



VI CONGRESSO NACIONAL DE
EXCELÊNCIA EM GESTÃO

5, 6 e 7 de Agosto de 2010

ISSN 1984-9354

INSERÇÃO DE ASPECTOS SUSTENTÁVEIS NO PROJETO DE ARQUITETURA UNIFAMILIAR E CAPACITAÇÃO DE PROFISSIONAIS DE ARQUITETURA EM NITERÓI.

Laura Dominguez Martinez (UFF)

lmartinez@predialnet.com.br

Sérgio Roberto Leusin de Amorim (UFF)

sergio.leusin@gmail.com

Para o profissional de arquitetura o ato de projetar engloba diversas atividades tais como pesquisa, análise, definições, documentação e a troca de informações com outros agentes do processo. Gerenciar a complexidade desses aspectos tornou-se mais complexo pela inserção das questões sustentáveis. Este estudo exploratório, tem por objetivo apresentar os principais resultados da pesquisa qualitativa sobre os temas sustentabilidade, processo de projeto habitacional e tecnologia BIM, realizada no primeiro semestre de 2010 entre arquitetos de Niterói que realizam projetos de habitação unifamiliar, um dos mercados mais representativos da cidade. Verificou-se o desconhecimento e/ou a falta de aplicação na prática profissional de diversas ferramentas de gestão amplamente conhecidas no meio acadêmico, bem como de tecnologias de simulação e sistemas CAD-BIM que auxiliam na melhoria da sustentabilidade nas edificações. O estudo aponta ainda, sob a ótica desses arquitetos, medidas para incrementar a sustentabilidade nos projetos de habitação unifamiliar.

Palavras-chaves: processo de projeto sustentável, CAD-BIM, habitação unifamiliar, avaliação profissional

Introdução

O setor da construção civil no mundo é responsável por 30% das emissões de gases, consumo de mais de 40% da energia total consumida, 50% de todos os recursos naturais e 50% dos resíduos descartados (UNEP, 2009). No Brasil, o uso residencial é o segundo setor que mais consome energia elétrica, segundo o Balanço Energético Nacional de 2008 (MME, 2009). Nesse contexto, as ferramentas para a sustentabilidade surgem como mecanismos para possibilitar a redução do consumo, a busca de processos e tecnologias mais limpas e de mecanismos de controle para avaliação dos resultados, incentivando a melhoria e a conscientização da população.

O conceito de sustentabilidade foi sendo alimentado pelas muitas conferências e congressos internacionais sendo, segundo o ambientalista Sérgio Bersserman (VIANNA, 2009), algo em construção histórica e teórica. A definição que mais se popularizou, apesar de bem abrangente, foi cunhada no Relatório de Brundtland, pela ONU: “Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades.” (BRUNDTLAND, 1987, p.46).

O relatório de Brundtland demonstra as intenções sociais e econômicas no contexto do ano de 1987. Entretanto, foi em 1994 que John Elkington criou o termo “*triple bottom line*” para caracterizar as três esferas da sustentabilidade como econômica, social e ambiental, destacando também os aspectos do capitalismo sustentável (ELKINGTON, 2004). O recente estudo realizado por Isoldi (2008), no entanto, demonstra que existem uma série de facetas da sustentabilidade em uma abordagem holística: ambiental/ecológico, social, cultural, espacial/sensorial, formal/estético, tecnológico, político e econômico.

Para o arquiteto, a sustentabilidade é um conceito complexo que envolve diversas variáveis, já que criar espaços sustentáveis também significa criar espaços saudáveis, confortáveis, economicamente viáveis e sensíveis às necessidades sociais, respeitando os sistemas naturais (EDWARDS, 2008). É especialmente na fase de projeto que ocorre a

definição dos objetivos e metas, bem como as estratégias a serem implementadas para o correto alcance da sustentabilidade na edificação (MEIRIÑO, 2008). Nesse sentido, Borges (2008) destaca que 50% do desempenho de edifícios depende do projeto, sendo também fundamental e necessário a abordagem do ciclo de vida da edificação para garantia desse desempenho.

Diversos autores como Montes (2005), CSCAE (2007) e Zambrano et al (2008) descrevem que os aspectos de sustentabilidade inseridos no projeto promovem modificações no processo de projeto atual, referentes à integração entre os agentes, aos métodos de produção de empreendimentos, formalização de procedimentos e das fases, aspectos contratuais e outros. Este estudo busca avaliar o nível de conhecimento dos arquitetos de Niterói sobre as diretrizes e ferramentas que contribuem à sustentabilidade nos projetos residenciais unifamiliares, que são amplamente citadas na literatura acadêmica. Esses mecanismos refletem não só em um produto final sustentável e de melhor qualidade ambiental, mas também na modificação dos processos e na estrutura de raciocínio do arquiteto na concepção do edifício (KRYGIEL e NIES, 2008).

Para o arquiteto atual, o setor de habitação tem sido um importante mercado de atuação para projetos de edifícios ou casas. Segundo indica a Pesquisa Anual da Indústria da Construção Civil para o ano 2007, o setor da habitação é o que mais movimentou financeiramente a construção civil no Brasil (IBGE, 2007). O aumento na demanda por imóveis residenciais é associado a diversos fatores tais como: o déficit habitacional de 6 milhões de moradias (MC, 2009), o aumento da renda, a elevada porcentagem de jovens em relação ao total da população, a tendência de envelhecimento da população, a maior participação da mulher no mercado de trabalho, o crescimento da população brasileira, o declínio do número de habitantes por domicílio e a preferência sócio-cultural pela casa própria (2009).

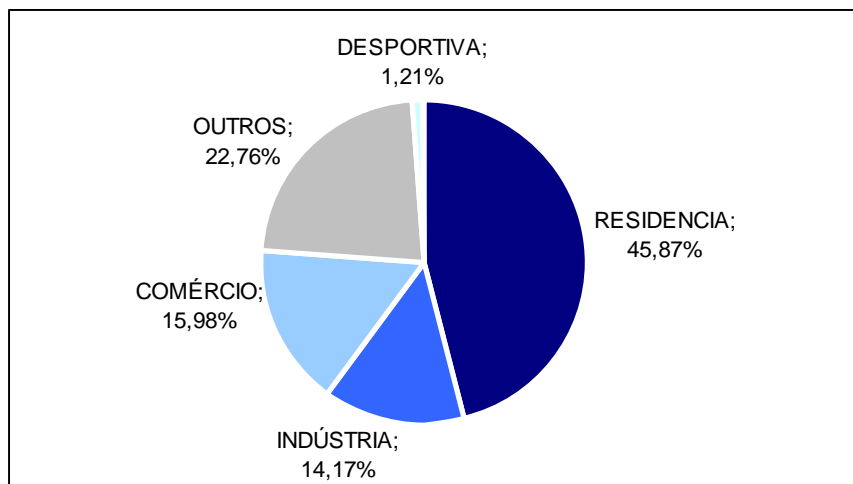


Figura 1. Distribuição da verba total de 47 bilhões utilizada para construção de edificações no Brasil no ano de 2007, por tipo, segundo IBGE (2007).

