

## **Sustentabilidade: Um Desafio para Engenharia**

### **Bráulio José Pereira**

**1 INTRODUÇÃO** O conceito Sustentabilidade deve ser levado em conta indiscutivelmente na fase de engenharia. Pois é nesta fase de projetos que se pode verificar e planejar com as diversas áreas da engenharia envolvidas no projeto, propostas e soluções para se puder executar uma obra dentro dos padrões de sustentabilidade exigidos pelo mercado e pela sociedade. O conceito de um Projeto Sustentável é um sistema que promove intervenções sobre o meio ambiente, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. Tal modelo de construção utiliza eco materiais e soluções tecnológicas inteligentes, que promovem a redução de resíduos gerados pela construção, utiliza de forma inteligente e econômica água e energia e proporciona aos usuários um conforto e melhor aproveitamento das áreas. É importante ressaltar que os critérios de sustentabilidade ambiental para o espaço construído, muitas vezes representam um investimento inicial alto, mas que ao longo da vida útil do empreendimento vão sendo minimizado, por meio dos ganhos com eficiência energética, uso racional da água e durabilidade da edificação. Diante disso, a preocupação com a questão ambiental passou a ser levantada nos mais diversos setores da sociedade, promovendo a gradativa adesão dos diferentes setores mercadológicos. Em busca do equilíbrio entre o que é socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente sustentável, é usualmente descrita em função da chamada &ldquo;triple bottom line&rdquo;, que congrega as dimensões ecológica, econômica e social do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003). Figura 1 &ndash; Dimensões da Sustentabilidade Fonte: Antonioli (2003) Os projetos de uma obra sustentável devem contemplar de forma inteligente: os passivos dos recursos naturais (iluminação natural), prover sistemas e tecnologias que permitam redução no consumo de água (reuso, aproveitamento da água de chuva), racionalizar o uso de energia com a utilização de tecnologias eficazes como o aquecimento solar e a geração de energia por painéis fotovoltaicos. Temos também que planejar áreas para coleta seletiva de lixo (reciclagem) e criar ambientes saudáveis, utilizando tecnologias para regular acústica e temperatura. Uma construção sustentável utiliza materiais e tecnologias biocompatíveis, que não agredem o meio ambiente, seja durante o processo de obtenção, fabricação, aplicação e durante a sua vida útil.

**2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL - CICLO DE VIDA DE UMA EDIFICAÇÃO** Segundo Degani (2010) o ciclo de vida dos edifícios inicia-se na etapa de Planejamento, etapa essencial para garantir o desempenho mais sustentável do edifício, uma vez que é neste momento que se definem o local de implantação e os objetivos funcionais, sociais e econômicos a serem atendidos pelo empreendimento. Finalizada a etapa de Concepção, inicia-se o Canteiro de obras, momento em que acontece a realização do empreendimento e quando são percebidos os impactos da construção propriamente dita. Estas etapas são as mais breves do ciclo de vida dos edifícios, entretanto, elas são fundamentais para o nível de desempenho que permanecerá na sua etapa mais longa &ndash; a etapa de Uso e Ocupação (DEGANI, 2010). Outra etapa extremamente relevante, em se tratando de sustentabilidade ambiental, é representada pelas atividades de Manutenção e Reforma, pois são determinantes para o aumento da vida útil das edificações e no aperfeiçoamento de seus níveis de desempenho. Estas atividades compreendem: reposição de componentes; conservação das superfícies, sistemas e equipamentos; manutenção corretiva e preventiva de equipamentos e sistemas; ações de modernização e ampliação. O ciclo de vida dos edifícios se encerra com a Demolição ou Desconstrução, etapa que também representa o início do ciclo de outro empreendimento. É uma etapa relevante que deve ser realizada mediante um cuidadoso planejamento do desmonte, garantindo o reaproveitamento e a reciclagem da maior fração possível dos materiais e componentes existentes (DEGANI, 2010). FIGURA 02 &ndash; Ciclo de vida das edificações Fonte: Tavares (2006)

