

Ferramentas de Sustentabilidade em Edificações *Tools Sustainability in Buildings*

Plácido Gondim de Sena Neto, Roselene de Lucena Alcântara

Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) / Campus Angicos/RN

Resumo

O setor da construção civil brasileiro cresceu de forma acelerada. Em decorrência, podem-se elencar obras públicas e particulares, na preparação do país para a copa do mundo, que incentivaram diversas mudanças relacionadas à questão ambiental, econômica e sociocultural. Mesmo com este crescimento, e os muitos impactos positivos para a sociedade, a questão da sustentabilidade ambiental ainda tem um grande déficit por parte da ausência de uma boa gestão ambiental, do governo e de algumas empresas e, também, por considerável parte da população brasileira. Norteados por esta questão, o trabalho aborda pontos que envolvem determinados parâmetros da sustentabilidade ambiental em meios urbanos e residenciais, apontando medidas de construção sustentável e principais vantagens. Neste contexto, foram realizadas visitas em localidades onde estavam sendo construídas obras envolvendo a temática da sustentabilidade e/ou se aplicaram tecnologias e os principais métodos sustentáveis, sem perder o conforto ambiental, gerando economia e melhor aproveitamento dos recursos naturais renováveis. Evidenciou-se que a utilização de ações sustentáveis em ambientes residenciais, construtivos e demais ambientes coletivos, pode-se considerar uma forma de gerenciar as atividades humanas de modo que a sociedade satisfaça suas necessidades, planejando e agindo de forma a conservar e preservar o equilíbrio ambiental, garantindo a manutenção dos ecossistemas.

Palavras-chave: Edificações sustentáveis. Inovações construtivas. tecnologias ambientais

Abstract

The sector of the Brazilian civil construction grew at an accelerated rate. As a result, can be enumerated public and private works in preparing the country for the World Cup, which encouraged several changes related to environmental, economic and socio-cultural issue. Even with this growth, and the many positive impacts on society, the issue of environmental sustainability still has a large deficit by the absence of good environmental management, of government and some companies and also for a considerable part of the population. Guided by this question, the work addresses issues involving certain parameters of environmental sustainability in urban and residential environments, pointing sustainable building measures and main advantages. In this context, visits were made to the works constructed involving the issue of sustainability or who have used technologies and sustainable methods, maintaining environmental comfort, bringing savings and better use of renewable natural resources. It was demonstrated that the use of sustainable actions in residential, building environments and other public premises, can be considered a way to manage human activities so that the company fits your needs, planning and acting in order to conserve and preserve the equilibrium environmental, ensuring the maintenance of ecosystems.

Keywords: Sustainable building. Constructive innovations. Environmental technologies.

1 Introdução

Em uma retrospectiva histórica da relação do homem com o meio ambiente, percebe-se que os recursos naturais têm sido extensivamente explorados pelo homem, fazendo com que a questão ambiental tenha se tornado, nas últimas décadas, objeto de estudo e preocupação em razão dos problemas ambientais, no que diz respeito à qualidade ambiental das grandes cidades.

Neste contexto, foram realizados vários eventos de grande importância para o balizamento da questão ambiental mundial, com destaque para a I Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo/Suécia (1972), primeira manifestação dos governos de todo o mundo para discutir as consequências da economia sobre o meio ambiente e quando foi inicialmente delineada a apreciação de um desenvolvimento que não agredisse o meio ambiente. Colocou definitivamente a preservação do planeta na agenda global e foi um marco para o surgimento de política de gerenciamento ambiental. É importante destacar que, nessa época, não havia preocupação social com a questão ambiental.

A Conferência de Estocolmo “contribuiu significativamente para que o meio ambiente conquistasse a atenção da comunidade internacional, como desejavam os mais fervorosos ambientalistas” (LAGO, 2006, p. 32). Para Sachs (2005, p. 19-20) “foi talvez a mais bem-sucedida entre todos os conclave organizados ao longo desse meio século pela ONU” por várias razões, por exemplo: “[...] Conferência de Estocolmo pode ser considerada o marco zero de uma verdadeira revolução ambiental na maneira de pensar o desenvolvimento e a governança internacional.”.

No contexto das discussões que Estocolmo proporcionou, em junho de 1973, Maurice Strong (secretário da conferência) propôs o termo Ecodesenvolvimento cujo conceito para o Instituto Brasileiro de Educação Ambiental (IBEAM, [2005]; p. 3), “referia-se principalmente às regiões subdesenvolvidas, envolvendo uma crítica à sociedade industrial, sendo a precursora do conceito de desenvolvimento sustentável.”; e foi amplamente difundido por Sachs a partir de 1974.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi divulgado em 1987 por intermédio da publicação do relatório “*Our Common Future*”, “Nosso Futuro Comum” (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) - Comissão *Brundtland*) da seguinte forma: “é sustentável o desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p. 09). Assinalava para a desigualdade existente entre os países, bem como ressaltava a importância da proteção ambiental na realização do desenvolvimento sustentável ao vincular estreitamente economia e ecologia.

Para a Comissão *Brundtland*, o desenvolvimento sustentável deve, no mínimo, salvaguardar os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: atmosfera, águas, solos e seres vivos. Ademais, seria:

Em essência, um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas. (CMMAD, 1991, p. 49).

Para tanto, apresentava as seguintes medidas: diminuição do consumo de energia, desenvolvimento de tecnologias para o uso de fontes energéticas renováveis e aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas (SOUSA, 2012).

A consolidação da ideia do desenvolvimento sustentável ocorreu em 1992 por ocasião da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) – Eco 92 (Rio de Janeiro/Brasil) por intermédio da avaliação de como os países haviam promovido a proteção ambiental desde Estocolmo, e discutir encaminhamentos para questões específicas (mudanças

climáticas, proteção da biodiversidade e outros). Acordos internacionais foram firmados, com destaque para a Agenda 21, cuja pretensão era discutir temas ambientais globais e sugerir soluções potenciais para se alcançar o desenvolvimento sustentável. Marco mundial no controle e minimização de impactos ambientais foi a primeira atitude mundial realizada objetivando tentar organizar as relações do homem e o meio ambiente.

A busca pelo equilíbrio ambiental continuou e, em 2002, foi realizada a Cúpula Mundial sobre desenvolvimento sustentável (Johannesburgo/África do Sul), cujo objetivo era a implementação efetiva da Agenda 21 Global, a avaliação dos obstáculos encontrados para atingir as metas propostas na Eco-92 e dos resultados alcançados em dez anos. Afirmou-se que o desenvolvimento sustentável é construído sobre três pilares: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social (bem-estar social) e proteção ambiental.

Em 2012, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio de Janeiro/Brasil), conhecida como Rio+20 porque marcou os vinte anos da Rio 92, centralizada em dois temas principais: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável, objetivando a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável.

Quanto ao documento final construído, Assadourian e Prugh (2013, p. ix) reportaram que: “[...]Diante das dificuldades de consensos, a solução proposta pelo governo brasileiro e expressa no documento “O Futuro que Queremos” – considerado conservador pela sociedade civil, ávida por definições claras sobre os próximos passos em direção a um planeta mais sustentável – foi, finalmente, aceita. [...]”.

Face ao exposto, percebe-se que a interferência do homem nos mais diversos sistemas que compõem o meio ambiente levanta questões relativas aos aspectos e impactos ambientais relacionados às atividades desenvolvidas, que precisam ser analisadas e avaliadas. No setor da construção civil não é diferente e, atualmente, necessita de gerenciamento responsável em suas obras para que ocorra o desenvolvimento da sociedade de forma sustentável. A sustentabilidade na construção civil pode ser compreendida no contexto da conciliação dos aspectos ambientais, econômicos e socioculturais, por intermédio do equilíbrio entre proteção ambiental, justiça social e viabilidade econômica.

Com efeito, são inúmeras as etapas a serem observadas para se chegar a uma obra sustentável, uma vez que a mesma está sempre em processo de desenvolvimento e melhoramento. Com base nessa proposição, Araújo (2010, p. 04) ressalta “como prerrogativa da construção sustentável a recomendação de dois elementos-chave: 1) sua complexidade; e 2) sua pluralidade”.

Esses dois elementos-chave podem ser compreendidos no bojo da cadeia produtiva da construção civil, que é responsável pela transformação do ambiente natural no ambiente construído, que precisa ser permanentemente atualizado e mantido. “Não se pode discutir a sustentabilidade na construção civil sem interferir na cadeia produtiva que é complexa”, por envolver diferentes setores, pessoas (físicas e jurídicas) e interesses inseridos na questão (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 23). Há que se pensar e detalhar ações eficazes dentro de uma abordagem sistêmica conforme reportado por Capra (2010): “Hoje, a transição para um futuro sustentável, já não é um problema técnico ou conceitual. É um problema de valores, vontade política e liderança”.

Portanto, sabendo-se que o “setor da construção civil é um grande consumidor de “matérias primas e “recursos naturais e energéticos, além de gerador de muitos resíduos e considerando a importância desse segmento na transformação do meio ambiente, o setor é cada vez mais objeto de preocupação”. Conseqüentemente, a construção em bases sustentáveis tem importância fundamental no desenvolvimento e incentivo de toda uma cadeia produtiva que possa alterar seus processos para um foco mais ecologicamente correto, de forma a reverter o quadro de degradação ambiental e poluição, bem como para preservar os recursos naturais para futuros usos (GARÉ, 2011, p.19; IDHEA, 2009).

Como objeto deste trabalho e partindo-se da questão da relação entre o homem e a utilização dos recursos naturais no campo da construção civil, realizou-se uma pesquisa em obras de construção civil, identificando as possíveis técnicas construtivas sustentáveis, para que se obtenha uma edificação

com ambientes confortáveis, seguros, economicamente viáveis e que estejam enquadrados nas premissas de políticas ambientais.

Para tanto, buscou-se compreender como o conceito de sustentabilidade está sendo incorporado nos projetos de construção. E quais são os detalhes/tecnologias identificados como sustentáveis nas obras visitadas.

2 Construção sustentável – sistematização do conceito

A definição e implementação do conceito de construção sustentável surgiu em 1993 por intermédio de um movimento internacional nos países desenvolvidos envolvidos na reflexão sobre desenvolvimento sustentável e levando em conta os impactos causados pela construção civil em todas as suas fases.

Em 1990, o arquiteto inglês Norman Foster, conhecido mundialmente por seu estilo ousado e sua preocupação com o meio ambiente, escreveu o artigo *“Architecture and Sustainability”*, no qual “propõe uma análise crítica do impacto ambiental das construções, discute o papel da arquitetura e engenharia no processo e conclui que antes de buscar as respostas certas devemos fazer as perguntas certas” (MOTTA, 2009, p. 27), como, por exemplo: “Porque ocupar novas áreas, quando podemos recuperar áreas? Porque demolir edifícios que poderiam ser utilizados para novos usos? Porque utilizar intensa iluminação artificial onde podemos aproveitar a luz do dia? E porque utilizar sistemas de ar condicionado em locais onde podemos simplesmente abrir uma janela?” (FOSTER, 2003, p. 11-12).

O ano de 1990 a partir desta reflexão, de acordo com Jesus (2014, p. 30) pode ser considerado “o ponto de partida para o despertar da indústria da Construção Civil para este novo pensamento [...]”. Bem como foi sobretudo a partir dessa década que “a procura pelo desenvolvimento sustentável, [...] passou a ser um fator importante a ser considerado pela sociedade em sua atividade econômica”. E complementa, “O setor da Construção Civil, com grande importância no cenário econômico, também passou a fazer parte desta busca, como forma de adequação ao novo modelo de desenvolvimento que começou a se desenvolver”. (JESUS 2014 p. 30).