Em especial para o caso de Niterói, o setor residencial unifamiliar se mostrou um mercado expressivo para a atuação dos arquitetos. Segundo dados da Secretaria Municipal de Urbanismo e Controle Urbano da cidade, esse setor apresentou o maior número de entrada e aprovação de projetos com “Habite-se” de 2006 a 2008 para a cidade de Niterói (SMU-PMN, 2009).

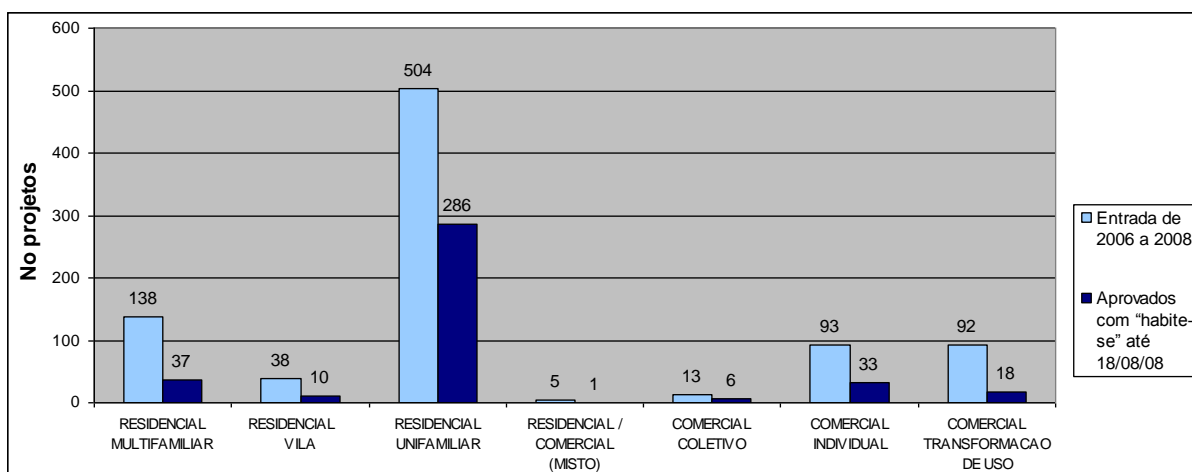


Figura 2. Entrada e aprovação de projetos com “Habite-se” de 2006 a 2008 para a cidade de Niterói, segundo SMU-PMN (2009).

Segundo Menezes (2003), o setor imobiliário, amplamente estudado pela comunidade acadêmica, se limita a uma pequena parcela dos profissionais de arquitetura restando para a grande massa dos arquitetos a atuação em outros mercados, tais como o de habitação

unifamiliar, tema pouco analisado cientificamente. Florim e Quelhas (2004) ressaltam também a pouca ênfase conferida às pesquisas habitacionais com foco na eco-eficiência e construção sustentável. Acredita-se que a assimilação dos conceitos sustentáveis no projeto de arquitetura unifamiliar pode ser um fator para diferenciação para os arquitetos atuantes na cidade em um mercado tão competitivo.

Instrumentos que impulsionam a sustentabilidade nas edificações

Utilizando-se do método de revisão bibliográfica, baseado principalmente nos autores Silva (2003), Montes (2005), Vilhena (2007) e Meiriño (2008), foram levantadas nove ferramentas por sua especial contribuição para a melhoria da sustentabilidade nas edificações: a Agenda 21, Gestão Ambiental (normas ISO 14000), Análise do ciclo de vida, Gestão da qualidade (norma ISO 9000), construção enxuta, engenharia simultânea, responsabilidade social corporativa, tecnologia CAD-BIM e diretrizes/estratégias para o projeto de arquitetura. A seguir realizamos uma breve descrição dessas ferramentas que envolvem métodos de controle e/ou avaliação, normas, conceitos e/ou diretrizes que podem ser utilizados na empresa ou aplicadas diretamente no projeto de arquitetura. São amplamente conhecidas no meio acadêmico, no entanto, esta pesquisa objetiva verificar o nível de conhecimento dos profissionais atuantes no mercado de trabalho em relação à esses mecanismos.

1. Agenda 21 e Agenda 21 Comperj (local)

A Agenda 21 Global é um instrumento de planejamento participativo para promover o desenvolvimento sustentável, propondo compromissos para guiar mudanças nos modos de desenvolvimento das cidades, envolvendo aspectos de eficiência econômica, justiça social e proteção ambiental (MONTES, 2005; MMA, 2009). O “Projeto Agenda 21” também ocorre a nível regional, baseado em fóruns e diagnósticos locais (MMA, 2009). Cidades como Florianópolis já finalizaram sua agenda e sua aplicabilidade pode ser vista na pesquisa realizada por Montes (2005) na colaboração para o estabelecimento de diretrizes projetuais sustentáveis específicas para Florianópolis.

No caso de Niterói, a “Agenda 21 Comperj” recém finalizou a etapa de diagnóstico do município, dando início à etapa de elaboração de um plano local de desenvolvimento

sustentável, continuado por sua execução, monitoramento e avaliação (PETROBRÁS, 2009). Em breve as orientações referentes à recursos naturais, terra, água, atmosfera, resíduos, assentamentos humanos e estratégias governamentais poderão e deverão ser incorporadas às diretrizes projetuais por parte dos arquitetos da cidade.

2. Sistema de Gestão ambiental (SGA)

A série de normas brasileiras NBR ISO 14000 – Sistemas de Gestão Ambiental - surge em resposta à demanda por uma gestão mais sustentável, inserida nos negócios, com foco em duas grandes áreas: nas organizações empresariais e em produtos e serviços, e objetivando: (1) Promover uma abordagem comum a nível internacional no que diz respeito à gestão ambiental dos produtos; (2) Aumentar a capacidade das empresas de alcançarem um desempenho ambiental e na medição de seus efeitos e (3) Facilitar o comércio, eliminando as barreiras dos imperativos ecológicos (ABNT, 1996).

De caráter voluntário, essa série de normas e diretrizes define: os elementos de um SGA, sua auditoria, a avaliação de desempenho ambiental, a rotulagem ambiental e a análise de ciclo de vida. Tendo somente a ISO 14001 (Especificações para implantação e guia) como certificável (MCT, 2009), Marchiori e Miyake (2001) explicam que, independente da obtenção e manutenção da certificação, os valores propostos pela norma podem ser aplicados nas empresas através de diretrizes e estabelecimento de metas resultando em esforços para melhoria contínua dos processos e do produto através de uma gerência que reflete a política e os interesses corporativos.

