

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS: O CASO DE ESCRITÓRIOS EM FLORIANÓPOLIS

Michele Fossati (1); Roberto Lamberts (2)

(1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil – e-mail: michele@ecv.ufsc.br

(2) *Ph.D.* Professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, Brasil – e-mail: lamberts@ecv.ufsc.br

RESUMO

Proposta: Os princípios de construção sustentável figuram como uma das alternativas globalmente utilizadas frente a ameaça do aquecimento global e as conseqüentes alterações climáticas. Praticamente cada país desenvolvido possui sua metodologia de avaliação ambiental de edifícios e os países em desenvolvimento começaram a também desenvolver as suas, com o escopo voltado à sustentabilidade das construções. O objetivo principal deste artigo é apresentar uma proposta de metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios brasileiros, estabelecendo requisitos, critérios e parâmetros de desempenho (*benchmarks*) que auxiliem na elaboração de novos projetos para esta tipologia. **Método de pesquisa:** Foi elaborada uma lista de verificação (*checklist*) para sete categorias (Gestão; Uso e ocupação do solo; Água; Energia; Materiais e recursos; Transporte e acessibilidade; e Qualidade do ambiente interno e saúde), baseada em requisitos de sustentabilidade incluídos em metodologias internacionais e em documentos complementares como normas, legislações e publicações técnicas brasileiras. Os requisitos selecionados foram analisados por especialistas acadêmicos e técnicos para avaliação da sua relevância e adequação ao contexto brasileiro. Estes requisitos foram aplicados em 17 edifícios de escritórios de Florianópolis-SC para levantamento de dados para definição de *benchmarks*.

Resultados: 1) determinação, implementação e validação de requisitos para avaliação da sustentabilidade de edifícios; 2) avaliação do panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade, cujos resultados mostram que as edificações estão muito aquém do desempenho esperado; 3) definição de *benchmarks* a serem atendidos por edifícios sustentáveis; 4) estabelecimento de critérios para uma ferramenta de auxílio a projetistas no desenvolvimento de projetos sustentáveis; e 5) proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios brasileiros.

Palavras-chave: sustentabilidade; edifícios de escritórios; metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios brasileiros

ABSTRACT

Proposal: The increasing concern regarding climatic changes and the future of the planet has led to the adoption of sustainable construction principles being a globally attractive alternative. Almost every developed country has its own building environmental assessment method and the developing countries have started, more recently, to develop their own. The main objective of this thesis is to present a proposal for a sustainable office buildings assessment tool from the design stage. **Methods:** To achieve the objectives, a checklist was drawn up based on existing environmental office buildings assessment methods and complementary references. The checklist includes seven categories: Management; Land use; Water; Energy; Materials and resources; Transport and accessibility; and Indoor environmental quality and health. The checklist was evaluated by academic and technician specialists regarding its adequacy and relevance to the Brazilian context. The checklist was applied to 17 office buildings in a data survey and these data resulted in a benchmark that was used as the basis

for the proposed tool to evaluate Brazilian office buildings sustainability. **Findings:** 1) determination, implementation and validation of requisites for buildings sustainability assessment; 2) evaluation of office buildings located in Florianópolis-SC, southern Brazil, whose results show that constructions have far from the desired performance in terms of sustainability; 3) benchmarks definition; 4) sustainable tool to guide designers towards sustainable designs; and 5) methodology to evaluate sustainable office buildings design.

Keywords: sustainable buildings; office buildings; sustainable assessment; Brazilian office buildings

1 INTRODUÇÃO

Dados do quarto relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2007) mostram as alterações provocadas no clima pela intervenção humana e uma projeção do que vem pela frente em virtude do aumento das emissões globais de gases causadores do efeito estufa. Dentre as opções de curto e médio prazos, o Relatório classifica com alto grau de certeza que edifícios eficientes e a mudança no estilo de vida e padrões de consumo da população podem reduzir consideravelmente as alterações promovidas ao clima. Este fato evidencia a importância da aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável à indústria da construção civil, visto que a forma como as edificações são projetadas, construídas e operadas influencia diretamente no consumo de recursos naturais e no conforto e saúde da população que nelas interage. Os edifícios e obras civis, considerados os produtos físicos com maior vida útil que a sociedade produz, alteram a natureza, a função e a aparência de áreas urbanas e rurais. As habitações e as necessárias infra-estruturas para transportes, comunicação, suprimento de água, esgoto e energia para atender as necessidades da crescente população do mundo propõem o desafio central da construção sustentável.

