

Rudy Marcell Moura Teixeira

Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM.
rudymmteixeira@gmail.com

Rachel Cristina Santos Pires

Mestre em Desenvolvimento Local, Engenheira Civil e Professora Universitária no
Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
rachelpireseng@gmail.com

Leonardo Reis dos Santos

Engenheiro Civil e Engenheiro de Petróleo pelo Centro Universitário Augusto Motta. MBA em
Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas-FGV

Marcella Maria Sobral Lima

Engenheira Civil, Pós-graduada em Engenharia Legal e Diagnóstica, Pós-graduada em
Patologia da Construção Civil

RESUMO

A correlação entre os conceitos de sustentabilidade e construção civil vem fundamentar a necessidade de uma aplicabilidade maior de práticas sustentáveis no âmbito da engenharia. Desenvolvimento sustentável é um conceito que denomina um conjunto de práticas adotadas antes, durante e após os trabalhos de construção civil com o intuito de obter uma edificação que não agrida o meio ambiente e que melhore a qualidade de vida dos seus usuários. Logo, o presente trabalho apresenta o conceito “Construção Sustentável” como uma necessidade intrínseca ao desenvolvimento da indústria da construção, principalmente do setor dos edifícios, tendo por base o contexto atual do mercado da construção. A construção, apresenta uma elevada interligação com as três dimensões do desenvolvimento sustentável (ambiente, sociedade e economia) e caracteriza-se um conceito multidimensional, relacionado com a redução do consumo de energia não renovável, materiais e água e ainda da produção de emissões, resíduos e poluentes. Desta forma, a avaliação da sustentabilidade envolve inúmeros parâmetros, sendo muitos deles interdependentes e em parte contraditórios e é necessário lidar com esta complexidade para dar suporte aos processos de decisão que tenham como objetivo a concepção de edifícios mais sustentáveis, além de desenvolverem-se abordagens sistemáticas, holísticas e que possam ser utilizadas na prática pelos principais decisores do ciclo de vida dos edifícios.

Palavras-chave: engenharia civil; sustentabilidade, construção sustentável, recursos naturais.

INTRODUÇÃO

Em tempos atuais, falar sobre sustentabilidade deixa de ser um assunto de caráter superficial ou secundário e assume papel de extrema relevância nos mais diversos setores da sociedade, tanto nos aspectos culturais e ideológicos como no âmbito financeiro e comercial. Conseqüentemente, todo esse viés seja de caráter comportamental, sejam nas escolhas a nível pessoal ou industrial, tem sido perpassado por essa temática da sustentabilidade e mister se faz ampliarmos a discussão da mesma.

Essa discussão tem como objetivo contribuir na ampliação da conscientização de criamos um pensamento sustentável no universo da engenharia civil e, principalmente, a melhoria da qualidade de vida de cada um de nós, através das contribuições que a engenharia civil, enquanto área de conhecimento e de atuação ostensiva na rotina de cada ser humano, pode trazer.

Ampliarmos essa visão holística, nos enxergando como parte integrante desse ecossistema, cria um pensamento crítico que ultrapassa a aridez do consumo indiscriminado de recursos naturais e torna-se uma necessidade cada dia maior em função da conscientização, ampliada continuamente, da limitação dos recursos existentes e da atual precariedade na preocupação com os resíduos gerados pela indústria.

Bossel (1999), destaca que o desenvolvimento sustentável possui dimensões ambientais, materiais, ecológicas, sociais, econômicas, jurídicas, culturais, políticas e psicológicas que exigem atenção por ser um conceito dinâmico.

Falar de sustentabilidade é evocar um viés necessário e fundamental quando se pensa em qualidade de vida e manutenção do ecossistema para a humanidade em geral.

Para que seja possível construir edificações mais sustentáveis e incluir o universo da engenharia civil nos parâmetros de sustentabilidade, antes de tudo é necessário que seja criado um referencial que estabeleça a partir de quais critérios analisar a inclusão de preocupações ambientais, sociais e econômicas na concepção e execução de uma edificação e, por isso, entender o processo histórico da construção desse conceito bem como discorrer sobre suas principais variáveis, torna-se imprescindível para o entendimento.

O presente artigo foi fundamentado em pesquisas relacionadas à temática abordada, levantamento de dados, conceitos históricos e epistemológicos de sustentabilidade bem como no entendimento da evolução desse conceito e toda a intercessão que ele tem com as interfaces da engenharia civil. Além da leitura e pesquisa de materiais relacionados ao

tema, foi feita breve e informal entrevista com profissionais da empresa Lafarge Holcim, com sede em Pedro Leopoldo-MG, na intenção de ampliar os conhecimentos pertinentes à temática aqui abordada e como a referida indústria hoje pode, a título de exemplo, ilustrar parte do assunto aqui discorrido com suas práticas de aproveitamento de resíduos (como na fabricação do cimento CP3), diminuição do consumo de água e energia e campanhas de conscientização de seus clientes para práticas mais sustentáveis.