**3 SUSTENTABILIDADE QUANTO A VIABILIDADE FINANCEIRA** Todo empreendimento depois de idealizado e realizado o projeto básico (composto por estudos, anteprojetos e orçamento estimativo) passa por uma etapa de viabilidade financeira. Esta etapa é primordial e define se o empreendimento terá prosseguimento ou será revisto e adaptado. Para investidores e empreendedores privados, a viabilidade de um projeto é condição de sua capacidade de gerar retorno financeiro sobre o capital investido, isto é, de produzir lucro, ou

seja, o investimento no projeto deve ser rentável (DA ROSA, 2005). Entende-se que um empreendimento para ser viável financeiramente deve gerar retorno financeiro ao empreendedor ou proprietário. Nesse sentido as construções sustentáveis tendem a utilizar materiais e sistemas construtivos que atualmente apresentam preços superiores aos convencionais, mas que ao longo do tempo esses custos serão recuperados com o aumento da vida útil da edificação e com a redução dos custos de operação e manutenção. Segundo Da Rosa (2005) um empreendimento para ser viável financeiramente deve gerar retorno financeiro ao empreendedor ou proprietário, seja a curto ou longo prazo, conforme as expectativas previamente definidas. Para isso, deve-se ter em vista que o custo global de construção depende da vida útil projetada, sendo o custo global a soma dos custos de aquisição mais o custo de operação e uso, considerando o desmonte do bem após a vida útil (BORGES, 2008). Assim, as edificações de alto desempenho podem apresentar um maior investimento inicial, porém possuem custos operacionais mais baixos, valorizando o imóvel, sendo mais saudável para seus usuários, conservando água e energia, reduzindo a emissão de gases (VALENTE, 2009). Nesse sentido o retorno financeiro está na durabilidade e conforto que o projeto proporcionará aos usuários, bem como na economia de recursos, ou seja, a eficiência energética e o uso racional da água entre outros itens citados acima.

#### 4 SUSTENTABILIDADE QUANTO AOS ASPECTOS AMBIENTAIS

Para uma edificação ser sustentável é necessário buscar soluções que priorizem o baixo impacto ao meio ambiente, desde a concepção do projeto, a especificação dos materiais, a construção e operação/manutenção da edificação. Como desafio pode-se afirmar que o setor da Construção Civil em todo o mundo é o responsável pelo consumo de 50 % dos recursos naturais e 40 % dos insumos energéticos de todas as fontes, sendo que essa afirmação considera o Ciclo de Vida das Edificações, o que inclui além do consumo de energia na vida útil das edificações, também a energia gasta na fabricação dos materiais de construção, na obra propriamente dita e na desconstrução (TAVARES, 2006). Diante deste cenário, no ano de 1992 na cidade do Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, foi aprovada a Agenda 21 – um documento elaborado em consenso entre governos e instituições da sociedade civil de 179 países e que transforma o conceito de desenvolvimento sustentável em propostas de ações. A Agenda 21 consolida a ideia de que o desenvolvimento e a conservação do meio ambiente devem constituir um binômio indissolúvel, que promova a ruptura do padrão tradicional de crescimento econômico, tornando compatíveis duas grandes aspirações do final do século XX: o direito ao desenvolvimento, sobretudo para os países que permanecem em patamares insatisfatórios de renda e de riqueza, e o direito ao usufruto da vida em ambiente saudável pelas futuras gerações (VALENTE, 2009; TAVARES, 2006; DEGANI, 2003 e 2010).

#### 5 SUSTENTABILIDADE QUANTO AOS ASPECTOS SOCIAIS

Os aspectos sociais da sustentabilidade ligados à edificação dizem respeito aos cuidados a serem tomados em relação a todos os envolvidos no processo de construção da nova edificação (Stakeholders), tanto os envolvidos no projeto e obra como a vizinhança afetada e os usuários finais. Em relação ao pessoal do projeto e obra, devem ser oferecidas condições de trabalho que excedam aquelas definidas nas normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e acordos sindicais coletivos das categorias envolvidas. Em relação à vizinhança afetada e os usuários finais, todos devem ser ouvidos e suas opiniões respeitadas nas decisões de projeto.