Leite (2011, p. 02) corrobora com o exposto ao dizer que foi nesta década que as consequências da atividade econômica para o ambiente passaram a ter importância vital para a sociedade como um todo, cujas discussões sobre os impactos ambientais não ficaram restritas “[...] somente aos chefes de estado, empresários, grupos de ambientalistas e comunidade científica” como se via até então.

Outras contribuições relevantes desta década para a reflexão do contexto da sustentabilidade ambiental em todos os setores da sociedade, incluindo o setor da construção civil:

O livro *“The Gaia Atlas of the Cities: New Direction for Sustainable Urban Living”*, do antropólogo social e ecologista cultural Herbet Girardet, publicado em 1991, abordando questões-chave no enfrentamento dos problemas da expansão das populações das cidades na busca da sustentabilidade (MOTTA, 2009; MOTTA; AGUILAR, 2009; PINHEIRO, 2006).

O livro *“Regenerative Design for a Sustainable Development”*, do arquiteto John Tillman Lyle, lançado em 1994, “propondo novas formas de uso da energia, da água, da terra e das edificações. O autor discute alternativas de regeneração para práticas de consumo, considerando além da teoria e tecnologia, fatores sociais, políticos e econômicos”. (MOTTA, 2009, p. 28).

Como consequência, em novembro de 1994, foi realizada na Flórida/ Estados Unidos a “Primeira Conferência Internacional sobre Construção Sustentável”, que teve como patrocinadores o Rocky Mountain Institute (da Universidade da Flórida) e o Conselho Internacional da Construção (CIB - *International Council for Research and Innovation Building and Construction*), cuja pauta foi o futuro das construções envolvendo a sustentabilidade e durante a qual foram feitas várias propostas objetivando a definição do conceito de construção sustentável. Das quais, a mais aceita foi apresentada pelo professor Charles Kibert, que definiu construção sustentável como a “criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos (para evitar danos ambientais) e a utilização eficiente dos recursos”. (SOUSA, 2012, p. 22; SOUZA; AMADO, [2012]; PEREIRA, 2009, p. 41; PINHEIRO, 2006, p. 150). “A principal preocupação deste novo conceito passa

por contribuir para a preservação do meio ambiente, o respeito pelos recursos naturais e a qualidade de vida do ser humano". (SOUSA, 2012, p. 22).

Os autores continuam reportando que "a construção sustentável considera todo o ciclo de vida," e "que os recursos da construção são os materiais, o solo, a energia e a água". A partir dos quais, "Kibert estabeleceu os seguintes princípios básicos da construção sustentável": "1. Reduzir o consumo de recursos; 2. Reutilizar os recursos sempre que possível; 3. Reciclar materiais em fim de vida do edifício e usar recursos recicláveis; 4. Proteger os sistemas naturais e a sua função em todas as actividades; 5. Eliminar os materiais tóxicos e os sub-produtos em todas as fases do ciclo de vida".

A partir daí, percebe-se que, desde 1995, o tema "construção sustentável" tem sido tema prioritário do Conselho Internacional da Construção, com alguns eventos marcantes (SOUSA, 2012; PEREIRA, 2009; PINHEIRO, 2006):

Em 1996 foi realizada em Istambul/Turquia a Segunda Conferência Mundial Sobre os Assentamentos Humanos (HABITAT II) que produziu um plano de ação global – A Agenda Habitat II – cujo texto forneceu diretrizes para a criação de assentamento humanos sustentáveis durante o século XXI, contemplando, portanto, a construção civil em bases sustentáveis (MOTTA; AGUILAR, 2009). A terceira Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III) será realizada em 2016. A Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) decidiu que o Equador será, em outubro de 2016, sede da cúpula Habitat III (HABITAT..., 2014).

Durante a HABITAT II foi definitivamente determinada a "aplicação do desenvolvimento sustentável para o setor da construção". E a "repercussão imediata, pondo em evidência riscos para a saúde por parte de certos materiais como o amianto e despertando o interesse da opinião pública para a preservação do meio ambiente e criação de um entorno saudável". (LAMBERTS et al., [2008], p. 8-9).

Em 1996 também destaca-se a entrada em vigor das normas internacionais de gestão ambiental, da Organização Internacional para a Normatização ou Padronização (*ISO -International Organization for Standardization*), denominadas de "Série ISO 14000" ou "Normas de Série ISO 14000", que constituem o coroamento de uma longa caminhada em prol da conservação do meio ambiente e do desenvolvimento em bases sustentáveis com dois enfoques básicos: a organização (por meio da implantação de Sistemas de Gestão Ambiental – SGA - a única da série que permite a certificação de um SGA), e o processo/produto (envolvendo as normas como a rotulagem ambiental e a avaliação do ciclo de vida (SEIFFERT, 2007). Estas normas foram o embrião do processo de certificação ambiental das construções, que começou a ser difundido um pouco mais tarde (JESUS, 2014 p. 30).

Em 1997, destacam-se duas contribuições efetivas à reflexão da relação homem x natureza: o livro "*Cities for Small Planet*", do arquiteto Richard Rogers, que reflete sobre as cidades, consideradas como 'habitat da humanidade', que constituíram-se no agente destruidor do ecossistema e de ameaça à sobrevivência da própria humanidade; e o Protocolo de Kyoto, considerado, à época, o tratado ambiental mais ambicioso da história da humanidade, quando metas de redução da emissão de gases poluentes foram estabelecidas (os países industrializados se comprometeram a reduzir, até 2012, suas emissões de gases que contribuem para o aquecimento global em 5,2%, calculados com base nos níveis de emissões de 1990). O Protocolo ainda está em vigor, houve o estabelecimento de novas metas que deverão ser alcançadas até o ano de 2020.

Em 1998 na Suécia, o Conselho Internacional da Construção (CIB) realizou o Congresso Mundial da Construção Civil que teve a sustentabilidade como tema estratégico para o setor e fortaleceu a base para a formatação da Agenda 21 para a Construção Sustentável (SERRADOR, 2008), "[...] resultado final do processo que começou em 1995 no CIB [...]". (SKRZEKL; POSSAN, 2012, p. 15).

Em 1999, foi publicada pioneiramente a "Agenda 21 para Construção Civil Sustentável", vista como uma resposta do setor à Agenda 21 e à Agenda Habitat II, bem como uma responsabilidade do setor no sentido de reduzir os impactos causados e promover oportunidades de mudanças na forma como os edifícios são projetados, construídos e gerenciados ao longo do tempo (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

Ainda em 1999, com o texto "*Green Vitruvius - Principles and Practices of Sustainable Architectural Design*", publicado em 2001 pela Ordem dos Arquitetos, é retomada e reforçada a importância da ideia das construções respeitarem as condições climáticas locais. (BETTENCOURT, 2012).

Em 2000 destaca-se a criação, pelo Conselho Internacional da Construção, da Agenda Setorial para Construção Sustentável para países em desenvolvimento. Bem como é concebido “um grupo global para cooperação e trocas de pesquisas em construção sustentável. O objetivo da agenda é diminuir a diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento na melhora do desempenho do ambiente construído” por entender “que este grupo de países possui um contexto diferente para aplicação da filosofia do desenvolvimento sustentável”. (MOTTA; AGUILAR, 2008, p. 28; JESUS, 2014, p. 15). O lançamento da agenda foi em 2002.

Também em 2000, Jesus (2014, p. 15) reporta que houve a divulgação do “conceito de certificação ambiental de construções, criando-se metodologias variadas de avaliação da sustentabilidade na execução das edificações. Outro papel importante da certificação ambiental é o de comunicar à sociedade a preocupação que o setor tem com questões ambientais”.

Em 2002 a Inglaterra apresenta o futuro das habitações. É erguido no sul de Londres o condomínio BedZED ou *Beddington Zero (Fossil) Energy Development*, é um empreendimento formado por 100 unidades mistas (residências e escritórios), consome apenas 10% da energia de uma urbanização convencional no seu aquecimento. Destaca-se que “o grande interesse que ronda o BedZED é que, além de ter oferecido uma arquitetura fora dos padrões habituais, o “condomínio” ainda vendia a idéia de mudança de estilo de vida, uma importante questão quando se fala em sustentabilidade”. (MURDOCH; FIGUEIREDO, 2009, p. 12). A sua construção oportunizou o estabelecimento de novos padrões na construção sustentável.

Em 2002 foram lançados alguns programas de certificação de construções ambientais.

Em 2006 começou a ser construída a “*Masdar City*” - Cidade Carbono Zero. Desde a sua criação, o plano diretor da cidade está sendo conduzido pelo escritório ‘*Foster + Partners*’, tendo o Norman Foster como o arquiteto responsável pela primeira cidade de carbono zero e sem resíduos do mundo. Possui 6 km² de extensão, com previsão de término para 2030 (CAINE, 2014).

Em 2007 foi criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) com o objetivo de contribuir para a geração e difusão de conhecimento e de boas práticas de sustentabilidade na construção civil. Adota uma visão sistêmica da sustentabilidade, com foco no setor da construção civil e suas inter-relações com o setor financeiro, o governo, a academia e a sociedade civil. Adicionalmente, a entidade se relaciona com importantes organizações nacionais e internacionais que se dedicam ao tema, sob diferentes perspectivas, a partir da ótica ambiental, de responsabilidade social e econômica dos negócios (CCBS, 2015).

Face ao exposto, Sousa (2012, p. 22) reporta que a “construção sustentável surge [...] como sendo um processo pelo qual o sector da construção responde à necessidade de satisfazer os requisitos do desenvolvimento das sociedades através da redução do consumo de recursos, da produção de resíduos e das emissões de gases poluentes”. Portanto, o setor de construção tem uma importância significativa no atendimento às metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas para qualquer país, por ser considerado um grande gerador de resíduos em todas as fases de um empreendimento.

Por conseguinte, à aplicação de mecanismos construtivos sustentáveis, de certa forma, atribuiu-se às indústrias da construção civil o papel de desenvolver e aplicar novos materiais de construção às ações que contribuam com a sustentabilidade.

Neste contexto, para se alcançar o desenvolvimento sustentável há que se efetivar a construção sustentável.

Com efeito, na literatura, vários autores (por exemplo, JESUS, 2014; BETTENCOURT, 2012; SOUSA, 2012; LUCAS, 2011; ARAÚJO, 2010; PEREIRA, 2009; PINHEIRO, 2006; FLORIM; QUELHAS, 2004) definem construção sustentável como o compromisso com as sustentabilidades econômica, ambiental e social. Deste modo, é possível elencar as prioridades conhecidas como “pilares ou diretrizes da construção sustentável”: 1) Planejamento sustentável da obra; 2) Aproveitamento passivo dos recursos naturais; 3) Eficiência energética; 4) Gestão e economia da água; 5) Gestão dos resíduos na edificação; 6) Qualidade do ar e do ambiente interior; 7) Conforto termo-acústico; 8) Uso racional de materiais; 9) Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis. Que podem ser aplicadas por intermédio de uma abordagem sistêmica, integrada e sustentável em todas as fases inseridas na construção – projeto, construção, operação/manutenção e demolição/descarte dos resíduos gerados.

A construção sustentável, segundo Plessis (2007), é alcançada quando o conceito de desenvolvimento sustentável for inserido em todo o ciclo de vida da construção. Sendo resultado de um processo multidisciplinar com o objetivo de restaurar e manter a harmonia entre o ambiente natural e o ambiente construído enquanto estabelece assentamentos que reafirmam a dignidade humana e encorajam a igualdade econômica.