O objetivo deste estudo, visa elucidar, de forma sucinta e clara, um dos maiores problemas que esbarramos quando o assunto é sustentabilidade: a falta de conscientização das empresas e, sobretudo dos profissionais. E para falar dessa falta de conscientização, ou seja, essa visão ainda limitada e imediatista, passaremos pelo entendimento do conceito de sustentabilidade no universo da engenharia civil, suas implicações práticas bem como a revisão de algumas pesquisas e estudos já realizados nessa área. A intenção é ampliar a discussão sobre a importância da apropriação de comportamentos e escolhas sustentáveis tendo a engenharia como grande ferramenta e aliada nesse processo, já que suas intervenções estão diretamente ligadas à vida de todo ser humano e ela representa significativo quociente de consumo dos recursos naturais, principalmente água, energia e uso de matérias primas retiradas diretamente do ecossistema e/ou com produção que afetam diretamente o mesmo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sustentabilidade e Engenharia

Panorama histórico-cultural da construção civil sustentável

Introduziu-se o conceito de sustentabilidade a priori no chamado Clube de Roma em 1968, como uma forma de contestar as referências econômicas adotadas pelos países industrializados, destacando a preocupação com o meio ambiente como imprescindível ao crescimento econômico (WINES, 2000).

Mas foi na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (*United Nations Conference on the Human Environment – UNCHE*), realizada na Suécia em 1972 que esse conceito ganhou força já que essa foi a primeira conferência da ONU sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente (PEREIRA et al., 2000).

Somente na década seguinte, através do Relatório Brundtland, foi cunhado o termo desenvolvimento sustentável no qual o “desenvolvimento deve responder às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987).

Outra contribuição fundamental para o processo de consolidação do conceito e ampliação da compreensão do mesmo foi a redação da chamada Agenda 21, que é mais um resultado das discussões da ECO-92 e trata-se de um documento consensual firmado entre os países, resgatando o termo 'Agenda' no seu sentido de intenções, desígnio, desejo de mudanças para um modelo de civilização em que predomina o equilíbrio ambiental e a justiça social entre as nações. Importante destacar que a Agenda 21 não é simplesmente uma Agenda Ambiental e sim uma Agenda para o Desenvolvimento Sustentável, onde, evidentemente, o meio ambiente é uma consideração de primeira ordem. (CORRÊA, 2009)

De alguns anos pra cá, a atenção voltada para a temática da sustentabilidade e meio ambiente, ganhou relevância ao redor da avaliação de estratégias importantes para assegurar desafios inter-relacionados de construções saudáveis social, econômica e ambientalmente. Mas essa conexão teve início na fusão do movimento ambiental e do desenvolvimento internacional pós II Guerra Mundial, desconstruindo a idéia de que o ambiente tem uma capacidade incomensurável de absorver a poluição (IISD, 1997).

Agopyan (2000) nos traz que foram do início da década de 90 as primeiras providências consistentes no Brasil em busca de uma construção mais sustentável, envolvendo estudos mais sistemáticos e direcionados para essa temática e, conseqüentemente, a apresentação de resultados mensuráveis sobre a reciclagem, redução de perdas e de energia, pilares fundamentais no processo de introdução e manutenção de um comportamento sustentável na engenharia civil.

O autor também observa que mais recentemente, surgiram outras preocupações e mudanças no que concernem à diminuição do consumo de energia na produção de produtos como o cimento e a cerâmica de revestimento; o emprego de resíduos de obra (reciclagem) como componentes de barras de aço e cimento; à preocupação para a diminuição na geração de lixo e desperdício nas obras, seguido da decisão do Ministério do Meio Ambiente em regulamentar o direcionamento dos mesmos, e por último, a introdução no mercado de novos produtos que auxiliam na economia de água e energia.