Epelbaum (1997) constatou uma mudança de postura de reativa para pró-ativa com a implantação dos SGAs, onde observou benefícios: (1) no comprometimento em vários níveis e funções, das gerências mais altas às setoriais, pressionando e exigindo mudanças e adequações de atitude; (2) na comunicação, uma vez que a norma requer procedimentos para controle e documentação da comunicação interna e externa e também com a criação de canais para difusão de informações, recebimento de reclamações e solução de problemas, com maior transparência; (3) na prevenção, através da identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais; (4) na conscientização da equipe através da educação e treinamento e (5) na busca da melhoria contínua. Assim, o SGA possui um enfoque estratégico, não mais de

responsabilidade técnica do setor mas de toda a instituição, promovendo modificações substanciais nos conceitos empresariais bem como nos processos.

Vilhena (2007) destaca a sustentabilidade deve ser uma prioridade corporativa e que a Gestão Ambiental deve fazer parte do planejamento desse processo. Especificamente para empreendimentos habitacionais, Florim e Quelhas (2004) comentam que é altamente desejável considerar os aspectos dessa norma inclusive de maneira integrada com Sistemas de Gestão da Qualidade, e que os efeitos da aplicação se veriam na redução de resíduos e do desperdício, aumentando a qualidade de processos e produtos e a competitividade da empresa.

3. Análise do Ciclo de vida (ACV)

O conceito de análise do ciclo de vida é incorporado à norma brasileira como parte integrante da série de normas ISO 14000, em especial as da família ISO 14040 (ABNT, 1996). Esse método considera todo o ciclo de vida: a produção de energia, os processos que envolvem a manufatura, as questões relacionadas com as embalagens, o transporte, o consumo de energia não renovável, os impactos relacionados com o uso, ou aproveitamento e o reuso do produto ou mesmo questões relacionadas com o lixo ou recuperação/reciclagem (MCT, 2009).

No caso da construção civil, a ACV consiste em avaliar o desempenho global do edifício focando nos impactos da construção, uso e desmonte, medindo os custos ecológicos dos recursos energéticos e materiais, segundo critérios ambientais. O processo considera individualmente os diferentes materiais e produtos da construção, analisando de maneira sistemática seus impactos ao longo do tempo. Os custos dos investimentos também podem ser analisados no contexto do custo global do edifício permitindo verificar seu rendimento (EDWARDS, 2008).

Segundo Edwards (2008) e Meiriño (2008), esse método é o método mais eficaz e adequado para a avaliação da sustentabilidade em edificações, incorporando princípios ecológicos como reutilização e reciclagem ao processo de projeto. Entretanto, o benefício de uma profunda análise se transforma também em barreira à sua implementação devido à complexidade de fatores envolvidos, dando lugar a outros sistemas de avaliação de mais fácil aplicação através de *checklists*.

Nesse sentido, Librelotto et al (2003) observaram que iniciativas que vêm ocorrendo no meio acadêmico referentes à ACV e softwares para esse fim, no entanto, há pouco interesse das construtoras na participação e aplicação desses mecanismos.

4. Gestão da qualidade total

A revisão mais atual ISO 9000:2008 sobre Sistema de Gestão da Qualidade, segundo Melotti et al (2007), teve como objetivos “dar às organizações orientações para criarem um sistema de gestão da qualidade que adicione valor para os seus clientes e também dar orientações à alta direção para conduzir a sua organização em direção a um sucesso sustentável”.

Além de considerar a melhoria contínua, gestão por processos e foco no cliente, padronizando e monitorando aspectos relacionados ao produto e ao processo, essa norma auxilia na implementação e na operação de um sistema de gerenciamento de qualidade em organizações de todos os tamanhos (MENEZES, 2003), e também passou a incorporar a sustentabilidade, buscando trabalhar de forma conjunta com a norma de Sistema de Gestão Ambiental.

Para Vilhena (2007) a utilização do sistema de gestão da qualidade contribui para a melhoria do produto oferecido, redução de custos e agregação de valor e benefícios, influenciando a sustentabilidade da edificação. Já os autores Motta e Aguilar (2009) acreditam que a sustentabilidade deve ser um requisito para a obtenção da qualidade total de uma edificação, devendo ser incluído no processo de projeto desde o início para o engajamento dos diversos agentes em um objetivo comum. Nesse sentido, Menezes (2003) destaca a importância do projeto de arquitetura como aspecto essencial para contribuição na qualidade do empreendimento.

Florim e Quelhas (2004) constatarem que medidas corretivas aplicáveis a empreendimentos habitacionais com desempenho insatisfatório se mostram onerosas financeiramente e socialmente, sendo mais adequado a adoção de medidas preventivas, efetivadas por meio de instrumentos de gestão e planejamento. Acreditam que o setor da construção civil possui peculiaridades que vão além do escopo ISO 9000 e destacam o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, um sistema certificável e baseado na ISO 9000, como mais adequado para o setor.

O recente estudo realizado por Ramos (2009) mostra que os sistemas de qualidade na construção civil não privilegiam a visão dos clientes/usuários na produção de empreendimentos habitacionais. Alguns aspectos que impedem ou comprometem o pleno funcionamento desse sistema são decorrentes da distante relação com o cliente no processo produtivo da edificação, já que ocorre a indefinição dos moradores na etapa de projeto e a dificuldade no atendimento estreito e personalizado entre projetistas e o futuro morador para reconhecimento de seus hábitos e necessidades. Além disso, o método de produção de empreendimentos atual possui diversas barreiras culturais que afetam o desempenho e a qualidade como a falta de motivação, treinamento e engajamento dos funcionários, bem como visões diferenciadas entre os agentes envolvidos segundo seus interesses.

5. Construção enxuta

A Construção enxuta (*lean construction*) é uma metodologia de gerenciamento para produção de edifícios com foco na eliminação do desperdício e na previsão e remoção de problemas (SIVE, 2009). É baseado no pensamento enxuto (*Lean Thinking*), criado na empresa automobilística Toyota na década de 1960, tendo sua aplicação na construção civil proposta por Lauri Koskela em 1992 (KOSKELA, 1992).

Para a formulação da filosofia de Construção enxuta foram consideradas outras metodologias tais como: “*Just-in-time*”, que busca a eliminação de resíduos através da melhoria contínua dos processos, equipamentos e operações (KOSKELA, 1992), com eliminação dos períodos de espera, armazenagem, transporte, etc. entre as etapas de um processo, reduzindo todos os aspectos que não agregam valor real ao produto (MENEZES, 2003); Controle da Qualidade Total, que busca a melhoria contínua através do controle de qualidade no produto e no processo; e Engenharia Simultânea, que busca a melhoria do processo de projeto e a antecipação e incorporação das dificuldades logo ao início do projeto, baseando-se em três objetivos principais: aumento da interação entre projetistas, a redução da quantidade de alterações e a redução no tempo total de concepção do produto (KOSKELA, 1992).