Nesta seara, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CCBS, 2011, p. 01) institui uma ferramenta para auxiliar na seleção dos fornecedores nomeada “seis passos básicos para a seleção de insumos e fornecedores com critérios de sustentabilidade”, como parte do processo de projetos de edificações sustentáveis objetivando promover a legalidade, a formalidade e a qualidade no setor construtivo civil: “verificação da formalidade da empresa fabricante e fornecedora; verificação da licença ambiental; verificação das questões sociais; qualidade e normas técnicas do produto; consultar o perfil de responsabilidade socioambiental da empresa e identificar a existência de propaganda enganosa”. Hachich¹ (NASCIMENTO, 2011, p. 01) ressalta que “a expectativa a partir da utilização da ferramenta é que o setor dê um salto de qualidade, ‘de maneira que a vida útil dos edifícios brasileiros aumente e que diminua a necessidade de reposição e manutenção frequentes, para evitar o uso de recursos naturais, minimizando os impactos ambientais inerentes a própria atividade de construção’”.

Em uma obra, de acordo com Florim e Quelhas (2004), a sustentabilidade está interligada em três parâmetros (econômicos, sociais e ambientais), de forma que tais aspectos sejam levados em consideração desde o planejamento prévio da obra, durante a execução e na fase de uso e manutenção do produto final. Logo, o planejamento da obra deve ser feito com base em projetos enquadrando a gestão de resíduos e o reaproveitamento de materiais.

De uma forma geral, o termo construção sustentável se resume a um meio de minimizar e solucionar os impactos resultantes das ações construtivas, de modo que os recursos naturais sejam preservados e melhor aproveitados, sendo possível a realização de ações ambientais para que os mesmos não sejam exauridos (PEREIRA, 2009).

2.1 Princípios Básicos da Construção Sustentável à luz de Charles Kibert

Os princípios fundamentais da construção sustentável foram formulados objetivando adequar o setor construtivo à nova ordem mundial que buscava respostas sustentáveis ao desenvolvimento da sociedade nos aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Para tanto, era necessário considerar todas as fases envolvidas no processo de construção: projeto, construção, utilização/exploração, manutenção e demolição, ou seja, em todo o seu ciclo de vida; proporcionando, “por parte dos habitantes, uma crescente melhoria da qualidade de vida e um bem-estar social fortalecendo a ligação das sociedades com a natureza e os ecossistemas envolventes”. Ao mesmo tempo em que, “a preservação desta ligação do homem com a natureza é a base impulsionadora para desenvolver estratégias e processos que coloquem em prática este inovador conceito de construção”. (SOUSA, 2012, p. 32; SOUSA; AMADO, [2012], p. 02; LUCAS, 2011; p. 07).

“A abordagem a um novo processo de construção, que se pretende mais sustentável, impõe que se tornem evidentes as suas vantagens. Tal evidência pode ser efectuada através da avaliação do nível de desempenho que o processo introduz na construção de edifícios”. (LUCAS, 2011, p. 10).

Com efeito, a “avaliação ambiental aplicada à construção surge nos finais dos anos 80” e é “por excelência, um mecanismo muito significativo de avaliação dos impactos ambientais e de propostas operacionais de medidas para atenuar os impactes ambientais negativos ou potenciar os impactos positivos, dos diferentes tipos de empreendimentos, incluindo infra-estruturas e edifícios”. (LUCAS, 2011, p. 10; PINHEIRO, 2006, p. 133).

A partir da década de 1990 e de forma intensa, a questão da sustentabilidade tem-se potencializado no segmento da construção civil e sua evidência dá-se pela grande quantidade e diversidade de qualificações e certificações existentes que corroboram à expressão “construção verde” ou “construção

¹ HACHICH, Vera Fernandes – Gerente Técnica da Tesis (Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia) e Conselheira do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CCBS).

sustentável”, caracterizada por uma nova modalidade de construção civil denominada *Green Building* (USEPA, 2014).

É importante ressaltar que, inserido no contexto dessa reflexão, no Reino Unido, início da década de 1990, foi lançado o primeiro sistema de avaliação ambiental de construções do mundo, o sistema *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), concernente aos propósitos estabelecidos na Agenda 21. É considerado o primeiro e mais importante método de avaliação de desempenho ambiental de edifícios do mundo. O sistema certifica a construção com um selo “verde” (SOUSA, 2012; MOTTA; AGUILAR, 2009).

No Canadá, o *Building Environmental Performance Assessment Criteria* (BEPAC), foi o primeiro sistema desenvolvido para avaliar o desempenho ambiental dos edifícios. Após a primeira versão (final de 1993), foram criadas outras versões como resposta às necessidades energéticas e prioridades ambientais das províncias de Ontário e *The Maritimes* (SOUSA, 2012).

Em 1996, surge o *Green Building Challenge* (GBC) como sendo a iniciativa que merece maior destaque desde o sistema pioneiro BREEAM e depois do término do projeto para o desenvolvimento do sistema BEPAC. “Este método caracteriza-se por recorrer a ciclos sucessivos de pesquisa e difusão de resultados na avaliação do desempenho ambiental de edifícios, com vista à adequação às diferentes tecnologias, tradições construtivas e valores culturais característicos dos diferentes países, regiões e locais”. (SOUSA, 2012, p. 47).

O sistema de avaliação *Haute Qualite Environnementale des Batiments* (HQE) foi desenvolvido em 1996 na França, por intermédio de uma iniciativa do setor da construção civil em prol do meio ambiente e através do programa “*Écologie Habitat*” lançado pelo *Plan Urbanisme Construction et Architecture* (PUCA) em 1992 (SOUSA, 2012; MOTTA; AGUILAR, 2009).

Em 1999, surge o selo de certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), desenvolvido pelos Estados Unidos da América “como sendo um sistema de classificação de desempenho consensual e orientado para o mercado, com a finalidade de desenvolver e implementar práticas de projecto e construção ambientalmente responsáveis”. O programa traz incentivos financeiros e econômicos para o mercado de construções verdes do país. (SOUSA, 2012, p. 53). “É a certificação ambiental mais conhecida e a que mais cresce no plano mundial e no Brasil”. (MOURA; MOTTA, 2013, p. 05).

Em 2002, surge o *Comprehensive Assessment System For Building Environmental Efficiency* (CASBEE), desenvolvido pelo Japão (SOUSA, 2012).

Em 2005, na Austrália surgem: o sistema *National Australian Buildings Environmental Rating System* (NABERS), como sendo um sistema de classificação desenvolvido no país; e o sistema *Green Building Council of Australia - Green Star* (GBCA), para desenvolver uma indústria com propriedades sustentáveis no país e impulsionar a adoção de práticas ecológicas de construção através de soluções baseadas no mercado (SOUSA, 2012).

O “Sistema Voluntário para Avaliação da Construção” (LIDERA), desenvolvido em Portugal por Pinheiro (2006), é um sistema de avaliação e reconhecimento voluntário de construção sustentável e ambiente construído. A primeira versão foi disponibilizada em 2005 e a segunda em 2009 (SOUSA, 2012).

Em 2011, foi desenvolvido em Portugal o “Sistema de Avaliação e Certificação da Construção Sustentável” (ECO), “é um sistema criado pelo gabinete de estudos GEOTPU (Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Planeamento Urbano) do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa”. (SOUSA, 2012, p. 73).

No contexto do Brasil, em 2007 é criado o *Green Building Council Brasil* (GBCBrasil), “que tem como objetivo ser referência na avaliação e certificação de construções sustentáveis no Brasil, através da regionalização da ferramenta de avaliação LEED”. (MOTTA; AGULAIR, 2009, p. 92); e, em 2008, é lançado o selo brasileiro de certificação ambiental AQUA (Alta Qualidade Ambiental), baseado na certificação francesa HQE (MOTTA; AGULAIR, 2009).

No Brasil, de acordo com Lucas (2011), os dois sistemas de certificação mais utilizados são o LEED e o AQUA.

Todos os sistemas de certificação mencionados “foram desenvolvidos de acordo com uma agenda dos países de origem e buscam promover as políticas públicas desses países” (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 37).

“A criação de sistemas de avaliação específicos para edifícios veio possibilitar a certificação da sustentabilidade nas construções. Estes sistemas estão em constante evolução, ampliando o seu campo de aplicação”. (LUCAS, 2011, p. 15).

A certificação para Sousa (2012, p. 39) pode ser vista “como um “símbolo” de confiança que caracteriza um determinado edifício”, pois, ao informar sobre a sua sustentabilidade está, também, mostrando “à sociedade que é possível mudar o paradigma actual”. E endossa, “através da certificação da construção sustentável, pode-se contribuir para uma melhoria eficaz das condições de vida habitacionais, sociais e ambientais e mudar a problemática ambiental e climática que se tem agravado”.

Por outro lado, Jesus (2014, p. 55-56) reporta que, “a existência dos processos de certificação ambiental tem acarretado em causas e consequências de novos fenômenos no setor da Construção Civil. Para que os impactos ambientais gerados pelas construções sejam minimizados, é necessário que algumas atividades sofram alterações, de modo a resultar nesta redução”. Bem como “os projetos, por exemplo, precisam considerar estas mudanças, para que o resultado final seja alcançado”.

Como pré-requisitos de projetos, em geral, devem-se analisar algumas prioridades antes de iniciar alguma obra quando se aplicam métodos sustentáveis. Pereira (2009, p. 29) elenca algumas instruções para garantir a eficiência sustentável da edificação antes, durante e depois da conclusão da obra:

Poupar a energia por meio de isolamento térmico, janelas de alto desempenho, iluminação natural, recursos renováveis de geração de energia e equipamentos de baixo consumo; Reciclar construções já existentes aproveitando as suas infra-estruturas, em vez de ocupar novos espaços; Pensar em termos de comunidade. Considerar o transporte público, facilitar o trânsito de peões e de bicicletas; Diminuir o consumo de material. Optimizar o projeto para aproveitar espaços reduzidos e utilizar materiais com eficiência. Diminuir o desperdício também reduz os custos; Preservar ou restaurar os ecossistemas e a biodiversidade. Nas áreas ecologicamente prejudicadas, procurar reintroduzir as espécies nativas. Proteger as árvores e a camada superior do solo durante a obra; Escolher materiais de construção de baixo impacto. Alguns materiais, como os que destroem a camada de ozono, continuam a poluir durante o seu uso, enquanto outros têm um forte impacto ambiental na hora de demolição; Projectar com a durabilidade e adaptabilidade. Quanto mais tempo uma construção dura, maior o período durante o qual o seu impacto ambiental pode ser amortizado. Projectar uma edificação adaptável, principalmente se ela tiver propósitos comerciais; Poupar água. Instalar mecanismos e equipamentos de baixo consumo. Colectar e utilizar a água da chuva. Separar a água de pias e chuveiros e reutilizar na irrigação de jardins; Criar um ambiente interno seguro e confortável, garantindo a saúde de seus ocupantes. Permitir que a luz do dia penetre no maior número possível de ambientes, providenciar ventilação contínua; Minimizar o desperdício de construção e demolição. A separação e a reciclagem de resíduos também compensam economicamente; Minimizar o impacto ambiental da construção desde a fase de projeto, fase de construção, fase de utilização e fase de demolição. Como utilizar papel reciclável, usar o projecto para educar clientes, colegas, prestadores de serviços e o público em geral sobre o impacto ambiental e como diminuí-lo.