#### 6 ENTIDADES LIGADAS A SUSTENTABILIDADE

Algumas das entidades que contribuem para uma melhora na qualidade de vida das pessoas, promovendo a defesa e preservação do meio ambiente, partindo de um princípio da consciência ecológica e responsabilidade social, são: IDHEA (Instituto para Desenvolvimento da Habitação Ecológica) Fupam (Fundação para a Pesquisa Ambiental) Ipema (Instituto de Permacultura e Eco vilas da Mata Atlântica) Ipec (Instituto de Permacultura do Cerrado) Green Institute ATA (Alternative Technology Association) Em muitos países é possível encontrar conselhos para o desenvolvimento dos conceitos da construção sustentável, que orientam e discutem os padrões a serem seguidos em cada lugar. No caso do Brasil, foi criado recentemente, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, formado por acadêmicos, pessoas ligadas às áreas social e financeira, construtores e representantes de organizações não governamentais. CBCS (Conselho Brasileiro da Construção Sustentável) USGBC (United States Green Building Council) CaGBC (Canada Green Building Council) GBC

O objetivo dos sistemas de certificação ambiental é avaliar o desempenho da construção e o funcionamento dos edifícios de modo a fornecer indicações aos especialistas sobre as diversas áreas analisadas, tais como a sua localização, o seu uso eficiente da água, o seu uso eficiente da energia, a qualidade ambiental interna, entre outras (VALENTE, 2009). De acordo com Silva (2003), o primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho de edifícios veio exatamente com a constatação de que mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de &ldquo;Green building&rdquo; não possuíam meios para verificar o quão &ldquo;verdes&rdquo; eram de fato seus edifícios. Ressalta-se que é importante não apenas construir sustentavelmente, mas também comprovar que a obra de fato segue tais pressupostos, principalmente após a ocupação dos usuários. Trata-se de uma garantia para o cliente, para o mercado e uma maneira de se propagar com credibilidade, associando a publicidade com as novas construções (SILVA, 2003).

- Sistema Procel Com objetivo de criação de critérios de eficiência energética para melhor qualificar uma edificação, o sistema surgiu como consequência da crise energética de 2001, quando foi sancionada a Lei de Eficiência Energética Nº. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Esta lei dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, sendo posteriormente transformada no Decreto 4.059 em dezembro de 2001. No sentido de criar um sistema com procedimentos adequados às edificações, em outubro de 2003, foi lançado o PROCEL Edifica, por meio do Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações, estabelecendo vertentes de ação, cada qual apresentando uma série de projetos que visam implementar a eficiência energética na cultura construtiva nacional.

- Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas: uma das ações da Eletrobrás por meio do programa PROCEL Edifica é a Regulamentação para Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, visando à redução do consumo de energia elétrica. A proposta é especificar os requisitos técnicos e os métodos para a classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética (FONSECA, 2009). Para as novas edificações a concessão da etiqueta será realizada na fase de projeto; após o Habite-se, para as edificações concluídas e após adequação com vistas à melhoria da eficiência energética, para as edificações já existentes. A Regulamentação para Eficiência Energética exige que os edifícios atendam aos requisitos relativos à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, à eficiência do sistema de condicionamento do ar e ao desempenho da envoltória, sendo a envoltória o conjunto dos planos externos da edificação, compostos por fachadas, empenas, cobertura, brises, marquises, aberturas, bem como quaisquer elementos que o compõe (MME, 2008). A classificação do edifício é procedida de acordo com requisitos que devem ser avaliados, resultando numa classificação final, onde são atribuídos pesos para cada requisito, e de acordo com a pontuação final, variando de 5 a 1, é obtida uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) (MME, 2008). Os pesos são divididos da seguinte maneira: iluminação (30%), sistema de condicionamento de ar (40%) e envoltória (30%) (MME, 2008).

Figura 3 &ndash; Modelo de etiqueta para classificação da eficiência energética do edifício Fonte: MME (2008)

- Sistema AQUA O sistema de certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma parceria entre a Fundação Vanzolini e o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB)- instituto francês que é referência mundial na construção civil e sua subsidiária Certivéa, em cooperação com os professores do Departamento de Engenharia de Produção e de Engenharia de Construção Civil da Poli-USP. A AQUA é uma versão das normas de construção sustentável. Diferentemente do sistema de certificação LEED, o sistema AQUA estabelece 14 critérios de análise e, em cada um deles, a edificação pode receber a qualificação de bom, superior ou excelente, devendo a mesma ter no mínimo três critérios excelentes e, no máximo, sete critérios bons como mostram as figuras 05 e 06 a seguir: Figura 4 &ndash; Relação de Itens avaliados na certificação Aqua Fonte: Vanzolini (2011)