Os impactos da indústria da construção no meio ambiente estão bem documentados (UNEP, 2003; USEPA, 2004; WINES, 2000; JOHN, 2000; IPCC, 2007) e está claro que a indústria não os ignora. Estes impactos ocorrem em toda a cadeia produtiva, desde a concepção dos edifícios (e obras em geral) até a sua demolição. As decisões de projeto, como a localização da obra, sua orientação no terreno e a especificação de materiais e componentes afetam diretamente o consumo de recursos naturais e energia, a otimização ou não da execução da obra e o efeito no seu entorno (corte, aterro, insolação). Somado a isso, as matérias-primas e insumos empregados são por si só grandes consumidores de recursos naturais e de energia. Durante a construção ocorre a geração de uma grande quantidade de resíduos, fator agravado pelas perdas dos processos não otimizados. Na operação e manutenção da edificação há um grande consumo de água, energia e geração de resíduos. Por fim, na etapa de demolição, mais resíduos são gerados, em grandes volumes.

É dentro desta perspectiva que se enquadram as chamadas **edificações sustentáveis**, concebidas para fazer uso racional de recursos naturais (materiais, água e energia), atentar para o conforto dos usuários, reduzir os custos ao longo da vida útil do empreendimento e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas. O primeiro ponto a se considerar na busca por esse tipo de edificação é que as preocupações devem começar desde as etapas iniciais de planejamento e projeto, prosseguirem durante a construção e participarem da etapa de operação e manutenção. O projeto (concepção) da edificação figura como uma etapa fundamental, oportunidade em que os agentes envolvidos devem discutir soluções integradas para atingir um elevado desempenho da edificação durante sua vida útil, considerando aspectos ambientais, sociais, econômicos, o entorno, a gestão dos recursos e a especificação dos materiais. Neste contexto, a introdução de mecanismos para a gestão dos requisitos de sustentabilidade ao longo do processo de projeto e mudanças no tratamento de questões ambientais representam importantes oportunidades de desenvolvimento para o setor da construção de edifícios.

Para que se atinja a **sustentabilidade das edificações**, antes de tudo é necessário que seja criado um referencial que estabeleça a partir de quais critérios analisar a inclusão de preocupações ambientais, sociais e econômicas na concepção e execução de uma edificação. Atualmente, praticamente todos os países desenvolvidos possuem seu sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. Mais recentemente, os países em desenvolvimento também iniciaram a elaboração de metodologias próprias, com foco na sustentabilidade das edificações (que pressupõe o equilíbrio dos aspectos ambientais, sociais e econômicos), podendo-se citar as iniciativas da África do Sul

(GROBLER; SINGH, 1999; GIBBERD, 2002), Brasil (SILVA, 2003), Chile (CARVAJAL, 2005), China (LIU *et al.*; 2006) e Índia (IGBC, 2007).

Apesar da existência de diversos modelos, Silva (2003) confirma a hipótese de que os modelos internacionais existentes para a avaliação ambiental de edifícios de escritórios não são adequados para a aplicação no Brasil, não sendo possível copiar, traduzir ou simplesmente aplicar um método estrangeiro no contexto brasileiro (ou de qualquer outro país fora do país onde foi desenvolvido). Por mais consagradas que sejam as metodologias estrangeiras, a dificuldade de adequação aos locais de avaliação vai além da retirada ou inclusão de requisitos a avaliar e os resultados das adaptações revelam-se muito diferentes dos métodos originais. Elas podem ser utilizadas no Brasil ou em outros países, entretanto, a maioria dos aspectos seria julgada com base em normas e práticas de tais países. O risco da homogeneização e conseqüente perda das características regionais dos países, nestes casos, estão sempre presentes. Por conseguinte, a importação dos métodos pode conduzir, no curto prazo, ao detrimento do progresso ambiental dos países onde estão sendo aplicados, uma vez que os métodos invariavelmente carregam consigo implícitas bases culturais e tradições construtivas dos seus países criadores (COLE, 2005).

Outra justificativa para o tema em questão é a carência de normas e referenciais de sustentabilidade relacionados à construção de edifícios brasileiros. Nem mesmo o projeto de norma de desempenho de edifícios (ABNT, 2007) estabelece critérios e métodos de avaliação do desempenho ambiental dos edifícios, se restringindo a citar algumas poucas recomendações. Desta forma, o conceito de sustentabilidade - nem sempre abordado de maneira objetiva - permite que, muitas vezes, seja utilizado apenas como instrumento de *marketing*. Figueiredo (2000) atribui o fato à dificuldade na aplicação dos conceitos associados ao termo, tanto por barreiras criadas por interesses econômicos como pela falta de critérios práticos e funcionais que permitam a sua incorporação às edificações de maneira mais consistente.