Baseado nessa metodologia, Junior e Filho (2004) criaram o conceito de Construção enxuta e Verde (*Lean Green Construction*), resultante da integração do modelo de construção enxuta com o de Edifícios Verdes (*green buildings*). Segundo eles, a construção enxuta possui

enfoque no processo de planejamento, produção, controle de obra e na eliminação de desperdícios, mas não analisa o período pós-produção. Nesse aspecto, o conceito de Green Building complementa o anterior pois é focado no desempenho operacional, em especial no período de utilização da edificação, unindo a Gestão da Qualidade e Gestão Ambiental em uma abordagem sistêmica de todo o ciclo de vida do empreendimento.

6. Engenharia Simultânea

Os primeiros estudos sobre Engenharia Simultânea, remontam à década de oitenta, tendo a denominação original “*Concurrent Engineering*” proposta e caracterizada primeiramente pelo Institute for Defense Analysis (IDA) do governo americano. O conceito de "engenharia simultânea" foi adotado na Ford Motor Company (EUA) no início da década de 80, durante o projeto Taurus, podendo ser encontrado em outras indústrias com diferentes denominações como: *engenharia concorrente* (indústria mecânica em geral) e *engenharia paralela* (indústria eletrônica) (FERREIRA apud MELHADO E AGOPYAN, 1995).

Fabício (2002) sintetiza as diversas definições da engenharia simultânea como sendo a abordagem simultânea do projeto do produto e do projeto da produção. O desenvolvimento de novos produtos na indústria da construção civil configura-se de forma sequencial, cartesiana e fragmentada entre programa - projeto - produção e suas diferentes equipes nestas três áreas (FABRÍCIO e MELHADO, 2001).

Segundo os autores acima, a primeira dificuldade para aplicação da filosofia da engenharia simultânea na gestão do processo de desenvolvimento e projeto de edifícios é que esses métodos foram desenvolvidos em outros setores industriais, com cultura, estruturas produtivas e desafios competitivos diferentes (MENEZES, 2003).

7. Responsabilidade Social Corporativa

A responsabilidade social corporativa (RSC) se refere a “forma de conduzir os negócios da empresa tornando-a parceira e co-responsável pelo desenvolvimento social”, e possui normas, diretrizes e padrões específicos como a ISO 26000, AA 1000, a SA 8000 e a GRI (FLORIM e QUELHAS, 2004).

Segundo Baldo et al (2003), além de preservar o meio ambiente e incentivar o desenvolvimento da comunidade, uma empresa socialmente responsável deve investir na

transparência nos negócios, assegurar sinergia com seus parceiros, promover o bem-estar dos seus funcionários e dependentes, disponibilizar ambiente de trabalho saudável e adequado, e garantir a satisfação dos seus clientes e/ou consumidores.

Vilhena (2007) cita a responsabilidade social corporativa e o desenvolvimento econômico como aspectos a serem considerados no processo de projeto, que contribuem para comunidade local estável, valorizada e com investimento em recursos humanos, e que também contribuem para a sustentabilidade.

8. CAD-BIM e simuladores

CAD, *Computer Aided Design* ou desenho assistido por computador foi uma das mais importantes inovações em tecnologia da informação que revolucionou o processo de projeto de arquitetura (KALE e ARDITI, 2005). O sistema CAD geométrico é amplamente utilizado até hoje nos escritórios de arquitetura e teve sua origem na década de 60, voltado para fins industriais. Posteriormente, a evolução ocorreu no sentido da modelagem de produto, onde a dificuldade inicial foi de hardware, dificultando sua utilização. Na década de 70, com o avanço na tecnologia associada a mudanças econômicas, a globalização dos mercados, busca pela melhoria dos processos, a produção enxuta, a engenharia simultânea e a demanda da construção civil, teve origem o sistema BIM – *Building Information Modeling* ou Modelagem de Informações da Construção, voltado para o setor da construção civil (EASTMAN et al, 2008; AYRES, 2009).

Toledo (2009) define BIM como “... um modelo digital do edifício que representa não só suas características geométricas, mas também o interrelacionamento entre seus componentes e os inúmeros parâmetros e atributos destes, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão pelos diferentes agentes envolvidos no empreendimento, em todo o ciclo de vida da edificação”. O BIM é um sistema inteligente caracterizado pela modelagem paramétrica com orientação a objetos, onde são utilizados objetos 3D inteligentes (como paredes, portas, janelas, etc.) aos quais se agregam um banco de dados com diversas informações referentes a processos, produtos, custos, documentos, etc. (FERREIRA, 2007; SCHEER et al, 2007), além do próprio sistema gerar documentos de projetos como cortes e fachadas automaticamente do modelo 3D (EASTMAN et al, 2008).

Apesar de ser amplamente utilizado nos EUA, Inglaterra e outros países, no Brasil Souza (2009) mostra que a disseminação da ferramenta ainda está restrita aos escritórios de arquitetura e em fase bastante preliminar, mas já são percebidas os benefícios e a influência positiva nos processos de construção. Diversos problemas de coordenação e compatibilização são eliminados pela a informação coordenada e a consistência e não-redundância das informações possibilitado pelo BIM (EASTMAN et al, 2008). No entanto, o que ainda dificulta a utilização do sistema são os problemas de interoperabilidade, ou seja, a correta troca das informações dos arquivos entre softwares (AYRES, 2009).

Segundo Zambrano et al (2008), a tecnologia BIM pode contribuir para a sustentabilidade no projeto. Krygiel e Nies (2008) demonstram várias aplicações do BIM na forma e em sistemas do edifício, tais como a correta orientação solar, relação volumetria-orientação-radiação, simulação energética, de iluminação natural e artificial e captação de água de chuva. O edifício é modelado no BIM e através da interoperabilidade pode ser utilizado por softwares de simulação tais como Ecotect, EnergyPlus, IES Virtual Environment, GreenBuilding Studio e outros (EASTMAN et al, 2008). Dessa forma, as simulações podem ser amplamente utilizadas por arquitetos contribuindo para a constatação das estratégias adotadas, com maior precisão e certeza (EASTMAN et al, 2008).

9. Diretrizes e estratégias para o projeto sustentável

Autores como Montes (2005), Vilhena (2007) e Meiriño (2008) se propõem a identificar, estabelecer diretrizes ou simplesmente analisar as práticas de projeto para a sustentabilidade em edificações, baseando-se também nas ferramentas anteriormente citadas. Essas estratégias envolvem aspectos do meio-ambiente, da construção civil, sócio-econômicos e institucionais, na relação da sociedade com o ambiente, em uma abordagem holística englobando as multi-facetadas da sustentabilidade. Meiriño (2008) ainda fornece especial enfoque à questão da certificação LEED e à questão energética.