- Sistema LEED O LEED é um sistema de certificação ambiental difundido pelo USGBC (United States Green Building Council), organização não-governamental fundada em 1993 nos Estados Unidos. O sistema apresenta uma interface

simples, baseada em especificações de desempenho e possui como referência, normas e recomendações de órgãos com credibilidade reconhecida como ASHRAE, ASTM, EPA e o DOE (SILVA, 2003). O sistema foi desenvolvido com objetivo de impulsionar uma transformação na indústria da construção civil ao definir uma diretriz para a construção sustentável e para os edifícios certificados, contendo uma divisão em categorias, sendo elas CERTIFICADA, PRATA, OURO e PLATINA (HERNANDES, 2006). Pontuação: O sistema de pontuação do LEED-NC v3.0 é dividido em sete categorias totalizando 110 pontos possíveis de serem alcançados, sendo destes, 100 de itens avaliados e 10 de pré-requisitos (GBC Brasil, 2011). Segundo GBC Brasil (2011) as categorias são as seguintes: 1- Sustainable Sites ou Espaço Sustentável &ndash; (28) pontos possíveis 2 -Water Efficiency ou Uso Racional da Água &ndash; (10) pontos possíveis 3- Energy and Atmosphere ou Energia e Atmosfera &ndash; (37) pontos possíveis 4- Materials and Resources ou Materiais e Recursos &ndash; (13) pontos possíveis 5- Indoor Environmental Quality ou Qualidade Ambiental Interna &ndash; (12) pontos Possíveis 6- Innovation and Design ou Inovação e Processo do Projeto &ndash; (6) pontos possíveis 7 -Regional Priority ou Créditos Regionais &ndash; (4) pontos possíveis -Total de 110 pontos Vantagens do sistema LEED dentre outros disponíveis (HERNANDES, 2006): - Efeito catalisador: o sistema LEED é visto como um grande divulgador de critérios sustentáveis e boas práticas; -O LEED nos Estados Unidos é consenso entre diversas classes profissionais e órgãos governamentais das quatro esferas; - Credibilidade conseguida por meio da associação da imagem institucional do LEED com agências do governo, associação de normas técnicas e etc. A seguir serão apresentadas no Quadro 04 as categorias de desempenho do sistema de certificação LEED, bem como a descrição de cada uma delas. Figura 5 &ndash; Critérios de avaliação do LEED Fonte: GBC Brasil (2010)

-Selo Casa Azul CAIXA A Caixa Econômica Federal lançou em 2009 um novo instrumento de classificação da sustentabilidade ambiental de projetos habitacionais, o "Selo Casa Azul", que qualificará projetos de empreendimentos dentro de critérios socioambientais, que priorizam a economia de recursos naturais e as práticas sociais. O Selo é o principal instrumento do Programa de Construção Sustentável do banco (CEF, 2010). O Selo Casa Azul CAIXA é um instrumento de classificação socioambiental de projetos de empreendimentos habitacionais, que busca reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, objetivando incentivar o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno (CEF, 2010). O Selo se aplica a todos os tipos de projetos de empreendimentos habitacionais propostos à CAIXA para financiamento ou nos programas de repasse. Podem se candidatar ao Selo as empresas construtoras, o Poder Público, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades representantes de movimentos sociais (CEF, 2010). Para a concessão do selo, a CAIXA analisará critérios agrupados em seis categorias: inserção urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação de recursos materiais, uso racional da água e práticas sociais (CEF, 2010). Figura 5 &ndash; Logomarca do Selo Casa Azul níveis ouro, prata e bronze Fonte: CEF (2010) Figura 6 &ndash; Níveis de Gradação do selo Casa Azul

## 8 PREMISSAS PARA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE ENGENHARIA SUSTENTÁVEL

Algumas diretrizes a considerar para uma construção sustentável. Pensar em longo prazo o planejamento da obra

- Eficiência energética
- Uso adequado da água e reaproveitamento
- Uso de técnicas passivas das condições e dos recursos naturais
- Uso de materiais e técnicas ambientalmente corretas
- Gestão dos resíduos sólidos. [Reciclar](#), reutilizar e reduzir.
- Conforto e qualidade interna dos ambientes
- Permeabilidade do solo
- Integrar [transporte de massa](#) e ou alternativos ao contexto do projeto.

