribuição para construção de comunidades estáveis * Valorização e investimento em recursos humanos	<p>11.1) Impacts sobre a sociedade:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Avaliar quais impactos o empreendimento vai causar na vizinhança; → Implementar planos quanto ao relacionamento com a comunidade: consulta à comunidade e diálogo entre as partes interessadas, incluindo número de reuniões e formas de comunicação. 	<p>11.1) Alternativas que agregam valor à região onde o projeto será implantado: → Melhorias no entorno do empreendimento: praças, jardins público, arborização, vias de acesso, equipamentos urbanos, infra-estrutura; → Criação de áreas verdes e de lazer com acesso à comunidade; → Recuperação de bens tombados e/ou monumentos históricos;</p> <p>→ Valorização da região com a implantação do empreendimento;</p>	<p>11.1) Relacionamento com a comunidade local: → Relacionamento do empreendimento com residentes locais e grupos comunitários; → Canteiro segue padrões de gerenciamento, segurança e conscientização ambiental, visando minimizar a perturbação à vizinhança imediata; → Contribuição positiva do empreendimento com comunidade local: 1) recrutando MDO localmente; 2) gerando negócios; 3) utilizando facilidades locais; 4) criando jardins e espaços abertos à comunidade ou outras benfeitorias locais; 5) através de doações a instituições de caridade locais.</p> <p>11.2) Relacionamento com a sociedade: → Parcerias para exercício de cidadania corporativa; → Parcerias com a comunidade no entorno imediato;</p> <p>11.3) Contribuição para a construção de comunidades estáveis: → Políticas para gerenciar impactos em comunidades afetadas pela empresa; → Envolvimento em projetos locais de regeneração da comunidade; → Buscar localmente suprimentos e serviços;</p> <p>11.4) Benefício indireto à comunidade (% / unidade de valor agregado): → Programa corporativo de doações "a comunidade"; → Programas de estágios profissionais; bolsas educacionais e oportunidades de emprego; → Parcerias com escolas para facilitar programas educacionais.</p>	
INSTITUCIONAIS				
DIRETRIZES AMBIENTAIS, SOCIAIS, ECONÔMICAS E INSTITUCIONAIS				

4. ESTUDO DE CASO

Neste projeto, cujas características básicas são apresentadas na Tabela 6, procurou-se respeitar a ecologia local e obter melhor aproveitamento dos aspectos climáticos locais em busca do conforto ambiental e eficiência energética de acordo com os recursos disponíveis para investimentos em metas sustentáveis. Através da adequada orientação solar, ventilação e iluminação natural, sistema de aquecimento solar e captação e reaproveitamento da água pluvial, muitas dessas metas serão cumpridas.

A apresentação deste estudo de caso aborda as etapas de planejamento e projeto e prevê metas para as etapas de construção e operação de acordo com a escala da edificação.

Tabela 06 – Diretrizes aplicadas no Estudo de Caso

<p><i>Ficha Técnica:</i></p> <p>Projeto residencial unifamiliar</p> <p>Local: Lagoa Santa, MG.</p> <p>Área do terreno: 3.585 m²</p> <p>Área construída: 400 m²</p> <p>Área permeável: 3.300 m²</p> <p>No de pavimentos: 02</p>	
<p>Planejamento e Projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Uso de sistema solar para aquecimento da água. A instalação das placas será na laje do 2º pavimento voltadas para o norte e com a inclinação necessária para o maior rendimento das placas. O sistema será com circulação natural da água, sem a necessidade de bombas; → Coleta e reaproveitamento de água pluvial para irrigação dos jardins, limpeza das varandas e lavagem de automóveis. Utilização de filtro autolimpante (3P Technik) e armazenamento em duas cisternas de 5000 litros; → Utilização de água subterrânea (lençol artesiano) como fonte principal para uso diário em toda a residência devido a sua qualidade; → Racionalização do uso da água com utilização de bacias sanitárias com caixa acoplada, chuveiros com vazão moderada, torneiras com arrejadores e metais dos lavatórios monocomando; → Telhado verde proporcionando a captação de águas pluviais a serem reaproveitadas, a redução de ilhas de calor e melhor desempenho térmico na cobertura; → Aberturas favoráveis à ventilação cruzada e sombreamento das áreas internas que recebem maior radiação através de varandas cobertas; → Disposição de aberturas maiores para a fachada sul (sem incidência solar direta) e menores aberturas para fachada oeste, onde se encontram as áreas molhadas de cozinha e serviço; → Utilização de paredes duplas com revestimento em pedra natural nas fachadas leste e oeste diminuindo a variação de temperatura interna através da inércia térmica das paredes; → Aproveitamento da iluminação natural sem a penetração da luz direta do sol, evitando o ofuscamento; → Uso de dispositivos energeticamente eficientes para iluminação como sensores de presença nas áreas de circulação e células fotoelétricas na iluminação dos acessos e jardins; → Biodiversidade e ecologia originais preservadas com a manutenção da vegetação nativa e de espécies frutíferas. Projeto paisagístico com aproveitamento da vegetação para criação de microclima local; → Uso de revestimentos com materiais locais, como paredes revestidas em pedra São Tomé filetada, também conhecida como pedra mineira, incentivando a produção local e diminuindo gastos energéticos com transporte; → Uso de madeira de reflorestamento nas cercas ripadas próxima a residência; 	
<p>Metas para etapa de Construção: → Proteção da vegetação nativa durante a etapa de construção; → Monitoramento do uso de energia e da água e definição de uma meta de consumo; → Controle dos materiais a serem utilizados; → Controle e minimização de resíduos de construção/demolição e implantação de facilidades para a segregação e reciclagem; → Controle da poluição do ar e poluição sonora; → Acesso adequado para veículos de entrega de materiais e coleta de resíduos; → Saúde, segurança e satisfação dos operários no local de trabalho; → Treinamento da equipe; → Satisfação dos clientes quanto à pontualidade na entrega, qualidade do produto e valor agregado;</p>	
<p>Metas para etapa de uso: → Definição de metas para o consumo de energia e de água e verificação do consumo mensal para estabelecer uma média comparativa; → Uso racional da água e uso controlado da energia elétrica; → Separação dos resíduos doméstico (papel, vidro, plástico e metais) e encaminhamento para a reciclagem; → Manutenção das espécies frutíferas e da vegetação; → Verificação dos custos de manutenção; → Manutenção preventiva dos sistemas e equipamentos consumidores de água e energia.</p>	