Especial destaque é conferido à análise bioclimática ao início do projeto, ou seja, à análise dos parametros locais referentes ao clima, solo e localização. É considerado pelos autores como primordial, essencial e dos pontos de partida para o projeto sustentável.

Dentre as principais estratégias de projeto mais utilizadas segundo a literatura dos autores supracitados, além dos intenc anteriores, pode-se destacar: captação da água de chuva,

iluminação artificial eficiente, aproveitamento de iluminação natural, materiais ecológicos, equipamentos eficientes, captação de energia solar e telhado verde.

Diversos outros aspectos foram também observados tais como: entorno sustentável, legislação urbanística, promoção de áreas de sombreamento, priorização do pedestre, bom desempenho acústico, acessibilidade, entre outros.

Metodologia da pesquisa

Utilizou para esta pesquisa o método qualitativo, que segundo Santos et al (2000) busca a compreensão, exploração e interpretação de um fenômeno considerando percepções, valores, sentimentos, crenças e opiniões através dos dados coletados. O mecanismo utilizado foi a entrevista estruturada através da aplicação de questionário com ampla utilização de respostas fechadas e objetivas para fácil aplicação, a rapidez de resposta e a facilidade no processamento dos dados.

Foram questionados 13 profissionais cujos critérios para seleção resumem-se em: (1) Área de atuação em Niterói; (2) Quantidade de produção arquitetônica residencial unifamiliar; (3) Reconhecimento público da qualidade de sua produção residencial unifamiliar e (4) Possibilidade de contribuição à pesquisa. O contato inicial foi realizado por telefone com envio posterior de formulário eletrônico para preenchimento e coleta de dados de fontes primárias *online*, através do sistema *GoogleDocs* (2010) para preenchimento do questionário.

Foram utilizadas perguntas-chave para resultados direcionados formuladas a partir do referencial teórico, da experiência da autora e da necessidade de observar a percepção e o entendimento dos arquitetos sobre os temas sustentabilidade, BIM e processo de projeto para habitações individuais. Buscou-se identificar: (1) A experiência dos entrevistados; (2) as ferramentas tecnológicas utilizadas e seu conhecimento sobre BIM e simuladores; (3) Os métodos, ferramentas e estratégias sustentáveis aplicados a empresas ou ao projeto, e (4) o olhar do arquiteto sobre o perfil e interesse dos clientes e os possíveis incentivos na implantação da sustentabilidade nos projetos. Como a “formulação de um questionário deriva de um processo de melhoria” (CHAGAS, 2000), um protótipo inicial do formulário foi testado inicialmente resultando em pequenos ajustes para sua final aplicação.

Resultados da pesquisa

A seguir serão apresentados os resultados mais relevantes da pesquisa realizada com os profissionais de arquitetura da cidade de Niterói.

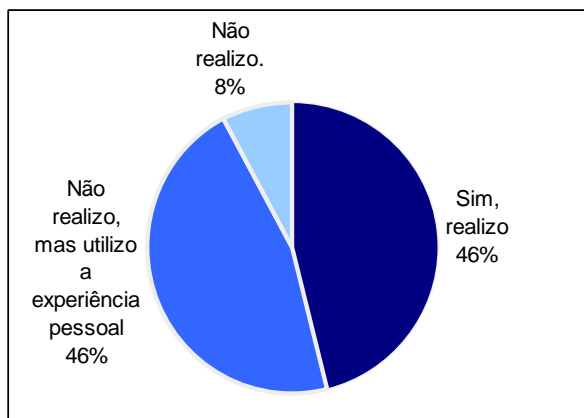


Figura 3. Resultados para a realização de pesquisas prévias pelos arquitetos sobre dados climáticos para o projeto residencial.

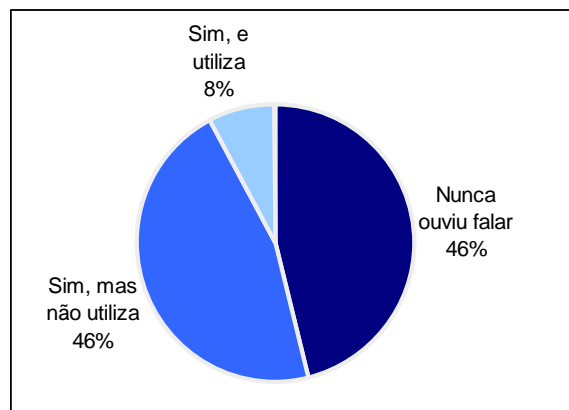


Figura 4. Resultados para o nível de conhecimento dos profissionais de arquitetura sobre a tecnologia BIM.

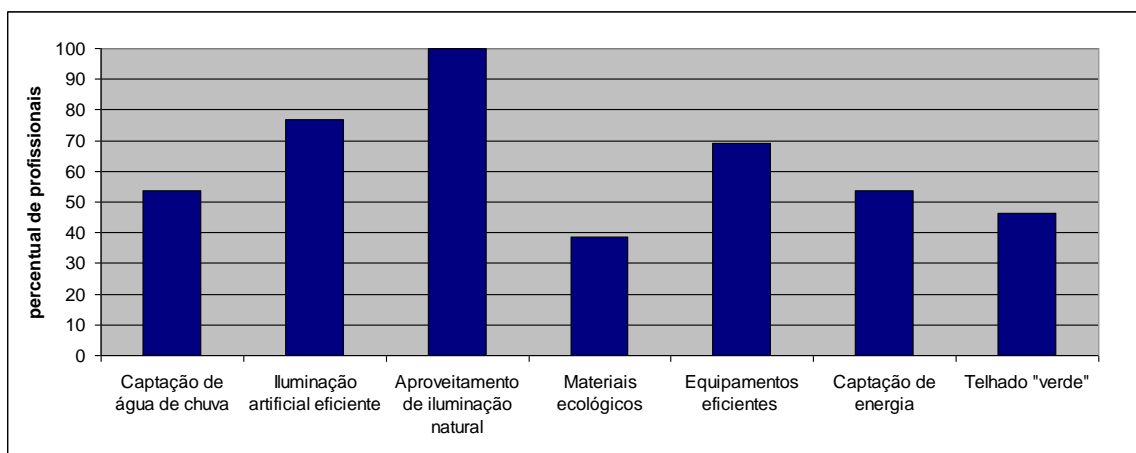


Figura 5. Resultados para as principais estratégias sustentáveis utilizadas pelos arquitetos em residências unifamiliares.