A sustentabilidade nas edificações e em espaços urbanos, segundo Goulart (2008), baseia-se na implantação de alguns itens que favorecem a sustentabilidade em ambientes previamente projetados. Portanto, devem ser analisadas a eficiência energética local para melhorar o uso da vegetação para sombreamento; a ventilação e o uso racional da iluminação, entre outros fatores que favoreçam a sustentabilidade em ambientes coletivos.

Para Medeiros (2012), uma construção sustentável pode elevar seus custos de execução em média de 5 a 8% do que é gasto normalmente, porém em benefício dos requisitos sustentáveis implantados na edificação em longo prazo, tem-se uma economia e qualidade de vida em função de fatores como, por exemplo, redução de uso de recursos não renováveis; diminuição de custos de manutenção operacional; redução da pegada ecológica da obra; maior eficiência energética e menor desperdício de materiais.

Com efeito, as tecnologias implantadas em uma casa sustentável, segundo Goulart (2008), podem reduzir com eficiência o desperdício de água, de energia elétrica, entre outros. Como exemplo, cita a implantação de uma usina fotovoltaica sobre o telhado de uma residência, onde a mesma converte

diretamente a luz solar em energia elétrica sendo operada por inversores automatizados. As células fotovoltaicas são compostas por silício, o segundo componente mais abundante no mundo.

Fittipaldi (2008, p. 36) usa como referência o termo 'Tecnologias Ambientalmente Saudáveis' para listar alguns métodos importantes que envolvem as tecnologias voltadas para a sustentabilidade. A autora cita a definição das 'Tecnologias Ambientalmente Saudáveis' conforme foi definido na Agenda 21 (capítulo 34) como as tecnologias que "protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais" [...]. De acordo com a autora (p. 37-39), estas tecnologias estão inseridas na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) "como um princípio, um objetivo e um instrumento, conforme citados em alguns artigos e itens da lei". E enfatiza, "por ser imprescindível a preservação do meio ambiente tornando-se uma tendência nacional e mundial, várias empresas, ONG's, grupos comunitários, além de pesquisadores de diversas universidades tem procurado soluções alternativas para que se disponibilize menos possível os recursos naturais". E elenca as principais técnicas utilizadas em edificações que abrangem as tecnologias ambientalmente saudáveis e geram algumas vantagens sustentáveis: mini-estação de tratamento de esgotos; sistema de captação de água de chuva; fabricação de tijolo de solo-cimento e de blocos cerâmicos com fibra celulósica

No tocante às fontes de energias renováveis, estas são consideradas fontes inesgotáveis e que não são nocivas ao meio ambiente. Os tipos de obtenção de energia renovável que são comumente utilizadas são as energias solares, eólica, biomassa, hidrelétrica e geotérmica. Cada uma destas se caracteriza pelo seu tipo e forma de obtenção de energia para seus consumidores (GOULART, 2008).

De acordo com Côrrea (2009) para que sejam implantados em uma edificação utilizando fontes alternativas de energia renováveis, e mantendo o consumo de energia baixo, deverão ser analisadas as condições climáticas do local onde será realizada a obra. Logo, para que uma edificação possua autoeficiência em conforto térmico, iluminação natural e estética, deve existir um planejamento prévio em projeto e execução para que o empreendimento seja capaz de oferecer suporte à implantação de recursos de origem renováveis posteriormente.

Projetos de energias renováveis que possuam alta eficiência energética com custos menores operacionais são ideias propulsoras que surgiram por intermédio de estudos e que têm por finalidade incentivar o seu uso e implantação, demonstrando cada vez mais, suas vantagens, podendo gerar bons rendimentos para os seus clientes (CÔRREA, 2009).

Para Medeiros (2012, p. 18), "os arquitetos e engenheiros devem projetar de forma mais elegante, adequada, ecologicamente versátil e adaptável à nova geração de edificações". [...]. Para tanto, devem:

- a) Aplicar princípios ecológicos desde o início, para evitar o aumento de custos. Caso as tecnologias sustentáveis sejam acrescentadas posteriormente, o custo da edificação aumentará; b) Evitar especificidades funcionais, pois poderão tornar as edificações inerentemente inflexíveis; c) Priorizar iluminação e ventilação naturais, e se possível, com pátios internos, evitando plantas muito profundas; d) Projetar visando à simplicidade operacional, uma vez que a simplicidade das instalações e dos sistemas construtivos permite sua atualização periódica e cria uma relação de respeito entre o usuário e o espaço habitado. [...]

Portanto, devem projetar uma casa sustentável com estética, conforto e qualidade dentro das premissas da sustentabilidade ambiental tornando a edificação autossuficiente, com custos de manutenção reduzidos e contemplando o máximo da eficiência e aproveitamento dos recursos naturais.

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013) reporta que a eficiência energética das edificações é um indicador de desempenho do qual é de grande relevância para a sustentabilidade em geral. Assim, é imprescindível que a residência economize ao máximo o consumo de energia. Após o lançamento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (do Programa Nacional de Conservação de Energia elétrica) (Inmetro/PROCEL), indicando qual equipamento é mais eficiente em seu consumo de energia elétrica, foi previsto uma redução de consumo de energia em 10% até o ano de 2030.

De acordo com Lamberts, Melo e Westphal (2006) existem métodos de eficiência energética que oportunizam melhores rendimentos quando se referem ao consumo de energia elétrica. Conforme citado pelos autores, executando o programa criado pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos “*energyplus*” pode-se realizar estudos em uma edificação analisando o clima e temperatura incidente na região que se localiza a edificação. Por intermédio de estudos de aproveitamento térmico e de troca de calor do ambiente interno da edificação com o ambiente externo, é possível diminuir o consumo de energia elétrica de forma significativa.

Os autores continuam mencionando que o aumento excessivo pelo uso de energia elétrica está relacionado ao crescimento da economia nacional, com isso ao longo dos anos o aumento *per capita* de consumo de energia elétrica vem aumentando gradativamente. No programa PROCEL EDIFICA, instituído em 2003, foi criada a etiquetagem voluntário em equipamentos que têm a energia elétrica como alimentação, para que nos equipamentos sejam identificadas as classes (A, B e C), apontando seu nível de consumo. A regulamentação do programa classifica os equipamentos quanto a sua eficiência energética em três itens principais: eficiência em iluminação, condicionamento de ar e desempenho térmico da envoltória.

No contexto da gestão da água em edificações, é importante lembrar que a água é um recurso natural limitado do qual é utilizado, em ordem preferencial, para consumo e sobrevivência humana. Em outra classe de consumo, a água é um recurso também necessário para prática e desenvolvimento de outros fatores socioeconômicos. Logo, a captação, o transporte e o uso da água devem ocorrer de forma racional para que se evitem desperdícios deste recurso que se torna cada vez mais escasso (DUARTE, 2011).

Tendo em vista o agravamento de escassez de água para consumo, é de extrema importância que medidas em prol da economia e reaproveitamento de água sejam estimuladas cada vez mais no dia a dia da população urbana. Goulart (2008) diz que uma medida eficiente para melhor reaproveitamento de água é a captação e o armazenamento de águas pluviais. Para que as águas de chuvas sejam coletadas, as mesmas devem passar por áreas impermeáveis, ou seja, em telhados, superfícies cimentadas para que, posteriormente, sejam encaminhadas para o reservatório de acumulação. Dependendo da finalidade de uso da água, esta deverá passar por etapas de tratamento para atingir o seu padrão de qualidade desejado.

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013, p. 12) alguns dados que foram estimados pela Agência Nacional de Águas (ANA) apresentando a problemática com relação ao consumo de água no cenário atual, diz que “dos 5565 municípios brasileiros, 55% poderão ter déficit no abastecimento de água até 2015”.

Neste segmento, ainda segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2013) pode-se concluir que é grande o desperdício de água por parte das concessionárias e da população, e algumas medidas para racionalização do consumo de água devem ser adotadas. É recomendado estimular o reaproveitamento de águas pluviais em residências e edifícios; desenvolver políticas e programas que instiguem o racionamento e o manejo de drenagem de águas pluviais e, por fim, estimular integrações de benefícios entre o setor público e a população buscando melhorias para o uso e controle dos recursos naturais renováveis.

No quesito da qualidade e do conforto termo-acústico e de iluminação das edificações, Goulart (2008, p. 10 - 11) reporta que o uso do ar condicionado em alguns prédios comerciais ou públicos é de extrema necessidade para o conforto de clientes e melhor rendimento de produção. No entanto, em favor da sustentabilidade existem algumas medidas alternativas a serem tomadas que são eficazes e ambientalmente corretas tais como: “Uso da vegetação como sombreamento” favorecendo a presença da umidade no ambiente; “Uso de cores claras” em pinturas de paredes para menor absorção de temperaturas quentes; “Emprego da ventilação cruzada sempre que possível”; Aproveitar ao máximo a presença da luz solar natural; “Uso racional da iluminação”; [...] “Utilização da energia solar para aquecimento de água”; “Uso de proteção solares em aberturas”.

Côrrea (2009) reporta que existem alguns recursos que podem melhorar a eficiência térmica e de iluminação em uma residência sustentável. Por exemplo, a ventilação permanente, que pode ser aplicada em áreas urbanas, está relacionada ao melhor aproveitamento do ar onde não deve ser barrada a passagem do mesmo, deixando sempre divisas descontínuas para que o ar externo circule para dentro da edificação.

Ainda em Côrrea (2009, p. 32), outros fatores que melhoram a eficiência térmica e de iluminação é o resfriamento evaporativo do ambiente, que consiste em “retirar o calor do ambiente pela evaporação da água que, por consequência, aumenta a umidade relativa do ar diminuindo as temperaturas ambientes”, o que influi nestes fatores é possuir espelhos d’águas nas áreas vizinhas e na direção dos ventos. Já para a iluminação, a edificação deve ser projetada para que se tenha o maior aproveitamento da luz natural sobre a estrutura interna e externa, implantando também posteriormente placas fotovoltaicas para obtenção de energia.

Os resíduos gerados em obras da construção civil são comumente denominados de resíduos de construção e demolição, cuja gestão atende ao estabelecido na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº. 307/2002 e por definição são todos os resíduos gerados no processo construtivo, de reforma, de escavação ou de demolição, como, por exemplo, materiais cerâmicos e poliméricos. O gerenciamento destes resíduos objetiva “assegurar a correta gestão dos resíduos durante as atividades cotidianas de execução das obras e dos serviços de engenharia.” E se “fundamenta essencialmente nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos sólidos, primando pelas estratégias de redução da geração de resíduos na fonte”. (NAGALLI, 2014, p. 09 – 10).

Goulart (2008) reporta que os resíduos de construção e demolição são gerados na fase de construção (canteiros), na fase de manutenção/reformas e demolição de edifícios. Algumas medidas citadas pelo autor para prevenção a geração destes resíduos, durante e após a obra, são utilizar fôrmas metálicas e de polipropileno para fabricação do concreto, fazer a realização periódica da coleta seletiva, utilizar tintas à base de água e tomar medidas para melhorar o desempenho e vida útil da edificação.

Ainda em Goulart (2008, p. 09) percebe-se que, em alguns países europeus, as medidas adotadas para o controle de resíduos em geral são formas eficientes de reaproveitamento de resíduos. Para tanto, “deve-se criar em algumas localidades dos centros urbanos pontos de coleta seletiva de lixo para que seja realizada a separação, coleta e reuso dos lixos sólidos mais econômicos”.