Iniciativas que façam uso claro e objetivo de critérios e parâmetros de desempenho das edificações podem trazer o desenvolvimento sustentável de um plano subjetivo para um nível mais efetivo e realista, tornando possível, desde a concepção do projeto, um empreendimento voltado à economia de energia e água, redução da produção de resíduos nos canteiros de obras, redução de custos ao longo da vida útil do empreendimento e bem estar do usuário. Adicionalmente, a formalização de um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios possibilita: *a)* estabelecer medidas de sustentabilidade para requisitos relevantes ao contexto brasileiro; *b)* definir edifício sustentável por meio do estabelecimento de padrões de mensuração; *c)* buscar a prática integrada de todos os projetos da edificação; *d)* proporcionar discussões entre engenheiros e projetistas sobre requisitos em um estágio preliminar da concepção do empreendimento; *e)* reconhecer iniciativas sustentáveis na indústria da construção; *f)* aumentar a percepção dos consumidores para os benefícios das edificações sustentáveis; *g)* estimular a competição entre as empresas; *h)* identificar focos de desperdícios e técnicas para eliminá-los ou minimizá-los antes de serem gerados ou, quando necessário, identificar as opções de eliminação após a sua geração; *i)* aumentar a reputação e confiança na empresa por demonstrar ações responsáveis; e *j)* eliminar opções custosas e reduzir os custos de reformas.

2 OBJETIVO

O objetivo principal deste artigo é apresentar uma proposta de metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios, estabelecendo requisitos e critérios de desempenho que auxiliem na elaboração de novos projetos para esta tipologia de edifícios.

3 METODOLOGIA

3.1 Análise de metodologias para avaliação de edifícios de escritórios

Foram analisadas metodologias existentes para a avaliação de edifícios de escritórios, com ênfase na etapa de projeto, para identificação dos requisitos nelas constantes. Os modelos selecionados foram:

1. BREEAM – *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*; Reino Unido (BRE, 2006): o primeiro sistema de avaliação ambiental de edifícios e que serviu de base para outros sistemas;

2. LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*; Estados Unidos (USGBC, 2006): atualmente o método com maior potencial de crescimento, pelo investimento maciço que está sendo feito para sua difusão e aprimoramento;
3. *Green Star Office Design*; Austrália (GBCA, 2005): baseado em metodologias existentes como o BREEAM e o LEED;
4. *NF Bâtiments Tertiaires – Démarche HQE® Bureau et Enseignement*, França (CSTB, 2005): metodologia diferenciada que avalia o sistema de gestão do empreendimento e proporciona a possibilidade de adaptar a avaliação do desempenho ambiental ao perfil de contexto de cada empreendimento, permitindo que os projetos foquem as realidades específicas de seu entorno e prioridades destacadas pelos empreendedores;
5. SBAT – *Sustainable Building Assessment Tool*; África do Sul (GIBBERD, 2002): primeira iniciativa para desenvolvimento de sistemas de avaliação da sustentabilidade de edifícios de países em desenvolvimento;
6. Modelo proposto por Silva (2003); Brasil: trabalho pioneiro sobre avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros. A autora reuniu diretrizes, propôs uma base metodológica e deu início ao desenvolvimento de um método para avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros ao longo do seu ciclo de vida. Os limites do sistema foram definidos para abranger a etapa de construção e uso do edifício (alguns aspectos de planejamento e projeto são considerados, mas não no mesmo nível de detalhamento), assim como a avaliação dos agentes envolvidos no processo, iniciando pela empresa construtora. O modelo sugerido aplicar-se-ia a edifícios com ocupação acima de 80% e com tempo de uso entre 1 e 3 anos.