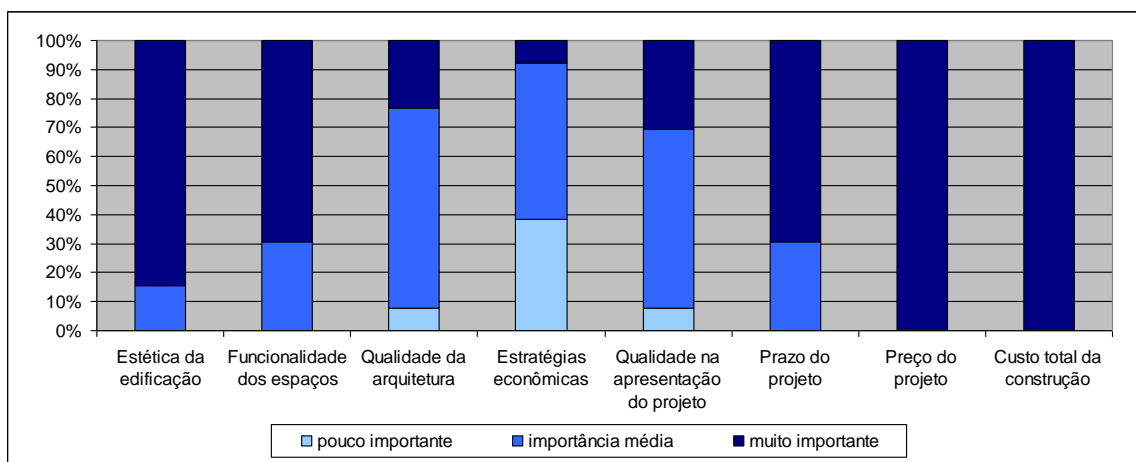


Figura 6. Resultados para os aspectos priorizados pelo cliente na realização de uma edificação unifamiliar, sob a ótica do arquiteto.

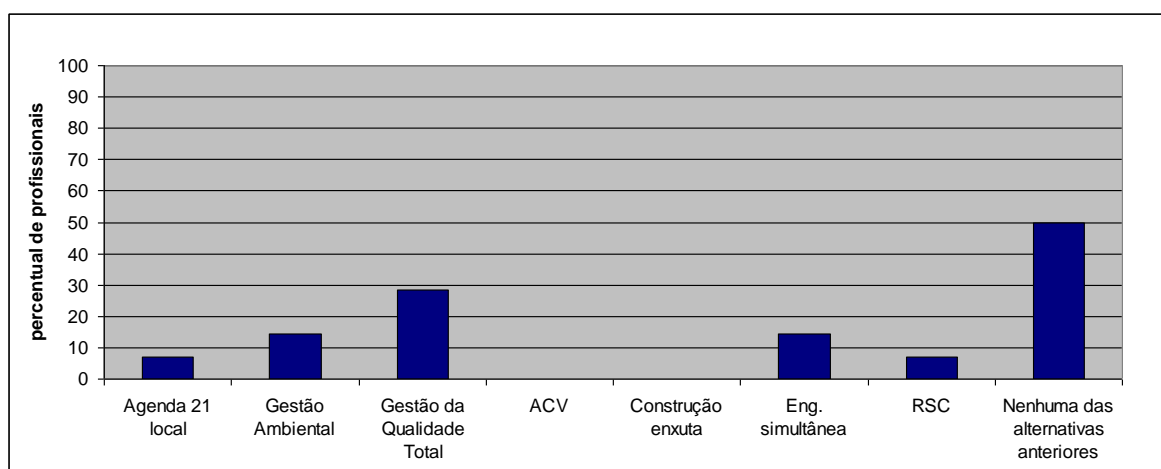


Figura 7. Resultados para documentos, métodos ou conceitos que já utilizou ou aplicou em sua empresa ou em seus projetos.

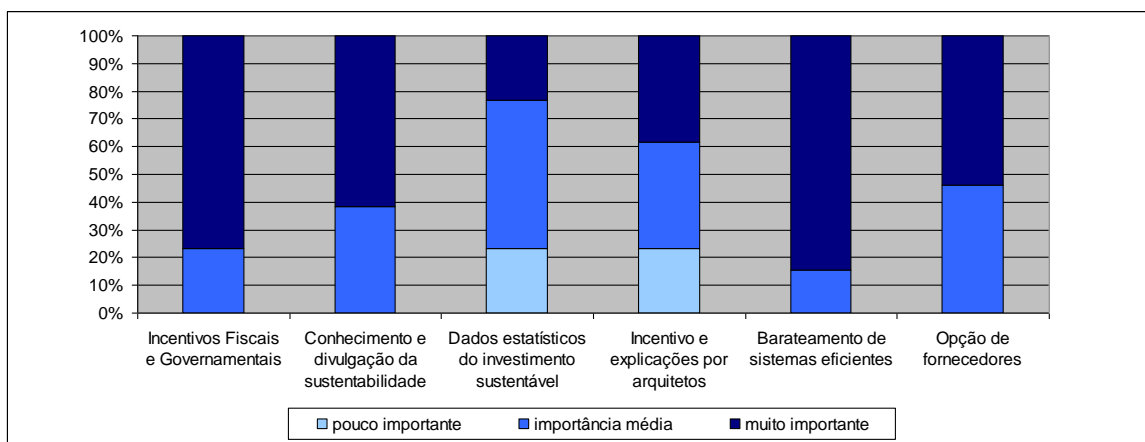


Figura 8. Resultados para os aspectos que podem impulsionar a sustentabilidade nas edificações, sob a ótica dos arquitetos.

Análise dos dados

Sobre ferramentas para a sustentabilidade

Com relação às análises bioclimáticas prévias, verificadas na literatura como a base para o projeto sustentável, consistindo no levantamento de dados do clima, cultura, solo e localização, verificou-se que apenas 46% realizam efetivamente o diagnóstico do local, enquanto 54% dos arquitetos realizam a análise desses aspectos importantes para o projeto ecológico somente através da intuição - uma grande parcela tendo em vista a valorização da sustentabilidade atualmente.

Em uma proporção semelhante, praticamente metade arquitetos que realiza projetos habitacionais unifamiliares conhece mas não utiliza a tecnologia BIM. Os motivos poderiam ser semelhantes àqueles encontrados por Souza (2009) em seu estudo com escritórios de arquitetura voltados para o mercado imobiliário, como a falta de tempo para implantação, resistência à mudança, incompatibilidade com parceiros de projeto, e a falta de verba para investimento em softwares de elevado custo bem como o custo de treinamento dos profissionais. Além disso, acredita-se haver a falta de um profundo conhecimento sobre a ferramenta e suas diversas possibilidades de simulações e contribuição para sustentabilidade. Segundo os estudos de caso relatados por Eastman et al (2008), existe uma forte tendência à prestação de consultorias e empresas especializadas para aspectos do edifício com foco na sustentabilidade, sendo um mercado potencial ainda não percebido pela maioria dos arquitetos.