Neste sentido, incluem-se aspectos vitais de desempenho ambiental para a sustentabilidade da edificação. Como exemplo, cita-se a inclusão de critérios (condições) tais como: redução de impactos à vizinhança (inclusive durante a obra); prioridade para a escolha de materiais menos poluentes ao meio ambiente; morfologia, materialidade e setorização voltada para evitar desperdícios e favorecer ao desempenho térmico, lumínico e acústico; inclusão de critérios de acessibilidade como preocupação de inclusão social dos portadores de deficiência; limitação de níveis de ruído ambiental (no exterior) gerados por equipamentos e gestão do processo de projeto

de forma a garantir decisões “sustentáveis” ao longo de todo o ciclo de vida projeto – obra - pós-ocupação (incluindo a gestão de energia, água, resíduos e manutenção).

Legenda: 1 – Alta eficiência: janelas com isolamento para redução do consumo de energia; 2 e 2a – Paisagismo com plantas nativas: requer menos irrigação; 3 – Conservação de água: descarga com fluxo duplo, torneiras econômicas e sensores para irrigação; 4 – Sistemas mecânicos de alta eficiência: considerar sistemas geotérmicos; 5 – Equipamentos energeticamente eficientes; 6 – Isolamento do piso; 7 – Isolamento da fundação; 8 e 9 – Uso de materiais reciclados e ferro; 10 – Isolamento térmico de paredes e forros; 11 – Outras considerações: materiais com baixa emissão de compostos voláteis, paredes verdes, luzes eficientes; 12 – Exposição ao sol: considerar a exposição ao sol para se proteger dos raios UV. Figura 7: Exemplo de edificação Sustentável Fonte: Nascimento e Maciel (2010)

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS Se um edifício cumprir todos os pré-requisitos técnicos, respeitar todas as normas éticas ambientais. E apenas usar materiais adequados e mesmo assim se fechar para dentro, não condizendo com as necessidades do entorno, não se relacionando com o lugar na qual está inserido, abstrair as outras construções e pessoas que convivem próximo, não estará sendo sustentável. Pode parecer complicado, mas, não existe nenhuma obrigatoriedade de se cumprir todos os requisitos técnicos para uma construção ser sustentável. Caso contrário, as casas seriam todas iguais. Na verdade, as diretrizes são uma forma de orientar aqueles que pretendem construir de uma forma ambientalmente mais responsável.

Uma obra sustentável leva em conta o processo na qual o projeto é concebido, quem vai usar os ambientes, quanto tempo terá sua vida útil e se, depois desse tempo todo, ela poderá servir para outros propósitos ou não. Tudo o que diz respeito aos materiais empregados nela devem levar em conta a necessidade, o desperdício, a energia gasta no processo até ser implantado na construção e, depois, se esses materiais podem ser reaproveitados. Muito mais que levar em conta a preservação ambiental, as construções sustentáveis prezam pela salubridade dos ambientes, sendo assim o que é sustentável é saudável, protegendo os seus habitantes das enfermidades que o contexto externo pode trazer para dentro das edificações. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ARAYARA, Instituto Educação para sustentabilidade - Projeto e Construção. Disponível em: <http://www.sustentabilidade.org.br/conteudos>. Acesso em: 25 jan. 2013. Sustentabilidade e Construção Civil Disponível em: <http://www.renovacaodeenergia.blogspot.com>. Acesso em 25 jan. 2013 Proposta de melhoria para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental

<http://www.prppg.ufpr.brppgccsiteswww.prppg.ufpr.br.ppgccfilesdissertacoesd0167> Acesso em 25 jan. 2013 COSTA, A. S. Eficiência energética em iluminação de ambientes em uma instituição pública de ensino. Dissertação (Mestrado em Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Curitiba, 2007. DA ROSA, M. P. Viabilidade econômico-financeira e benefícios ambientais da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil produzidos em Florianópolis-SC. Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. DEGANI, C. M. Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica de Universidade de São Paulo. BORGES, Carlos Alberto de Moraes. O conceito de desempenho das edificações e a sua importância para o setor da construção civil. São Paulo, 2008. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. [Saiba mais sobre o curso de Pós-Graduação de Engenharia Ambiental Integrada do IETEC, clique aqui.](#)