3.2 Determinação dos requisitos de sustentabilidade a avaliar

Os requisitos de sustentabilidade a serem avaliados nas edificações foram definidos com base na análise dos requisitos constantes nas metodologias citadas no item anterior e em documentos complementares como normas, legislações, regulamentações, teses e demais publicações técnicas brasileiras. Estes documentos foram analisados para identificação dos requisitos aplicáveis ao contexto brasileiro, procurando abranger aspectos ambientais, sociais e econômicos impactados pela implantação de um novo empreendimento. Para cada requisito foi apresentado o contexto no qual estão inseridos e o objetivo de avaliá-los. Os requisitos foram estruturados na forma de um *checklist* para cada uma das sete categorias: **1)** Gestão; **2)** Uso e ocupação do solo; **3)** Água; **4)** Materiais e Recursos; **5)** Transporte e acessibilidade; **6)** Energia; e **7)** Qualidade do ambiente interno e saúde.

3.2.1 Avaliação dos requisitos pelos especialistas

Para avaliar se os requisitos selecionados são pertinentes ao contexto brasileiro foram escolhidos profissionais do meio acadêmico - especialistas em cada categoria - e do meio técnico - atuantes na área de conhecimento relacionada. Todos os profissionais estão envolvidos com o tema sustentabilidade das construções, participam ou já participaram da elaboração de projeto que seguia as especificações do LEED. Aos especialistas de cada categoria foi solicitada uma avaliação que consistiu nos seguintes itens:

1. incluiria algum requisito não coberto pelo *checklist*?
2. excluiria algum requisito que não se aplica à realidade brasileira ou que não diferencia uma edificação sustentável de outra não sustentável?
3. a forma de medição proporciona o levantamento dos dados necessários?
4. a norma/material de referência está adequada ou utilizaria outra fonte?

Primeiramente foi solicitada a avaliação dos especialistas acadêmicos. Nas situações em que houve mudanças significativas foram feitas atualizações no *checklist* antes da consulta aos especialistas técnicos. Não havendo grandes alterações, o mesmo *checklist* era enviado aos especialistas técnicos.

3.3 Levantamento de dados para definição de parâmetros de referência (*benchmarks*)

Após a inclusão das considerações dos especialistas técnicos, o *checklist* final foi utilizado para o levantamento dos dados nos edifícios de Florianópolis. Os resultados do levantamento serviram de base para a definição de parâmetros de referência (*benchmarks*).

3.3.1 Definição da amostra dos edifícios de escritório a avaliar

A amostra dos edifícios avaliados foi definida com base em um relatório de projetos aprovados da Secretaria Municipal de Urbanismo e Serviços Públicos de Florianópolis – SUSP. Todos os edifícios de escritórios da parte insular de Florianópolis, com três ou mais pavimentos, com pavimento garagem e cujos projetos foram aprovados entre 2000 e 2005 fazem parte da amostra. No total foram 17 edifícios: um na etapa de projeto; seis em construção e dez em operação. Esta amostra abrangeu 11 construtoras que podem ser consideradas as maiores de Florianópolis.

3.3.2 Realização do levantamento de dados

Os *checklists* de cada categoria serviram de roteiro para o levantamento de dados nos edifícios, realizado conforme instruções auto-explicativas das colunas “Como avaliar” e “Como obter a informação” dos *checklists*. A Tabela 1 apresenta um exemplo de requisito incluído na categoria Água.

Tabela 1 - Exemplo de requisito incluído no *checklist* da categoria Água

Req	Requisito	O que avaliar	Como avaliar	Como obter a informação
Água				
A-1	Redução do consumo de água potável	1.1. Redução do consumo de água potável para irrigação	Verificar se o paisagismo é eficiente (utilização de espécies da flora local). Verificar a existência de tecnologias eficientes de irrigação; uso de água da chuva ou reúso de água para irrigação; ou não utilização de sistema de irrigação permanente instalado. Caso aplicável, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para irrigação	Análise de projeto / verificação <i>in loco</i>

O levantamento de dados consistiu em: análise dos projetos *as built* (disponibilizados pelos construtores), visitas *in loco*, entrevistas com projetistas, construtores e responsáveis pela administração dos edifícios, medições em campo, registros fotográficos e cálculos de variáveis. Todos os dados levantados foram registrados nas planilhas de apoio do *checklist*. As planilhas de apoio foram elaboradas detalhadamente para que todas as informações necessárias à avaliação dos requisitos fossem identificadas e registradas (Tabela 2).