Com relação às estratégias mais utilizadas nos projetos residenciais, pelo menos 50% dos profissionais já utilizaram uma ou mais estratégias, sendo o aproveitamento de iluminação natural, equipamentos e iluminação eficiente as mais utilizadas, e coincidentemente, as menos onerosas. Também foram citadas telhado verde, captação de água de chuva e energia solar. A utilização de materiais ecológicos se apresentou bem reduzida em relação aos demais. Podemos associar ao fato da complexidade na análise da sustentabilidade dos materiais, que deve considerar a análise do ciclo de vida (não realizada por nenhum dos arquitetos) e a energia incorporada, dados ainda não são informados pelos fornecedores.

Segundo os entrevistados, 62% acredita que os clientes terão interesse na implementação de estratégias sustentáveis com um retorno do investimento até 10 anos. De acordo com a experiência da autora, é relativamente longo o período de permanência das famílias nas casas aonde o cliente participou do processo de criação e execução, havendo portanto, tempo para o *feedback* do investimento sendo portanto, um bom negócio.

A principal preocupação dos clientes continua sendo aquelas relacionadas ao preço, prazo e estética da edificação. Pouca importância é conferida à qualidade dos espaços arquitetônicos no que se refere aos aspectos de conforto ambiental, como espaços bem iluminados e ventilados. Isso pode refletir em uma má qualidade da arquitetura, tendo em vista o desinteresse dos clientes na cobrança desse requisito associada ao fato de aproximadamente metade dos arquitetos não realizarem pesquisas bioclimáticas prévias. As estratégias econômicas foram as que apresentaram menor importância pelos clientes na realização de uma casa, sob a ótica dos entrevistados, mas foram as estratégias mais utilizadas pelos arquitetos nos projetos. Isso demonstra que os clientes ainda não estão cobrando aos arquitetos a sustentabilidade em suas casas, mas que, no entanto, e buscam medidas minimizadoras de consumo diário.

Questionou-se aos arquitetos sobre os diversos documentos e instrumentos de gestão citados anteriormente e constatou-se sua falta de aplicação ou até mesmo o desconhecimento por metade dos entrevistados. Dentre as ferramentas utilizadas, a gestão da qualidade destacou-se apesar de sua pequena utilização (somente 4 profissionais). Muitos destes arquitetos e pequenos escritórios realizam projetos diversificados, ocasionando com frequência a prestação de serviços para construtoras que já adquiriram a certificação de qualidade ISO 9000, fazendo com que alguns aspectos e procedimentos da gestão pela

qualidade fossem incorporados ao cotidiano desses profissionais por interesse ou por exigência da parceria, especialmente relativo à padronização dos documentos e a compatibilização dos projetos. Com pouca representatividade foram citados a Gestão Ambiental, Engenharia simultânea, responsabilidade social e Agenda 21.

Ao questionar objetivamente se “o arquiteto atual está preparado para lidar com a inserção de aspectos sustentáveis no projeto de arquitetura?”, a maioria de 77% acredita que o arquiteto não está capacitado para tal tarefa. Isso demonstra a falta de atualização profissional, não só em relação à novas tecnologias mas também a novos conceitos e paradigmas da sociedade atual.

Sobre incentivo à sustentabilidade nas edificações

Quanto ao estímulo para a inserção da sustentabilidade na arquitetura, os principais aspectos mais uma vez foram aqueles relacionados ao custo. Os arquitetos acreditam que o barateamento dos sistemas eficientes associados a incentivos fiscais poderiam incrementar a sustentabilidade. No entanto, as tecnologias só podem ser barateadas quanto há redução de impostos, aumento na demanda ou na competitividade entre fornecedores de forma a movimentar o mercado de AEC. A divulgação da sustentabilidade também foi caracterizada por grande importância, que levará a uma consciência global sobre novos modos de consumo. Os arquitetos também possuem importante papel no fornecimento de explicações aos clientes sobre as possibilidades tecnológicas, custos e o investimento, além de poderem incentivar seus clientes a terem uma consciência ecológica.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa propiciou o entendimento sobre como o arquiteto vem lidando com novas tecnologias e a inserção da sustentabilidade no projeto, com uma visão de mercado que demonstra ainda uma falta de interesse dos clientes e a falta de capacitação dos profissionais. Também serviu indiretamente para que os próprios arquitetos entrevistados percebam seu nível de conhecimento, ou ausência de, incitando a busca pela atualização profissional e tecnológica. Acredita-se ainda que o perfil desses profissionais pode ser considerado semelhante ao de cidades vizinhas como o Rio de Janeiro, já que ambas as cidades possuem uma intensa relação onde profissionais que moram em uma cidade atuam e/ou estudam na

outra e vice-versa, além de se caracterizar por áreas habitacionais em expansão especialmente para a Barra da Tijuca, Recreio e Jacarepaguá.

Muita responsabilidade é atribuída aos arquitetos na aplicação da sustentabilidade nos projetos, no entanto, é necessário observar que diversos outros agentes fazem parte da cadeia produtiva do setor da construção civil e têm sua parcela de responsabilidade, como no fornecimento de informações sobre os produtos por parte de fornecedores bem como apoio técnico para instalação e correto funcionamento. Além disso, o próprio modelo atual de produção de empreendimentos dificulta a implementação dessas questões como erros de projeto, retrabalho, falta de informação, etc, que em grande parte podem ser eliminados através da adoção do sistema BIM, possibilitando ainda as simulações de desempenho da edificação.

Diferentemente da indústria imobiliária, acredita-se que o expressivo setor de edificações residenciais unifamiliares pode apresentar maiores chances na implantação das ferramentas e estratégias sustentáveis, em especial no caso onde o contratante é o usuário final e irá se beneficiar diretamente dos resultados a longo prazo. Observa-se ainda ser necessário a indução ou incentivo por meio de transferência de custos através de taxas, impostos ou benefícios fiscais, com estímulo governamental à sustentabilidade nas edificações, bem como a necessidade da divulgação dos benefícios e economias financeiras individuais e para o meio-ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. *Família de normas ISO14000*. NBR ISO 14000. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Rio de Janeiro, 1996.

AYRES F., Cervantes. *Acesso ao modelo do edifício*. Curitiba, 2009. Dissertação (Mestrado em Construção Civil – Setor de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BALDO, Roberta; MANZANETE, Celeste Marinho; FILHO, Gino Giacomini. *Responsabilidade Social Corporativa*. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXVI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – BH/MG – 2 a 6 Set 2003.

BRUNDTLAND. *Nosso futuro comum*. Relatório Brundtland, 1987. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CHAGAS, A. T. R. *O questionário na pesquisa científica*, Revista Administração On Line. Vol. 1, n. 1, Jan/Fev/Mar, ISSN 1517-7912. São Paulo: FECAP, 2000.

CSCAE. *Un vitruvio ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. Versão castelhana. Consejo de arquitectos de Europa. Editora Gustavo Gili, SL, Barcelona, Espanha, 2007. 158 p.