Para Leite (2011, p. 08) “Uma edificação vista em todo o seu ciclo de vida gera resíduos, consome energia, materiais e produtos, emite gás carbônico na atmosfera, emprega, gera renda e impostos. Sendo assim tem um grande potencial no que diz respeito a implementação efetiva do desenvolvimento sustentável”. Portanto, “construir sustentavelmente significa reduzir o impacto ambiental, diminuir o retrabalho e desperdício, garantir a qualidade do produto com conforto para o usuário final, favorecer a redução do consumo de energia e água”, incluindo “contratação de mão de obra e uso de materiais produzidos formalmente, reduzir, reciclar e reutilizar os materiais”.

3 Metodologia da Pesquisa

O delineamento da pesquisa consistiu de uma abordagem descritiva qualitativa, de um estudo de múltiplos casos realizado em três obras das regiões potiguar e cearense, para que fossem analisadas e quantificadas àquelas que fazem uso de métodos sustentáveis em toda sua composição ou em partes desta.

Um estudo de caso, de acordo com Yin (2005, p. 32), “é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e contexto não estão claramente definidos.”

O autor enumera alguns princípios para análise dos dados, os quais foram seguidos no presente trabalho: fundamentar-se em todas as evidências - nesse caso foram coletados dados de projetos, observações *in loco* e entrevistas com os responsáveis pelas obras; considerar todas as informações

concorrentes - por intermédio do referencial teórico, buscou-se conceituar os principais temas que caracterizam uma construção sustentável, além de elencar as teorias e conceitos relevantes sobre sustentabilidade em trabalhos da área disponíveis na literatura; e de posse de dados gerais, dedicar-se aqueles mais significativos – para tanto procurou-se concentrar-se nas contribuições das obras para que as construções fossem consideradas sustentáveis no todo ou em parte.

As fontes de coletas de dados utilizadas foram entrevistas não estruturadas, acompanhadas de observação direta e indireta. Para tanto, participou do estudo uma pessoa de cada obra, necessariamente o responsável pelo projeto e diretamente envolvido, desde seu início até sua conclusão. As visitas técnicas *in loco* concentraram-se de novembro/2014 a janeiro/2015. Foram realizados registros fotográficos das obras visitadas e conversas informais com os atores envolvidos no processo.

As obras consideradas foram: uma instituição de ensino superior, a primeira instituição pública do Rio Grande do Norte a contar com o novo sistema de microgeração de energia através de unidades fotovoltaicas (UFV); uma avenida que está em processo de revitalização, realizou a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED, da mesma forma que realizou a substituição de postes de concreto por postes de aço galvanizado com duas abas, no estado do Rio Grande do Norte; e um empreendimento no estado do Ceará.

4 Resultados e Discussão

4.1 Funcionamento de uma usina fotovoltaica em uma instituição de ensino superior

A empresa em questão é uma instituição de ensino superior localizada na cidade de Natal/RN e é a primeira instituição pública do Rio Grande do Norte a contar com o novo sistema de microgeração de energia através de unidades fotovoltaicas (UFV) para compensação parcial do sistema de energia elétrica, de acordo com a Resolução Normativa 482/2012 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). As unidades fotovoltaicas foram instaladas na cobertura do prédio principal. Unidades da referida instituição em outras cidades do estado também se encontram operando com o sistema de microgeração de energia solar através de unidades fotovoltaicas.

A empresa distribuidora de energia elétrica na rede da localidade é a Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSEERN). A usina em questão é composta por dez inversores (modelo Theia He-t 4.4 fabricado pela *Sun-earth solar power*) interligados entre si dos quais, cada equipamento, recebe em torno de 10% da energia elétrica convertida nos módulos fotovoltaicos ficando responsáveis por fazer a transformação de corrente contínua em corrente alternada, para que a energia gerada fique compatível com a da rede de distribuição.

A usina fotovoltaica tem como função gerar energia elétrica de origem renovável. Para efeitos deste projeto, esta energia produzida será parcialmente injetada na rede concessionária distribuidora de energia da localidade (em torno de 36% do seu consumo total) para que parte do prédio seja parcialmente autossuficiente quanto à geração e consumo de energia. Os módulos fotovoltaicos são compostas por diversas células fotovoltaicas das quais captam a luz do sol (fonte primária de energia) transformando em energia elétrica através de inversores. Os inversores ficam ligados à rede elétrica através de um disjuntor termomagnético ligado ao quadro de distribuição geral de baixa tensão do local da instalação.

Os inversores são totalmente automatizados e realizam a supervisão da tensão e frequência da rede de forma eficiente demonstrando os dados através de um *"display"*. Durante o período noturno os inversores entram em modo de *"stand-by"* com o objetivo de minimizar o auto consumo do sistema, quando a luz solar começa a incidir sobre as placas no período da manhã os mesmos voltam ao seu funcionamento normal. Outro ponto importante que vale ressaltar é que os inversores não funcionam de forma isolada, em caso de falha da rede elétrica, a unidade fotovoltaica para de funcionar automaticamente por medida de proteção ao operador que irá prestar manutenção na rede, evitando que o mesmo receba uma descarga por parte da geração das unidades fotovoltaicas sofrendo o choque elétrico.

Antes da instalação da unidade fotovoltaica foi realizado um estudo pela empresa contratada para que fossem conhecidas as áreas de maiores incidências solar durante o dia por intermédio da análise do grau de incidência solar, da posição das placas, da velocidade do vento e da temperatura ambiente. Para que se tivesse um resultado de economia e eficiência energética satisfatória através da produção de energia elétrica com energia solar, foi feito um estudo comparativo através de tabelas e gráficos tendo como variáveis o consumo em Kw/mês e gasto em R\$, para que, ao final de 12 meses, se obtenha valores que apontem a viabilidade ambiental e econômica da usina fotovoltaica.

De acordo com informações fornecidas pelo engenheiro eletricitista responsável pelo monitoramento da produção de energia gerada pela usina fotovoltaica na instituição de ensino superior, durante o consumo de energia é emitido um percentual de dióxido de carbono (CO₂). Desde o funcionamento das placas (janeiro de 2013) até o mês de outubro de 2014 os inversores de corrente e monitoramento apontaram uma redução de emissão de CO₂ em média de 7000g (1 (um) Kw produzido pelas placas equivale a diminuição de emissão em 0,009 g de CO₂).

No nordeste brasileiro existem alguns exemplos de instituições públicas e privadas que também implantaram instalações fotovoltaicas, como às do estado do Piauí (MORAES; TRIGOSO, 2012);

Mais recentemente, no estado mineiro, o Centro Universitário de Patos de Minas (Unipam) inaugurou a sua usina solar fotovoltaica em 07 de agosto de 2015. É a primeira do gênero no interior do estado em escola de ensino superior. De acordo com o coordenador do projeto, inicialmente, o volume de energia da usina armazenada será de 13 Kw, o que equivale ao total de 30 residências. Foi instalada em um bloco da instituição que deverá também ser utilizado pelos discentes em pesquisas acadêmicas. O reitor da instituição manifestou interesse de expandir o sistema por meio de novas parcerias com a Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig). O principal objetivo do projeto é disseminar tecnologias inovadoras e conscientizar os discentes sobre a necessidade de expansão da oferta de energia por meio de fontes limpas, renováveis e sustentáveis (ASSESSORIA..., 2015; SILVA, 2015). A tecnologia instalada é a mesma do estádio Mineirão em Belo Horizonte, com instalação de mais de 6.000 módulos fotovoltaicos que são capazes de atender 1.200 casas. É o primeiro estádio do país com esta tecnologia.

Em Sete Lagoas/MG, destaca-se a “Usina Experimental de Geração Solar Fotovoltaica” fruto da parceria da Cemig com a empresa espanhola Solaria, considerada a maior usina da América Latina em seu segmento, com planos para instalação de, aproximadamente, 16.000 módulos fotovoltaicos e potência instalada na ordem de 3.3 Mwp é capaz de atender a demanda energética de mais de 3 mil casas. Com investimentos de cerca de R\$ 25 milhões, a usina terá um dos centros de pesquisa mundialmente mais avançados e possibilitará estudos de alta complexidade sobre o assunto.

No Rio de Janeiro, outro exemplo é da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que em 18 de agosto de 2015 inaugurou um estacionamento com painéis solares que se tornará o maior do país em geração de energia. O estacionamento fica no campus da Ilha do Fundão, tem espaço de 651,64 m², com capacidade para 65 carros, e seus 414 painéis solares fotovoltaicos são capazes de gerar 140 mil kWh por ano. O investimento do projeto é de R\$ 1,6 milhão. Essa energia é suficiente para abastecer até 70 residências com consumo médio de 167 Kwh por mês, informou o Fundo Verde da instituição, iniciativa que financia projetos de desenvolvimento sustentável na Cidade Universitária. O programa de energia do Fundo Verde usa os recursos do imposto sobre circulação de mercadoria e serviços (ICMS) que é cobrado na conta de luz da universidade para implantar projetos sustentáveis no campus da Cidade Universitária. A energia gerada pelos painéis instalados no estacionamento alimentará a rede da Light que, distribuirá a energia por todo o campus. O sistema oportunizará uma economia de R\$ 63mil por ano na conta de luz da instituição.

Portanto, percebem-se experiências de instituições que estão atendendo à geração sustentável de energia elétrica e, corroborando com o exposto, Medeiros (2012, p. 27) relata que a energia solar pode ser aproveitada de três maneiras distintas: “aquecimento de água para banho; aquecimento de ambiente e obtenção de energia elétrica”. Para obtenção de energia elétrica e melhor rendimento da usina deve-se fazer uso de placas fotovoltaicas para converter energia solar em energia elétrica. Desta forma, as placas devem estar posicionadas de forma a receber a incidência solar durante todo o dia. A edificação deve possuir uma inclinação de 30 a 40° na cobertura, e a edificação deve estar afastada de outras construções para permitir a melhor incidência da luz solar.

Shayani, Oliveira e Camargo (2006, p. 04) em um trabalho realizado sobre um “comparativo de custos de energia solar fotovoltaicas e fontes convencionais” reportaram que, ao longo de 32 anos (décadas de 70 até 2000), a cada 5 anos houve uma média de emissão de 6% de CO₂, excluindo a biomassa, e oriundo das centrais elétricas brasileiras durante a geração de energia. Os autores continuam reportando que, para que uma unidade fotovoltaica se torne viável em termos financeiros e geração de energia em uma residência, empresa, e/ou qualquer outro empreendimento deve ser analisado o custo de instalação que a usina irá gerar, a capacidade de obtenção de energia diária quantificada por potência de autonomia, e a capacidade de incidência solar por um período máximo de tempo durante o dia.

Para a instituição de ensino superior objeto de estudo, após a implantação das células fotovoltaicas, segundo informações do engenheiro eletricista, houve uma redução da emissão de CO₂, conforme mencionado anteriormente. Logo, a utilização de usinas fotovoltaicas, além de reduzir parcialmente o consumo de energia elétrica da rede concessionária do prédio em questão, influencia, em determinado período de tempo, na redução de emissão de CO₂. Fato observado também nas demais unidades da instituição onde se encontram em funcionamento as usinas fotovoltaicas. Em cálculos de custos financeiros realizados pelo engenheiro eletricista, houve uma economia anual apreciável em reais, considerando que o investimento só será recuperado após 19 anos de funcionamento, com uma prévia estimativa de geração de energia sendo considerada a vida útil para a UFV em questão de, em média, 25 anos.