Tabela 2 - Exemplo de planilha de apoio ao *checklist* para registro dos dados

ÁGUA				
A-1. Redução do Consumo de Água Potável				
A-1.1. Redução do consumo de água potável para irrigação				
Existe vegetação a ser irrigada no terreno?			Sim ()	Não ()
Caso afirmativo:	são utilizadas espécies da flora local (paisagismo eficiente)?		Sim ()	Não ()
	há sistema de irrigação permanente instalado?		Sim ()	Não ()
	Caso exista sistema permanente instalado:	são utilizadas tecnologias eficientes de irrigação?	Sim ()	Não ()
		Descrever quais:		
	a irrigação é feita com água da chuva captada?		Sim ()	Não ()
	a irrigação é feita com água de reúso?		Sim ()	Não ()
	Caso a irrigação seja feita com água da chuva ou de reúso, verificar a porcentagem de redução do consumo de água potável para irrigação:			
	Caso a irrigação não seja feita com água da chuva ou de reúso, como é feita?			

Devido à grande quantidade de escritórios por edifício, o levantamento de dados *in loco* referente aos ambientes individuais (salas) tornou-se inviável e a definição de amostras, muitas vezes, restritivas. Além disso, a dificuldade de acesso, a indisponibilidade de alguns usuários na colaboração da pesquisa

ou a impossibilidade de interromper as atividades de trabalho em algumas salas fizeram com que certos requisitos (ex: medição do ruído interno, ofuscamento e porcentagem das salas com vistas externas) não fossem levantados individualmente *in loco*. Pelos mesmos motivos, não foram realizadas pesquisas de satisfação com os usuários dos edifícios, ainda que, para avaliação de alguns requisitos, fosse necessária a avaliação dos usuários.

3.3.3 Análise de resultados e definição de parâmetros de referência (benchmarks)

Analisando os dados levantados com a aplicação do *checklist* foi possível observar requisitos que já constituem práticas de mercado, os que aparecem pontualmente em alguns edifícios e os requisitos não atendidos por nenhuma das edificações. O desempenho obtido pelas edificações frente aos requisitos avaliados foi classificado segundo três níveis:

B - boa prática corrente ou desempenho mínimo requerido a uma edificação sustentável;

I - desempenho intermediário;

S - desempenho avançado em relação à prática corrente, definido de forma que possa ser alcançado por meio de tecnologias e práticas existentes.

A partir dos resultados do levantamento de dados, da pesquisa em normas técnicas, legislações federais e municipais e bibliografias específicas, foram definidos parâmetros de desempenho de referência (*benchmarks*) mensuráveis quantitativamente - sempre que possível. Em virtude da carência ou desatualização de alguns textos normativos, e na ausência de parâmetros locais ou nacionais, foram utilizados *benchmarks* consagrados pelas metodologias internacionais analisadas.

Além dos critérios de avaliação que configuram os níveis B, I e S foram determinados critérios de atendimento obrigatório, referentes a legislações e normas técnicas vigentes. Tais questões já deveriam ser obrigatórias em qualquer edifício, mas foram incluídas como critérios de sustentabilidade uma vez que os resultados do levantamento de dados mostraram que não raro são ignoradas ou desrespeitadas.

3.4 Proposição da metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios de escritórios

A metodologia proposta é apresentada segundo os padrões utilizados pelo Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável¹, que por sua vez foi inspirado no referencial francês HQE. A hierarquia da estrutura de apresentação é sintetizada na Tabela 3:

Tabela 3 - Modelo de apresentação da metodologia proposta

X. CATEGORIA		Nível		
		B	I	S
X.1 SUBCATEGORIA				
X.1.1 Requisito de desempenho				
indicador	critério de avaliação que configura o nível Base	B		
	critério de avaliação que configura o nível Intermediário		I	
	critério de avaliação que configura o nível Superior			S

Os critérios obrigatórios são apresentados conforme o modelo da Tabela 4.

¹ Um dos objetivos deste projeto é desenvolver uma metodologia de avaliação de habitações unifamiliares de interesse social (empreendimentos para baixa e média renda), procurando abranger também a construção auto-generada. O Projeto envolve pesquisadores de cinco universidades públicas brasileiras, empresas e associações de classe da indústria da construção no desenvolvimento de requisitos em oito categorias: água; energia; seleção de materiais, componentes e sistemas; canteiro de obras; qualidade do ar externo e infra-estrutura; qualidade do ambiente interno e saúde; gestão social; e gestão do empreendimento (PROJETO..., 2007). O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da Universidade Federal de Santa Catarina participa no estudo da categoria energia.

Tabela 4 - Modelo de apresentação dos critérios obrigatórios

X. CATEGORIA		Nível		
		B	I	S
X.1 SUBCATEGORIA				
X.1.1 Requisito de desempenho		Obrigatório		
critério obrigatório				

Completando a metodologia, foram determinados o escopo de aplicação, os momentos de avaliação, a hierarquização das categorias e a forma de apresentação dos resultados (perfil de desempenho).