EASTMAN, Chuck *et al.* *BIM Handbook*. A guide to Building Information Modeling for owners, designers, engineers and contractors. John Wiley and Sons, 2008. 504 p.

EDWARDS, Brian. *Guia básica de la sostenibilidad*. Título original: Rough guide to sustainability, Londres, 2005. Segunda edição. Editorial Gustavo Gili, SL, Barcelona, 2008. 223 p.

ELKINGTON, John. *Enter the triple bottom line*. In: Henriques, A., Richardson, J. (Eds), *The Triple Bottom Line: Does It All Add up?*, Earthscan, Londres, 2004. pp.1-16.

EPELBAUM, Michel. *Sistemas de Gestão Ambiental ISO 14.000: mudando a postura reativa*. In: Anais. Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 4. São Paulo: nov. 1997.

FABRÍCIO, Márcio M; MELHADO, Silvio B. *Desafios para Integração do Processo de Projeto na Construção de Edifícios*. IN: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 1. 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2001.

FERREIRA, Sérgio Leal. *Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa*. In: VII Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção Civil. Curitiba, 2007.

FLORIM, Leila C. e QUELHAS, Osvaldo L.G.. *Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente*. Engevista, v.6, n.3, p.11. 2004.

GoogleDocs. Site da Internet. Acesso em: 1 Dez. 2009. Disponível em: <<http://docs.google.com/>>

IBGE. *Pesquisa Anual da Indústria da Construção – 2007*. Volume 17. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2007. 84 p.

JUNIOR, Ailton Lannes; FILHO, José Rodriguez de Farias. *O conceito de Lean Green de construção: proposta de integração dos modelos Lean Construction e Green Building, aplicado à indústria da construção civil, subsetor edificações*. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), p. 651-658. Florianópolis, Santa Catarina. 03 a 05 de Nov. de 2004.

KALE, Serdar; ARDITI, David. *Diffusion of Computer Aided Design Technology in Architectural Design Practice*. Journal of Construction Engineering and Management (ASCE), v. 131, p. 1135-1141, 2005.

KOSKELA, Lauri. *Application of the new production philosophy to construction*. Technical Report n° 72. Center of Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992, 72 p.

KRYGIEL, Eddy; NIES, Bradley. *Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling*. Indianapolis, Indiana. Wiley Publishing, Inc., 2008. 266 p.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; RADOS, Gregório Varvakis. *Caracterização da sustentabilidade nas empresas de construção civil*. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003.

MARCHIORI, Nilton Luiz; MIYAKE, Dario Ikuo. *Sustentação de processos de melhoria contínua*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2001. Anais. Salvador: FTC, 2001.

MC. *Inês Magalhães apresenta números do déficit habitacional*. Notícias. Ministério das Cidades, Brasil, 26 Jun 2009. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/noticias/ines-magalhaes-apresenta-numeros-do-deficit-habitacional>>. Acesso em: 20 Nov. 2009.

MCT. *Avaliação do ciclo de vida*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Site da internet. Brasil. Disponível em: <<http://infotib.ibict.br/acv/>> . Acesso em: 10 Jun 2009.

MEIRIÑO, Marcelo Jasmim. *Estudo de edificações sustentáveis no Brasil: o caso da certificação LEED*. Niterói, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.

MELHADO, S.B.; AGOPYAN, V. *O conceito de projetos na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle*. São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP, 1995. 20 p.

MELOTTI, Darlan Jader; SOUZA, Claudio; SALLES, Waterson. *ISO 9000:2008 Passos para implementação e upgrade da norma em sua organização*. SOMAR, CREA-ES e BSI Management Systems. Apresentação. 17 Maio de 2007. Disponível em: <http://www.creaes.org.br/downloads/palestra_BSI_3.pdf>. Acesso em: 10 Dez. 2009.

MENEZES, Alexandre de Andrade Cardoso de. *Análise do processo de projeto: Estudo de caso em escritórios de arquitetura do Grande Rio*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2003.

MMA. *Agenda 21 Brasileira*. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?id=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=908>>. Acesso em: 7 Set 2008.

MME. *Resenha energética Brasileira*. Exercício de 2008 (preliminar). Ministério de Minas e energia. Brasil, 2009. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/3_-_Resenha_Energetica_2008/Resenha_energetica_-_2008-V4_-_25-05-09.pdf>. Acesso em: 14 Dez 2009.

MONTES, María Andrea Triana. *Diretrizes para incorporar conceitos de sustentabilidade no planejamento e projeto de arquitetura residencial multifamiliar e comercial em Florianópolis*. Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PETROBRÁS. *Agenda 21 Comperj*. Site na Internet. Petrobrás, 2009. Disponível em: <<http://www.agenda21comperj.com.br/VetoresQualitativos.aspx>>. Acesso em: 13 Dez 2009.

ROSSI. *Mercado de Construção civil brasileiro*. Rossi Residencial S.A., 25 Nov. 2008. Site da internet. Disponível em: <http://www.mzweb.com.br/rossi2008/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&tipo=16830&conta=28&v=0>. Acesso em: 18 Out. 2009.

SANTOS, Gerson Tenório; ROSSI, Giesele; JARDILINO, José Rubens. *Orientações metodológicas para elaboração de trabalhos acadêmicos*. 2 ed. São Paulo: Gion Editora, 2000.

SCHEER, Sérgio; ITO, Armando L.Y.; AYRES F., Cervantes; AZUMA, Fabíola; BEBER, Michelle. *Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura*. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais, 2007.

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. *Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para a avaliação de sustentabilidade*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.3, n.3, p. 7-18, jul./set. 2003.

SMU-PMN. *Relação dos projetos aprovados de 2006 a 2008*. Secretaria Municipal de Urbanismo e Controle Urbano de Niterói. Centro de Processamento de Dados – Sistema de Protocolo, Niterói, Rio de Janeiro, 2009.

UNEP. *Buildings and Climate Change*. Summary for decision-makers. United Nations Environmental Programme, UNEP, 2009. 62 p.

VIANNA, Sérgio Bersserman. *A agenda da sustentabilidade e as grandes transformações do séc. XXI*. Notas da autora sobre a palestra. 1o Ciclo de palestras - Sustentabilidade urbana 2009. Inverde e Amigos do Parque. Parque Lage, Rio de Janeiro, 2009.

VILHENA, Juliana Machado. *Diretrizes para a sustentabilidade das edificações*. Gestão e tecnologia de projetos. Vol. 2, No 1, 2007.

ZAMBRANO, L.M.A; BASTOS, L.E.G, FERNANDEZ, P. *Integração dos princípios da sustentabilidade ao projeto de arquitetura*. Seminário internacional NUTAU 2008: Espaço Sustentável – Inovações em edifícios e cidades. São Paulo, Set/2008.

AGRADECIMENTOS

À Capes pelo incentivo financeiro.

Aos arquitetos de Niterói pela essencial colaboração com a pesquisa.