4.2 Implantação de iluminação pública com lâmpadas LED

Em processo de revitalização e modernização urbana, a cidade de Natal/RN realizou a substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED, da mesma forma que realizou a substituição de postes de concreto por postes de aço galvanizado com duas abas. A sigla LED surge da expressão em inglês “*light emitting diode*” cuja tradução é “diodo emissor de luz” que oferece um tipo de iluminação mais eficaz, com melhor propagação da luz, e oportuniza um menor consumo de energia elétrica enquanto ligadas, comparada com as lâmpadas convencionais utilizadas em postes.

O local onde está sendo executada a substituição de postes começa no trecho da BR 101, nas proximidades do município de Parnamirim/RN, estendendo-se até o cruzamento da avenida senador Salgado Filho com a avenida Bernardo Vieira, em Natal/RN. Assim também como foi implantado em toda orla marítima da Via Costeira. O material utilizado como postes é o aço galvanizado que é resistente à ação da maresia e possui dois braços para a instalação das lâmpadas LED. Serão instalados 216 postes no trecho da BR 101 e todas as instalações serão subterrâneas.

O valor do investimento é de R\$ 8.200.981,64 (oito milhões, duzentos mil, novecentos e oitenta e um reais e sessenta e quatro centavos). Os recursos para a execução destes serviços são provenientes da Contribuição da Iluminação Pública (Cosip).

No contexto das lâmpadas LED, Marteleto (2011) menciona que foram implantadas nos postes de iluminação de Natal /RN de uma forma mais técnica. Logo, podem-se entender as lâmpadas LED como as que possuem semicondutores que transformam a energia elétrica da corrente diretamente em luz monocromática, diferentemente das luzes convencionais que propagam um espectro contínuo de luz sem modificações de luminosidade. Em outras palavras, a lâmpada LED necessita de uma tensão de alimentação menor do que as lâmpadas convencionais, diminuindo, conseqüentemente, o seu consumo de energia. O seu grau de luminosidade está diretamente proporcional a sua corrente de energia elétrica, ou seja, quanto maior a corrente que passa pela lâmpada LED, maior será o seu grau de propagação.

Em uma visão mais sustentável, Bley (2012) reporta que, em meio a todos os impactos ambientais que são gerados de forma espontânea no meio em que vivemos, o desperdício de energia elétrica é um dos fatores que ocorre de forma considerável. Desta forma, as lâmpadas LED podem ser consideradas como elementos de redução de energia elétrica, favorecendo a economia dos cofres públicos e aprimorando a qualidade da iluminação urbana.

A iluminação por intermédio das lâmpadas LED, segundo Gianelli *et al.* [2010], é denominada “iluminação verde”, por apresentar alta eficiência energética devendo ser implantada em meios urbanos, conforme ocorre em Natal/RN, por ser considerada eficiente e rentável, contribuindo para diminuição considerável de gases poluentes e influenciando, direta e indiretamente, em outros aspectos que ameaçam a sustentabilidade ambiental.

Ainda em Gianelli *et al.* ([2010], p.01), em conclusão ao exposto anteriormente, os autores reportam com propriedade sobre “o emprego da tecnologia LED na iluminação pública” de forma que, como benefícios desta iluminação existem grandes vantagens, como, por exemplo, “inibição da criminalidade, destaca os monumentos em geral, influencia o turismo e valoriza as áreas urbanas”.

Portanto, percebe-se que a implantação de lâmpadas LED em ambientes urbanos é uma forma de gerar benefícios para a população no âmbito da iluminação, da economia, da estética, da sustentabilidade, tornando os ambientes mais agradáveis e, ao mesmo tempo, agregando valor em toda localidade.

Faria, Silva e Camilo (2014, p. 01) reportaram que “a iluminação é responsável pelo alto consumo de energia”, e contribui “com a escassez dos recursos naturais” e com o “impacto ambiental ocasionado pelas lâmpadas que possuem mercúrio e outros componentes que geram poluição no meio ambiente, também produzem calor o que contribui ainda mais com o efeito estufa do planeta”. E que a “preocupação ambiental contribuiu para que as pesquisas tecnológicas desenvolvessem alternativas mais sustentáveis para a iluminação, objetivando a redução desses impactos e que o Diodo Emissor de Luz (LED) constitui um de seus resultados”.

Nesta seara, Ferreira (2014, p. 35 - 36) elenca que são muitas as vantagens de se utilizar as lâmpadas LED, como, por exemplo:

1. Redução do consumo de energia elétrica, por trabalharem com baixas potências e grande eficiência luminosa;
2. Ausência de metais pesados, o que o torna mais vantajoso por não possuir elementos tóxicos ao meio ambiente e à saúde humana;
3. Maior durabilidade do que de todas as lâmpadas até então utilizadas, estimada em até 100.000 horas (se ligadas durante 12 horas/dia, duram cerca de 22 anos);
4. Baixo custo de manutenção;
5. Ambientalmente correto por seu ciclo de vida necessitar de menos energia e menos matéria prima em todas as etapas, de fabricação, uso e descarte;
6. Não emite calor, o que proporciona redução no uso de ar-condicionado e lhe proporciona maior eficiência (converte mais de 80% da energia em luz);
7. Não emite raios IV e UV, o que os torna adequados para iluminação de obras de arte e não agride a pele;
8. Não atrai insetos;
9. Já existem LED's comercializáveis com elevado IRC, de até 90, o que aumenta ainda mais a variedade de aplicações desse tipo de lâmpada;
10. Com o uso de lentes seu fecho pode ser direcionado;
11. Possibilidade de dimerização;
12. Controle dinâmico de cores;
13. Resistente a vibrações e impactos;
14. O número de vezes e a frequência em que é ligado e desligado não altera sua vida útil;
15. Acendimento imediato;
16. Flexibilidade de usos, formas, tamanhos e design.

Ao mesmo tempo, reporta “algumas questões que devem ser observadas”, como:

1. A falta de normas e padronização da fabricação dificulta o controle de qualidade das lâmpadas encontradas no mercado;
2. A falta de uma padrão tributário para produtos de LED gera diferenças discrepantes no preço e confunde o consumidor final;
3. Ainda possui um preço elevado, em média R\$70,00 por lâmpada mas que tende a diminuir rapidamente e se equiparar ao das lâmpadas comuns;
4. São desconhecidos os efeitos da “poluição eletromagnética” que emite;
5. Desconhecimento técnico e falta de disseminação de informação ao consumidor e a profissionais;
6. Índices de reprodução de cor duvidosos.

Em um estudo sobre a substituição de lâmpadas fluorescentes por LED, Sousa e Ferrari (2012, p. 08 – 09) observaram que a substituição pode promover uma redução no custo de energia da empresa correspondente a “uma economia de 62.5 %”, e os “indicadores econômicos obtidos pela análise de viabilidade econômica, demonstraram que o investimento é economicamente viável”. “O investimento é recompensado após a vida útil de 40000 h da lâmpada LED”. Como também, os benefícios ambientais “pois além de reduzir o consumo de energia, os equipamentos são recicláveis,

não possuem mercúrio como as lâmpadas tubulares, apresentam baixa manutenção, alta eficiência luminosa e longa durabilidade”.

Com efeito, “na construção civil, a busca por projetos de edificações mais eficientes, de baixo impacto ao meio ambiente e de reduzida demanda energética, vêm forçando a indústria e os profissionais das áreas de engenharia, design de produto, interiores e arquitetura a se renovarem e a criarem novas soluções”. (FERREIRA, 2014, p. 08).

4.3 Práticas sustentáveis em um empreendimento

O empreendimento em questão está localizado na região metropolitana de Fortaleza/Ceará e será composto de 113 blocos de apartamentos, 79 casas, 6 lojas de artigos diversos, restaurantes, campos de golfe, clubes para áreas de lazer, piscinas, lagos artificiais, vias de circulação e acesso à praia. Durante a visita, foi comentado que o diferencial deste empreendimento, quando comparado a outros condomínios, é por este oferecer: infraestrutura para medição de água e gás individual, campos de golfe como atividades de entretenimento, jardins e campo de golfe com irrigação automatizada, lazer para os moradores e, também, recolherá as águas pluviais e tratará as águas residuárias geradas no empreendimento, pautando-se, dessa forma, na premissa da sustentabilidade ambiental dentro do empreendimento.

Existe na obra uma equipe de encarregados que é dividida pelos setores de suas respectivas especialidades, e a obra conta também com uma média atual de 600 colaboradores. A execução da obra envolve tecnologia, praticidade, segurança, qualidade de execução, qualidade do material, sustentabilidade, podendo-se caracterizá-la pelo método da “construção enxuta”, da qual é utilizado como planejamento e controle de obra com as “linhas de balanço” que definem a duração da obra e o período de cada atividade, colaborando para evitar perdas em geral.

A obra do condomínio abrange segmentos sustentáveis, conforme ditos anteriormente, e, a princípio, será feito o reaproveitamento de águas pluviais, águas cinzas e águas negras em uma estação de tratamento de águas residuárias. Em segundo plano, é grande a probabilidade de que, quando a obra for concretizada, seus moradores possam optar pelo uso de usinas fotovoltaicas, da mesma forma que também possam adotar outras medidas sustentáveis em suas residências.

Em esclarecimentos, foram registradas algumas ideias que foram instituídas durante a elaboração do projeto do condomínio que são consideradas vantagens quando relacionadas ao conforto e a sustentabilidade que o empreendimento oferece aos seus moradores. Uma destas vantagens é a construção da estação de tratamento de água residuárias dentro do condomínio, tratando “águas negras e águas cinzas” oriundas de residências e de alguns compartimentos que compõem o condomínio. Posteriormente, essas águas coletadas poderão ser reaproveitadas em residências. Também será construído um reservatório para armazenamento de águas pluviais, que quando captadas dos telhados até às valas de drenagem serão direcionadas para um reservatório e, posteriormente, servirão para irrigação da área verde que ocupa uma grande área do terreno no interior do condomínio.

Outro recurso sustentável que se pretende implantar nas residências é a instalação de placas fotovoltaicas nos telhados das casas. A energia solar incidente sobre as placas deverá ser convertida em energia elétrica e, posteriormente, distribuída na rede. A execução desse procedimento ainda não foi autorizada por motivo de dependência de adesão por parte dos moradores, porém é um recurso já idealizado e existem grandes possibilidades de ser implantado no condomínio.

No âmbito dos resíduos sólidos, consoante à lei nº 12.305/10 que dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), e baseado no que foi explicitado anteriormente sobre seleção de resíduos e práticas socioambientais, uma das cláusulas da referida lei retrata os princípios e deveres da coleta seletiva em ambientes coletivos, visto que, quando se tem a geração de diferentes tipos de resíduos sólidos em ambientes diversos o uso de recipientes rotulados com os seus devidos tipos de resíduos proporciona o gerenciamento dos mesmos. Bem como oportuniza futuros mecanismos de reciclagem e reutilização de forma ambientalmente correta. Portanto, no empreendimento em questão, as práticas de coleta seletiva dos resíduos ali gerados são estimuladas e, conseqüentemente, colaboram com a redução de impactos ambientais, sem perder a sua autonomia de organização e padrão de luxo.

Analisando a obra pela questão dos métodos de planejamento e mecanismos construtivos que favorecem a sustentabilidade de forma direta e indireta, pode-se dizer que a obra do condomínio utiliza como sua principal ideia de execução o método da construção enxuta do qual é considerado um nome generalizado para referir-se ao Sistema Toyota de Produção.