4 RESULTADOS

4.1 Determinação de requisitos para avaliação de edifícios sustentáveis no Brasil

O conjunto dos requisitos determinados para levantamento de dados foi abrangente o suficiente para cobrir, se não todas, as principais questões relacionadas à sustentabilidade das edificações. A determinação dos requisitos e sua validação pelos especialistas teve como resultado a elaboração de *checklists* e planilhas auxiliares para o levantamento de dados. Tais ferramentas permitem a repetibilidade do método utilizado neste trabalho em outros locais onde se deseja realizar avaliações, seja do edifício como um todo ou em alguma categoria específica. O desenvolvimento de um método reproduzível, além de facilitar outros levantamentos de dados, auxiliará na definição de novos *benchmarks* e no reconhecimento das características particulares de cada região, permitindo a definição de parâmetros de desempenho que representem cada vez mais a realidade nacional.

4.2 Implementação e validação dos requisitos em levantamentos de dados

O levantamento de dados conduzido em 17 edifícios de escritórios de Florianópolis permitiu a validação dos requisitos definidos como essenciais para a sustentabilidade das edificações comerciais. Dentre os requisitos avaliados, a eficiência energética merece destaque. A metodologia da Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (BRASIL, 2007) foi aplicada pela primeira vez, como forma de testar sua facilidade de aplicação. De maneira geral, o texto é bastante claro e fácil de ser interpretado e aplicado. A aplicação da metodologia proposta pela Regulamentação e os resultados com ela obtidos serviram de base para atualizações do texto regulamentar.

4.3 Avaliação do panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade

Os resultados do levantamento de dados permitiram avaliar o panorama da construção de edifícios de escritórios de Florianópolis quanto à sustentabilidade. De maneira geral, com exceção de um dos edifícios que almeja a certificação LEED e está sendo projetado para atendimento de requisitos lá exigidos, pôde-se perceber que as edificações estão muito aquém do desempenho esperado em relação à sustentabilidade. Mesmo requisitos obrigatórios pelo plano diretor, ou que já deveriam ser prática corrente por serem regulamentados ou normalizados são, em alguns casos, descumpridos. A Resolução 307/02 do CONAMA, a Resolução 09 da ANVISA e as normas NBR 9.050/04 e NBR 13.994/00, por exemplo, são geralmente deixadas de lado ainda que devam figurar como requisitos básicos a qualquer edificação, mesmo que esta não tenha anseios de ser sustentável.

Constatou-se que alguns requisitos, apesar de seus positivos impactos no meio ambiente serem de conhecimento público, ainda não constituem prática de mercado ou não são atendidos por nenhum dos edifícios. Como exemplo cita-se a existência de locais para armazenamento de recicláveis, a gestão de resíduos e a gestão de perdas na etapa de construção e a conscientização dos usuários para a redução do consumo e eliminação dos desperdícios de água e energia. E ainda, foi observado que alguns requisitos constituem prática de mercado não pelo impacto ambiental ou social que representam, mas pela disponibilidade dos materiais no mercado ou pelo seu baixo custo.

Requisitos como a organização e proteção dos sistemas prediais hidráulicos, o uso de equipamentos economizadores de água, especificação de materiais em conformidade às normas técnicas e uso de

madeira de reflorestamento demonstraram estar consolidados na prática construtiva local. Alguns bons exemplos também foram observados, representando práticas superiores ao desempenho do mercado construtivo de Florianópolis. Dentre eles ressalta-se o desenvolvimento de Estudo de Impacto de Vizinhança (sem que tal estudo seja obrigatório para aprovação do projeto junto aos órgãos competentes); a utilização da água da chuva para descarga de bacias sanitárias; a utilização de terras e entulho retirado do canteiro para regularização e aterro em outras obras; e a análise de fornecedores para especificação de materiais ecologicamente corretos.

4.4 Definição de parâmetros de referência (*benchmarks*) a serem atendidos por edifícios sustentáveis

Os resultados obtidos nas avaliações dos edifícios de Florianópolis foram a principal referência para a definição dos *benchmarks*. Adicionalmente aos resultados do levantamento de dados (quando estes não davam condições suficientes para embasar a definição dos *benchmarks*) foram utilizados a avaliação dos especialistas, pesquisas a normas e publicações técnicas brasileiras e os *benchmarks* das metodologias internacionais analisadas, sempre os confrontando com a realidade brasileira.