5. CONCLUSÕES

A utilização do modelo proposto como uma ferramenta de trabalho pode auxiliar os projetistas no desenvolvimento de edificações de menor impacto ambiental e incentivar os construtores e futuros usuários no cumprimento das metas sustentáveis estabelecidas no planejamento e projeto.

O conhecimento de práticas sustentáveis e a disseminação de informações relacionadas à minimização de impactos ambientais podem melhorar a qualidade do ambiente construído. Todos os agentes envolvidos no processo de construção devem se conscientizar e buscar uma integração entre eles para que os princípios da sustentabilidade façam parte dos empreendimentos.

A incorporação de diretrizes e metas sustentáveis pelo mercado poderá ocorrer por diversos fatores, como: aspectos de responsabilidade social das empresas, busca de oportunidades e de novos mercados, redução de custos á longo prazo e maior lucratividade, agregação de valor ao produto oferecido, melhoria da imagem corporativa e reconhecimento dos esforços dispensados a sustentabilidade. Diante do cenário atual, a competitividade e a permanência no mercado são fatores decisivos capazes de levar as empresas do setor à adoção de novas práticas de construção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUNTLAND, G. H. (editor). *Our Common Future: The World Commission in Environment and Development*. Oxford: Oxford University Press. 398 pp. 1987.
- CIB INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (Ed.). *Agenda 21 on Sustainable Construction*. CIB Report Publication 237. Rotterdam: CIB, July 1999.
- DEGANI, C. M. *Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios*. São Paulo, EPUSP. 2003. 218p. Dissertação (Mestrado).
- JOHN, V.M.; SILVA, V.G.; AGOPYAN, V. *Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro*. In: II Encontro nacional e I Encontro latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis. **Anais**. ANTAC/UFRGS, Canela-RS, 24-27 de abril de 2001, p.91-98.
- LAMBERTS, R; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 2ª edição, revisada. São Paulo. Editora ProLivros, 2004. 192p.
- SILVA, V.G. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica*. São Paulo, 2003. 210p. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G; AGOPYAN, V. *Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: estágio atual e perspectivas para desenvolvimento no Brasil*. In: II Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Canela, RS, 2001. **Anais**. Artigo Técnico, Porto Alegre, RS: ANTAC, 2001. P. 367-373.
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G; AGOPYAN, V. *Avaliação de edifícios: definição de indicadores de sustentabilidade*. In: III Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ENECS, São Carlos, SP. 2003. **Anais**. São Carlos, SP: ANTAC, 2003. 11p. (Site Internet www.antac.org.br).
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G; AGOPYAN, V. *Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade*. **Revista Ambiente Construído** - ANTAC, Porto Alegre, v. 3,n. 3,p 7-18, jul./set. 2003. (Site Internet www.antac.org.br).
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G; JOHN, V.M.; AGOPYAN, V. *Perspectives for development of environmental assessment of buildings in Brazil*. In: Sustainable Buildings 2000/GRC2000 Section. **Proceedings**. Maastricht, NOVEM/CIB/GBC, October 22-25, 2000a.
- SILVA, V.G.; SILVA, M.G; ANTUNES, R.P.N.; AGOPYAN, V. *Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: definição de referência de desempenho nacional*. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC' 2002, Foz do Iguaçu, PR. **Anais**. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002. p. 429-436. (Site Internet www.antac.org.br).
- SINDUSCON-SP SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Meio Ambiente – Construção Sustentável – Avaliação de Sustentabilidade nas Edificações (download programa para avaliação de edifícios). (Site Internet: www.sindusconsp.com.br).