Os principais objetivos do Sistema Toyota de Produção são a entrega do produto ao seu cliente; a maximização do valor do produto implementando qualidade e, por fim, a redução de desperdício (CBIC, 2013). Já Santana (2011) detalha o Sistema Toyota de Produção em obras através de atividades padronizadas. Logo, têm-se as “linhas de balanço” que funcionam como controle de atividades, determinando seus períodos de início e fim. Da mesma forma que se determina, também, a sequência em que serão executadas as respectivas atividades, podendo ocorrer de forma simultânea para as diferentes equipes e serviços realizados dentro da obra. Com isso, é possível manter um controle da obra através de orçamentos de custos, planejamento executivo prévio e acompanhamentos com controles de atividades diárias.

Com efeito, a sustentabilidade, para Goulart (2008, p. 03) “não é um objetivo a ser alcançado, não é uma situação estanque, mas sim um processo, um caminho a ser seguido. Advém daí que a expressão mais correta a ser utilizada é um projeto “**mais sustentável**”.” E explica, “O projeto “mais sustentável” deve incluir todos os **atores** em um processo integrado, desde os projetistas (proprietários, arquitetos, engenheiros e consultores), os construtores (fabricantes de materiais, operários de obra, etc), pessoal de manutenção, chegando aos ocupantes do edifício.”. Enfatizando que, “A certificação entra neste processo como um reconhecimento de um trabalho desenvolvido. Os critérios de certificação devem ser utilizados como referências auxiliares, mas não determinantes na escolha de materiais e sistemas construtivos.”. E cita:

A sustentabilidade é baseada em três aspectos: o *ambiental*, o *econômico* e o *social*, que devem coexistir em equilíbrio. Como estes aspectos representam variáveis independentes, as escolhas resultantes serão diferentes em cada situação apresentada. Portanto, não existe receita nem cálculo absoluto que determine o que deve ser feito ou não, para que um projeto caminhe na direção de uma maior sustentabilidade, sendo a proposta de cada projeto fruto de escolhas específicas, únicas e originais.

Norteadas por estes três aspectos e refletindo sobre a relação da construção em bases sustentáveis e os pilares da sustentabilidade, Assiz ([2012], p. 02) faz uma exposição de motivos quantos aos benefícios sociais, ambientais e econômicos oportunizados pelos empreendimentos: benefícios sociais - “a sustentabilidade desenvolve a economia local através da geração de emprego e renda, gera benefícios através dos impostos pagos e promove a integração de ocupantes (do empreendimento) com a vizinhança e a adequação arquitetônica com seu entorno.”; benefícios ambientais –

Observa-se que empreendimentos sustentáveis podem ser concebidos e planejados para que suprimam menores áreas de vegetação; otimizem o uso de materiais; gerem menos emissões de resíduos durante sua fase de construção; demandem menos energia e água durante sua fase de operação; sejam duráveis, flexíveis e passíveis de requalificação e possam ser amplamente reaproveitados e reciclados no fim de seu ciclo de vida. Muitos benefícios se traduzem em benefícios econômicos, com a redução de custos de construção, uso e operação e manutenção das edificações;

E benefícios econômicos – “O aumento da eficiência dos recursos financeiros na construção, a oferta de um retorno financeiro justo aos empreendimentos e acionistas, indução de aumento da produtividade de trabalhadores por encontrarem-se em um ambiente saudável e confortável.”.

A autora continua reportando que:

A incorporação de práticas sustentáveis na construção é uma tendência crescente no mercado. Sua adoção é “um caminho sem volta”, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades. Para tanto o setor da construção precisa se engajar cada vez mais. As empresas devem mudar sua

forma de produzir e gerir suas obras. Qualquer empreendimento humano para ser sustentável deve atender, de modo equilibrado, a quatro requisitos básicos: 1) Adequação ambiental; 2) Viabilidade econômica; 3) Justiça social; 4) Aceitação cultural.

É oportuno mencionar que no Brasil, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (BRASIL, 2015, p. 01) criou o programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), 16 anos de existência, objetivando:

[...] Promover e incentivar as instituições públicas no país a adotarem e implantarem ações na área de responsabilidade socioambiental em suas atividades internas e externas. É uma iniciativa voluntária e que demanda engajamento pessoal e coletivo. As instituições e seus funcionários são incentivados a adotar ações sustentáveis no ambiente de trabalho, desde pequenas mudanças de hábito, até atitudes que geram economia, com base em cinco eixos temáticos: uso racional dos recursos naturais e bens públicos, gestão adequada dos resíduos gerados, qualidade de vida no ambiente de trabalho, sensibilização e capacitação e licitações sustentáveis.

Para a sustentabilidade das edificações da administração pública, o Ministério de Meio Ambiente (BRASIL, 2009, p. 80) destaca:

Apesar do tema construções e reformas sustentáveis não ser novo, a maioria dos prédios públicos não foi desenvolvido de forma sustentável com aproveitamento dos recursos naturais como, por exemplo, o uso de energia solar ou das correntes de vento. Na administração pública poucos foram as edificações projetadas de maneira sustentável. Porém, mesmo em um prédio já construído, é possível adotar medidas que visem a efficientização dos recursos naturais. Algumas medidas que podem ser adotadas são o incentivo a materiais de construção com certificado de origem que atestem a produção através de uma cadeia “limpa” na fase de construção, a adoção de um sistema de reaproveitamento e reuso das águas e a adoção de um sistema de iluminação eficiente. Essas últimas medidas podem ser adotadas em qualquer fase da obra inclusive após a construção. A implantação dessas medidas pode ser adotada tanto em edifícios em construção como naqueles já construídos. A instalação dessas medidas gera uma economia substancial de recursos naturais contribuindo não apenas para a manutenção do equilíbrio ambiental como também na redução de gastos para o setor público.

À luz dessa reflexão, o recurso água merece destaque em função de ser o “princípio ativo da sustentabilidade ambiental” conforme reporta Mirre (2012, p. 92), que continua (p. 97) “a preocupação com o uso racional da água encontra-se diretamente ligada a outro recurso fundamental para a humanidade: a energia”. Para Lima (2009/2010, p. 207) a água é considerada a “recurso fundamental para a auto-sustentabilidade” e contextualiza:

O modelo de cidade ecológica, com critérios de maximização e multifuncionalidades compatíveis, com soluções arquitetônicas bioclimáticas acessíveis a todos os cidadãos, é adaptável e até passível de alterações. O esquema desenvolvido adapta-se tanto a cidades costeiras como a cidades no interior do território; partindo do recurso fundamental para a auto-sustentabilidade que considero ser a água. Uma cidade que seja capaz de gerir bem este recurso consegue o básico para o seu funcionamento. A água permite a produção de alimentos e energia, até mesmo a própria água pode ser fonte de energia e facultar hidrogénio. O seu uso é indispensável para a higiene, lazer, cozinhar e, claro, para beber: é o elemento chave da vida, indispensável para a sobrevivência. Os cursos de água e os lagos são elementos complementares inseparáveis dos espaços verdes e contribuem para o microclima, fertilidade e bem-estar da cidade. Os cursos de água também podem conter vida animal, nomeadamente peixes, pescáveis pela população. Podem ainda, em certos casos, dependendo da geografia do terreno, servir como um canal marítimo.

O autor continua reportando (p. 210, 212) que “O domínio do Homem sobre a Natureza pode ser exercido, portanto, de forma amiga, fazendo uso dos seus recursos de forma sustentável.”, “Do ponto de vista tecnológico, todas as iniciativas terão que ter um retorno sustentável.”.

No setor da construção, Correa (2009, p. 21, 28 -29) menciona que este “precisa se engajar cada vez mais. As empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras. Elas devem fazer uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento.”. E que “A sustentabilidade, com suas múltiplas implicações, deve ser buscada em todas as esferas das ações correlatas ao sistema da construção civil.”. “O primeiro passo para a sustentabilidade na construção é o compromisso das empresas da cadeia produtiva a criarem as bases para o desenvolvimento de projetos efetivamente sustentáveis.”.

Por intermédio das obras objeto de estudo aqui apresentadas, foi possível identificar práticas sustentáveis que contribuíram para a minimização de alguns impactos ambientais. Todavia, de maneira geral, o conceito de sustentabilidade nas obras ainda está sendo implementado de forma incipiente. Fazendo uma análise das edificações construídas nos tempos atuais e em épocas passadas, observa-se que em qualquer cidade brasileira as mesmas atendem plenamente ao fim a que lhe foram propostas. No entanto, percebe-se que, até o presente momento, as obras consideradas ecologicamente corretas são projetadas e executadas em segundo plano, pois ainda faltam incentivos para despertar a importância e interesse por parte dos construtores. Por conseguinte, são desperdiçados aspectos que influenciam diretamente na edificação como, por exemplo, o uso da luz natural; o conforto térmico proveniente de sombreamento; a presença de áreas verdes; a obtenção de energia elétrica através de energias renováveis e o aproveitamento da água da chuva. A ausência de tais fatores contribui para a geração de danos ambientais que podem ser considerados irreparáveis. Com isso, percebe-se a ausência de um planejamento e gerenciamento eficaz em obras construtivas deixando, portanto, ausente a prática sustentável durante a vida útil de uma edificação.

5 Conclusão

Como objeto deste trabalho e partindo-se da questão da relação entre o homem e a utilização dos recursos naturais no campo da construção civil, realizou-se uma pesquisa em três obras de construção civil, duas no estado do Rio Grande do Norte e uma no estado do Ceará, identificando-se as possíveis técnicas construtivas sustentáveis, para que se obtenha uma edificação com ambientes confortáveis, seguros, economicamente viáveis e que estejam enquadrados nas premissas de políticas ambientais.

Evidenciou-se que a utilização de ações sustentáveis em ambientes residenciais, construtivos e demais ambientes coletivos, pode-se considerar uma forma de gerenciar as atividades humanas de modo que a sociedade satisfaça suas necessidades, planejando e agindo de forma a conservar e preservar o equilíbrio ambiental, garantindo a manutenção dos ecossistemas e favorecendo significativamente ao desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos revisores e colaboradores que oportunizaram a realizaram do trabalho.

Referências

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. v. 5. Série Sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2011.

ARAÚJO, M. R. A moderna construção sustentável. 2010. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>>. Acesso em: Outubro 2014.

ASSADOURIAN, E; PRUGH, T. (organizadores). Estado do mundo 2013: A Sustentabilidade Ainda é Possível? *Worldwatch Institute*. Universidade Livre da Mata Atlântica. Salvador, BA: Uma Ed., 2013. 1ª edição. ISBN 978-85-87616-13-5 (versão digitalizada).