Ressalta-se que os *benchmarks* definidos refletem o padrão de construção local e podem variar de acordo com o contexto regional. Mas para que se tenha indicadores nacionais, levantamentos de dados devem ser conduzidos em outras localidades para identificação das diferenças regionais e adequação dos parâmetros de desempenho de cada requisito ao contexto a que estão inseridos.

Em concordância com Silva (2007) afirma-se que “a criação de uma base de dados de referência (*benchmarks*) para cada indicador relevante é fundamental para dar significado ao resultado de avaliações e para balizar o estabelecimento e a atualização de metas de sustentabilidade”. A definição dos *benchmarks* neste trabalho vai ao encontro do preenchimento de uma lacuna da pesquisa brasileira, que deverá ser acrescida com valores de outras pesquisas e levantamentos de dados.

4.5 Estabelecimento de critérios para uma ferramenta de auxílio a projetistas no desenvolvimento de projetos sustentáveis

Durante as entrevistas pôde-se perceber que alguns construtores e projetistas desconhecem certos requisitos relacionados à sustentabilidade e o objetivo de incluí-los como tal. Além disso, percebeu-se que, seja por desinformação ou oportunismo, algumas edificações que atendem a um ou outro requisito pontual apelam para o *marketing* de “edificações ambientalmente responsáveis”. O ponto positivo observado é que todos os entrevistados demonstraram bastante interesse no tema da pesquisa e solicitaram um *feedback* ao final do trabalho. Conclui-se, portanto, que a definição clara de requisitos de sustentabilidade se tornará uma ferramenta importante no auxílio aos construtores e projetistas a incorporá-los aos empreendimentos e definirá objetivamente o que deve uma edificação apresentar para ser considerada sustentável.

4.6 Proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios brasileiros

O objetivo principal do trabalho foi alcançado com a proposição de uma metodologia de avaliação da sustentabilidade de projetos de novos edifícios de escritórios brasileiros. Acredita-se que a estrutura escolhida - baseada no referencial francês HQE - e os critérios baseados em níveis de desempenho - em que todas as edificações devem apresentar pelo menos um desempenho básico - sejam adequados à realidade brasileira. Por todas as peculiaridades apresentadas pela metodologia francesa acredita-se que, dentre os modelos existentes no mercado atualmente, este seja o que proporciona melhor avaliação e promove melhores resultados de desempenho de edificações sustentáveis. Além disso, optou-se por seguir este padrão para que a metodologia proposta neste trabalho estivesse em conformidade com a proposta em desenvolvimento no Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável, que também é baseado no modelo francês. Desta forma, as metodologias de avaliação seguirão o mesmo padrão, tanto para edifícios de escritórios como para habitações unifamiliares.

Com exceção das possíveis combinações de desempenho que definirão a classificação do edifício quanto à sustentabilidade, todas as diretrizes para implementação da metodologia foram traçadas, do escopo de aplicação até o formato de apresentação do resultado final da avaliação. Não foram obtidos dados suficientes que embasassem as decisões para determinação das combinações e, portanto, estas

deverão ser foco de continuidade desta pesquisa.

Como forma de demonstração da aplicação da metodologia proposta, foi apresentado o perfil de desempenho obtido por três dos edifícios avaliados. O método proposto ilustra de forma bastante clara e representativa o perfil de desempenho atingido pelos edifícios.

5 CONCLUSÕES

No decorrer deste trabalho pôde-se perceber que a redução do impacto da construção civil e o caminho em busca da sustentabilidade das construções não são tarefas simples e exigem ações combinadas e simultâneas em diversos tópicos. Entretanto, acredita-se que, em um futuro próximo, a consideração de requisitos de sustentabilidade será uma incumbência primária dos engenheiros e arquitetos, assim como são outros requisitos técnicos como segurança estrutural, segurança contra incêndio e segurança do usuário, cuja maioria das normas guia os projetistas na produção de soluções adequadas.

Acerca das iniciativas relacionadas à sustentabilidade de edificações brasileiras, utiliza-se a citação de Silva (2007) que sintetiza afirmando que “o Brasil já conta com alguns esforços para estabelecer indicadores de sustentabilidade, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Para que o país possa avançar no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de seu ambiente construído é preciso: definir uma metodologia consensual para estruturar indicadores; coletar dados; definir indicadores nacionais, alinhados às tendências internacionais, assim como um bloco dos indicadores locais relevantes em cada caso; medir ou atribuir valores; e interpretar e, eventualmente, agregar indicadores. Uma base de dados robusta deve ser criada e mantida atualizada e amplamente acessível”.