- ASSESSORIA de Comunicação da Câmara de Patos de Minas. Unipam inaugura Usina Solar Fotovoltaica em parceria com a Cemig, 2015. Disponível em: <http://www.camarapatos.mg.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=751&Itemid=101>. Acesso em: Agosto 2015.
- ASSIZ, R. C de. Sustentabilidade: como produzir empreendimentos mais sustentáveis do planejamento à pós-ocupação. [2012]. 4p. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1562>. Acesso em: Agosto 2015.
- BETTENCOURT, A. A. de F. O Processo de Projecto como Prenúncio de Sustentabilidade Análise de um Conjunto de Instalações do Ensino Superior da Década de Noventa do Século XX. 2012. 520p. Tese (Arquitetura), Universidade de Coimbra – Departamento de Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Coimbra/Portugal, 2012.
- BLEY, F. B. LED's versus lâmpadas convencionais viabilizando a troca. 2012. Especialize. Maio, 2012. Disponível em: <<http://www.businessstur.com.br/uploads/arquivos/9892c8941ef4a84c8c47d8a8ccdfda57.pdf>>. Acesso em: Outubro 2014.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Programa Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P). Adesão à A3P. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/ades%C3%A3o-%C3%A0-a3p>>. Acesso em: Agosto 2015.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: Janeiro 2015.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental, Programa Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P). 5 ed. Revista e Atualizada, Brasília/DF, 2009. 100p.
- CAINE, T. Por Dentro da Cidade de Masdar. 2014. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/623627/por-dentro-da-cidade-de-masdar>>. Acesso em: Julho 2015.
- CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Desenvolvimento com sustentabilidade. 32 p. 2013. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Programa-Construcao-Sustentavel.pdf>>. Acesso em: Outubro 2014.
- CCBS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, 2015. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/>>. Acesso em: Agosto 2015.
- CCBS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável divulga "Ferramenta dos 6 Passos" para a seleção consciente de empresas e materiais sustentáveis, 2011. Disponível em: <<http://www.cbcs.org.br/website/noticia/show.asp?npgCode=79BB8785-6889-4582-9D88-8D3744168B52>>. Acesso em: Agosto 2015.
- CÔRREA, L. R. Sustentabilidade na construção civil. 2009. 70p. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2009.
- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso Futuro Comum. 2 ed.; Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-...>>. Acesso em: Agosto 2015.
- DUARTE, A. P. Construção sustentável: oportunidades e boas práticas. 43 p. Semana Europeia de Energia Sustentável – Celorico da Beira. Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), 2011. Disponível em: <<http://repositorio.lneg.pt/retrieve/4044/Construcao%20Sustentavel.pdf>>. Acesso em: Out. 2014.
- FARIA, A. C.; SILVA, M. A. da.; CAMILO, B. F. R. Contribuições do Uso do LED para o Meio Ambiente e Bem Estar do Homem. 2014. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS). Belo Horizonte/MG. 24 a 27 de Novembro de 2014. 4p.
- FERREIRA, J. Z. Estudo Comparativo entre Lâmpadas Fluorescentes Tubulares T8 e Tubulares de LED. 2014. 59p. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Curitiba/PR, 2014.

- FITTIPALDI, M. Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/BA. 2008. 159 p. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente), Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-BA, 2008.
- FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G. Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente. *Engevista*, Universidade Federal Fluminense – Niterói/RJ, n. 6, 2004. p. 121 – 132. Disponível em: <http://www.uff.br/engevista/3_6Engevista11.pdf>. Acesso em: Dez. 2014.
- FOSTER, N. *Architecture and Sustainability*, 2003, 12p. Disponível em: <<http://www.fosterandpartners.com/media/546486/essay13.pdf>>. Acesso em: Agosto 2015.
- GARÉ, J. C. Contribuições da Construção Civil Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. 2011. 164p. Dissertação (Administração), Universidade Municipal de São Caetano do Sul, São Caetano do Sul/SP, 2011.
- GIANELLI, B. F.; SILVEIRA, M. C. F.; THAUMATURGO, L. R. Y; ASTORGA, O. A. M; SISVOO FILHO, M. B. M. O emprego da tecnologia LED na iluminação pública – Seus impactos na qualidade de energia e no meio ambiente. [2010]. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/o_emprego_de_tecnologia_led_na_iluminacao...>. Acesso em: Jan. 2015.
- GOULART, S. Sustentabilidade nas edificações e no espaço urbano. Apostila (Disciplina de Desempenho Térmico das Edificações), Laboratório de eficiência energética em edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2008.
- HABITAT III *Conference*, 2014. Disponível em: <<http://unhabitat.org/habitat-iii-conference/>>. Acesso em: Agosto 2015.
- IBEAM – Instituto Brasileiro de Educação Ambiental. Gestão Ambiental (Apostila). [2005]. Disponível em: <http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/15693693-GESTAO-AMBIENTAL_60192.pdf>. Acesso em: Abril 2015.
- IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. Materiais ecológicos e tecnologias sustentáveis para arquitetura e construção civil: práticas e aplicações. Apostila. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/>>. Acesso em: Janeiro 2015.
- JESUS, V. D. de. Medidas adotadas em projetos de Edificações que otimizam a Sustentabilidade na construção, 2014. 117p. Projeto de Graduação (Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014.
- JOHN, V. M.; SILVA, V. G.; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (ANTAC). Canela/RS, 24-27 de Abril, 2001. Disponível em: Disponível em: <http://www.researchgate.net/.../242497669_AGENDA_21_UMA_PROPOSTA_D...>. Acesso em: Dezembro 2014.
- LAGO, A. A. C. do. Estocolmo, Rio, Joanesburgo – O Brasil e as três Conferências Ambientais das Nações Unidas. Brasília/DF: Ministério das Relações Exteriores; Fundação Alexandre de Gusmão (Funag), 2006.
- LAMBERTS, R.; MELO, A. P.; WESTPHAL, F. S. Avaliação computacional de estratégias para redução do consumo de energia elétrica em um hotel de Florianópolis. 2006. 10 p. Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2006. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/node/182>>. Acesso em: Dez. 2014.
- LAMBERTS, R.; TRIANA, M. A.; FOSSATI, M.; BATISTA, J. O. Sustentabilidade nas Edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área. [2008]. 28p. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/.../sustentabilidade_nas_edificacoes_contexto_intern...>. Acesso em: Agosto 2015.
- LEITE, V. F. Certificação Ambiental na Construção Civil – Sistemas LEED e AQUA. 2011. 59p. Monografia (Engenharia Civil), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte/MG, 2011.
- LIMA, T. G. B. de M. Cidade Utópica – Cidade UT. 2009/2010. 247p. Dissertação (Urbanismo), Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias - Departamento de Mestrado de Urbanismo, Lisboa/Portugal, 2009/2010.

- LUCAS, V. S. Construção Sustentável – Sistema de Avaliação e Certificação. 2011. 197p. Dissertação (Engenharia Civil), Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciência e Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil. Lisboa/Portugal, 2011.
- MARTELETO, D. G. Avaliação do diodo emissor de luz (LED) para iluminação de interiores. 2011. 96 p. Monografia (Engenharia Elétrica), Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Departamento de Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro/RJ, 2011.
- MEDEIROS, V. A. Casa sustentável. 2012. 54 p. Cartilha casa sustentável. Realização: Assessoria de comunicação do Sindicado de Engenheiros no Estado de Minas Gerais (SENGE). Belo Horizonte – MG, 2012.
- MIRRE, R. C. Metodologia para o Gerenciamento Sustentável do Reúso de Águas e Efluentes Industriais por meio da Integração de Processos. 2012. 685p. Tese (Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química. Rio de Janeiro/RJ, 2012.
- MORAES, A. M. de; TRIGOSO, F. B. M. Instalações Fotovoltaicas Implantadas por Instituições Públicas e Privadas no Território Entre Rios, Estado do Piauí, 2012. Revista Brasileira de Energia, vol. 18, nº. 2, 2º Sem. 2012, pp. 81-97.
- MOTTA, S. R. F. Sustentabilidade na Construção Civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos, 2009, 122p. Dissertação (Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Belo Horizonte/MG, 2009.
- MOTTA, S. R. F.; AGUILAR, M. T. P. Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações. *Sustainable and Design Building Processes*. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 4, n. 1, Maio 2009, p. 84-119.
- MOURA, M. de.; MOTTA, A. L. T. S. da. Sistemas de Certificação Ambiental na Construção Civil. 2013. 10p. Encontro Latinoamericano de Edificações e Comunidades Sustentáveis (ELECS) 2013. Curitiba/PR. 21 – 24 de Outubro, 2013. Disponível em: <<http://www.elecs2013.ufpr.br/Anais/edifica%C3%A7%C3%B5es/23.pdf>>. Acesso em: Agosto 2015.
- MURDOCH, C.; FIGUEIREDO, A. BEDZED. Caderno de Boas Práticas em Arquitetura - Eficiência Energética, 2009. p. 12 – 15. Disponível em: <<http://www.iabrij.org.br/wp-content/uploads/2009/08/bedzed1.pdf>>. Acesso em: Agosto 2015.
- NAGALLI, A. Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- NASCIMENTO, Alberto. Saiba como selecionar materiais para a sua construção. Avaliação ambiental dos materiais deve estar sempre associada ao seu desempenho e vida útil. 2011. Disponível em: <<http://www.engenhariaearquitectura.com.br/noticias/301/Saiba-como-selecionar-materiais-para-sua-construcao.aspx>>. Acesso em: Agosto 2015.
- PEREIRA, P. I. Construção sustentável – o desafio. 2009. 122p. Monografia (Engenharia Civil), Universidade Fernando Pessoa. Porto/Portugal, 2009.
- PINHEIRO, M. D. Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente (atual Agência Portuguesa do Ambiente), Lisboa/Portugal. 2006. ISBN: 972-8577-32-X
- PLESSIS, C. du. *A strategic framework for sustainable construction in developing countries*. *Construction Management and Economics*, v. 25, p. 67–76, January, 2007.
- SACHS, Ignacy. O desenvolvimento sustentável: do conceito à ação. De Estocolmo a Johannesburgo. In: DOWBOR, Ladislau; TAGNIN, Renato Arnaldo. (organizadores). *Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade*. São Paulo: Senac São Paulo, 2005.
- SANTANA, W. B. Construção enxuta através da padronização dos processos de produção e planejamento de ações na construção civil. 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil), Departamento de Tecnologia – Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana – BA, 2011.
- SERRADOR, M. E. Sustentabilidade em Arquitetura: referências para projetos. 2008. 268p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola Engenharia de São Carlos, São Carlos/SP, 2008.
- SHAYANI, R. A; OLIVEIRA, M. A. G; CAMARGO, I. M. T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. 2006. In: IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (CBPE). Brasília – DF, 2006. Anais eletrônicos..., Brasília-DF, 2006. Disponível em: <http://www.gsep.ene.unb.br/producao/marco/sbpe_2006.pdf>. Acesso em: Dez. 2014.

- SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental: implantação objetiva e econômica. 3ª ed. São Paulo. Atlas SA, 2007.
- SILVA, P. Unipam inaugura Usina Fotovoltaica. 2015. Disponível em: <<http://www2.unipam.edu.br/noticias/-/blogs/unipam-inaugura-usina-fotovoltaica>>. Acesso em: Agosto 2015.
- SKRZEKL, D. P. M.; POSSAN, E. Avaliação do Aspecto da Dimensão Ambiental na Adoção de Práticas Sustentáveis na Construção Civil em Cascavel, PR, REA – Revista de estudos ambientais (Online), v. 14, n. 2esp, p. 14-27, 2012.
- SOUSA, Pedro Miguel da Silva. Construção Sustentável – contributo para a construção de sistema de certificação. 2012. 307p. Dissertação (Engenharia Civil), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa/Portugal. 2012.
- SOUZA, P.; AMADO, M. P. Construção Sustentável – contributo para a construção de sistema de certificação. [2012]. 13p. Disponível em: <http://docentes.fct.unl.pt/ma/files/artigo_pedro_sousa_cincos_v2.pdf>. Acesso em: Agosto 2015.
- SOUSA, T. de C.; FERRARI, L. de C. de B. Análise Econômica da Substituição de Lâmpadas Fluorescentes por Tecnologia LED em uma Empresa de Manutenção de Máquinas. 2012. 9p. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves/RS, 15 a 18 de outubro de 2012.
- USEPA – U.S. Environmental Protection Agency. *Green Building*, 2014. Disponível em: <<http://archive.epa.gov/greenbuilding/web/html/>>. Acesso em: Agosto 2015.
- YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.