Pode-se concluir que este trabalho apresenta importantes contribuições para o desenvolvimento da construção sustentável no país, indo ao encontro de todos os pontos indicados pela autora: 1) apresentação de uma metodologia replicável; 2) realização de um levantamento de dados; 3) definição de indicadores alinhados às metodologias internacionais; e 4) início à formação de uma base de dados.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **02.136.01-001/2 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos.** (projeto de norma). Rio de Janeiro, 2007.

_____. ABNT. **NBR 9.050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2004.

_____. ABNT. **NBR 13.994 - Elevadores de passageiros: Elevadores para transporte de pessoa portadora de deficiência.** Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 307/2002**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002.

_____. Ministério de Minas e Energia - MME. **Regulamentação para Etiquetagem de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Versão 9, aprovada pelo Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética – CGIEE, em 09/10/2007.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RE/ANVISA nº 9**, de 16 de janeiro de 2003. Determina a publicação de Orientação Técnica elaborada por Grupo Técnico Assessor, sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em ambientes climatizados artificialmente de uso público e coletivo.

BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT – BRE. **Building Research Establishment Environmental Assessment Method – BREEAM OFFICES 2006.** UK, 2006. Disponível em: <http://www.breeam.org/offices.html> Acessado em: 23/02/07.

CARVAJAL, J. A. C. **Diagnóstico de sustentabilidad de obras de edificación de la v región.** Tesis (título de Ingeniero Constructor). Universidad de Valparaíso, Facultad de Arquitectura, Escuela De Construcción Civil. Valparaíso – Chile, 2005.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT. NF Bâtiments Tertiaires – **Démarche HQE® - Bureau et Enseignement**. Paris, Janvier, 2005.

COLE, R.J. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research and Information**, v. 35, n. 5, p. 455–467, 2005.

FIGUEIREDO, G. A. B. G. **Sistemas urbanos de água: avaliação de método para análise de sustentabilidade ambiental de projetos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2000. 215 p.

FOSSATI, M. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008. 264p.

GIBBERD, J. **The Sustainable Building Assessment Tool assessing how buildings can support sustainability in developing countries**. In: BUILT ENVIRONMENT PROFESSIONS CONVENTION. 1 - 3 May 2002, Johannesburg, South Africa, 2002.

GREEN BUILDING COUNCIL AUSTRALIA - GBCA. **Green Star Office Design. v2**. Disponível em: <http://www.gbcaus.org/> Acessado em: 23/02/05.

GROBLER, L.J.; SINGH, V. Research information: The green buildings for Africa programme: **Building Research and Information**, v. 27, n. 3, p. 183–193, 1999.

INDIAN GREEN BUILDING COUNCIL - IBGC. **LEED-India for New Construction and Major Renovations (LEED-NC)**. Reference Guide, Version 1.0. First Edition January 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Mitigation of Climate Change** IPCC Working Group III Report. Bangkok, Thailand, May, 2007.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre-docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2000.

LIU, Y.; PRASAD, D.; LI, J.; FU, Y.; LIU, J. Developing regionally specific environmental building tools for China. **Building Research and Information**, v. 34, n. 4, p. 372–386, 2006.

PROJETO TECNOLOGIAS PARA A CONSTRUÇÃO HABITACIONAL MAIS SUSTENTÁVEL. [home page]: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/> Acessado em: 12/11/2007.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2003. 210p.

_____. Indicadores de sustentabilidade de edifícios: estado da arte e desafios para desenvolvimento no Brasil. **Revista Ambiente Construído**, v. 7, n. 1, p. 47-66, jan/mar 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME – UNEP. Sustainable building and construction: facts and figures. **UNEP Industry and environment**, Paris, France, v. 26, n. 2-3, April-September, 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Buildings and the Environment: A Statistical Summary**. December 2004.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL – USGBC. **Leadership in Energy and Environmental Design – LEED for New Construction and Major Renovations (LEED-NC) Version 2.2 Rating System**. Second Edition September 2006.

WINES, J. **Green Architecture**. Milan: Taschen, 2000. 240p.

7 AGRADECIMENTOS

À CAPES, aos especialistas, engenheiros e arquitetos que tornaram possível o desenvolvimento desta pesquisa.