Foi no ano de 2000 que entrou em discussão e passou a vigorar a nível nacional a ampliação do escopo do PBQP-H – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional para PBQP-Habitat (englobando desta maneira as áreas de saneamento, infraestrutura e transportes urbanos). Ela pode ser avaliada como um sinalizador de que a construção de habitações não é mais vista como uma atividade à parte, mas integrada à criação do habitat urbano. Apesar de utilidade, representando uma mudança de pensamento, essas medidas ainda são tidas como isoladas e pontuais no Brasil, diferente de inúmeros outros países. Fora do Brasil, conseguimos observar um cuidado maior com o meio ambiente, respaldado não só pelas leis e normas a serem seguidas, mas pela precariedade de recursos que exige maior controle e uso racional dos materiais. Ademais,

incentivos fiscais são conferidos a empresas que integram essa preocupação entre suas estratégias de atuação. (AGOPYAN, 2000)

Por fim e não menos importante para a compreensão de difusão do conceito de sustentabilidade, podemos citar a Declaração de Política de 2002 da Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johannesburg, que afirma que o Desenvolvimento Sustentável é construído sobre “três pilares interdependentes e mutuamente sustentadores”: desenvolvimento econômico, desenvolvimento social e proteção ambiental (CORRÊA, 2009).

Com base em toda essa revisão histórica da construção do conceito e como ele foi ganhando importância, sustenta-se a ideia de que a percepção e o entendimento de progresso (que era confundido até então com o domínio da natureza e a atuação sobre ela e onde entendia-se que não havia fim na oferta de recursos naturais) e a preservação do meio ambiente (que era limitada à criação de parques e áreas direcionadas à preservação de partes da natureza para evitar a extinção de espécies) passaram a ser insuficientes e necessitaram de urgentes reformulações em prol dos manejos de manutenção, cuidado e preservação do ecossistema, mesmo ante a engrenagem industrial das construções civis. Mesmo ainda de forma tímida se contextualizada e comparada a outros países, é nesse contexto que surgem as denominadas edificações sustentáveis.

Sustentabilidade na Construção Civil

Com o entendimento cada vez maior da necessidade do entendimento e aplicação dos conceitos e práticas de desenvolvimento sustentável, a indústria da construção civil ganha cada vez mais destaque nesse contexto. Bourdeau (2000) pondera este setor da sociedade de tamanha importância que a maior parte das outras áreas industriais perde em comparação quando considerados os impactos do consumo de matérias primas não renováveis e produção de resíduos, ou seja, o impacto ambiental da construção civil é um dos maiores quando comparado ao impacto ambiental gerado por outros tipos de indústria. As habitações e as necessárias infraestruturas para transportes, comunicação, fornecimento de água, esgoto e energia para suprir as necessidades da população mundial indicam o desafio principal da construção sustentável.

Na construção civil, a conceituação, interpretação e principalmente a aplicação do conceito de sustentabilidade tem passado por inúmeras mudanças ao longo dos anos. A princípio, o foco consistia em como gerir com recursos limitados, principalmente a energia elétrica, e como reduzir os impactos na natureza. Na década passada, o enfoque maior migrou suas atenções para outros aspectos, voltando seu olhar para pontos mais técnicos da construção como materiais, componentes do edifício, tecnologias construtivas e conceitos de projetos relacionados à energia. Em seguida, o entendimento dos aspectos não técnicos começou a crescer e as questões sociais e econômicas começaram a ser entendidas como fundamentais para

o desenvolvimento sustentável nas construções, devendo receber tratamento específico em qualquer definição. Mais recentemente, também os aspectos culturais e as implicações do patrimônio cultural do ambiente construído também entraram no repertório dos itens vinculados à toda temática da sustentabilidade (SJÖSTRÖM, 2000).

A Agenda 21 para a Construção Sustentável destaca a significância das dimensões sociocultural e econômica da construção sustentável e a necessidade de um tratamento explícito dessas questões não técnicas nas políticas de construção e práticas de gerenciamento.

Os principais desafios, apontados pela Agenda, que a indústria da construção civil deve superar em busca do desenvolvimento sustentável são (GAUZIN-MULLER, 2002):

- Gerenciamento e organização: considerados aspectos-chave da construção sustentável, devendo comprometer não apenas os aspectos técnicos, mas também os aspectos sociais, legais, econômicos e políticos. As barreiras para o progresso são consideradas grandes e os desafios a serem enfrentados lidam com diferentes aspectos como processo de projeto, qualidade ambiental da construção, reengenharia do processo construtivo, desenvolvimento de novos conceitos construtivos, recursos humanos, processo de tomada de decisões, exigências dos proprietários e clientes, educação, conscientização pública, normas, regulamentos e pesquisa.
- Produtos e edifícios: dizem respeito a como otimizar as características dos edifícios e dos produtos de forma a melhorar o desempenho sustentável, levando-se em consideração fatores básicos como o clima, cultura, tradições construtivas e fase de desenvolvimento industrial. Quanto à produção de componentes e sistemas, é ressaltada a importância da redução do volume de material, energia e emissões dos produtos em uso e a melhoria em questões de reparação e reciclagem. Ressalta ainda que a qualidade do ambiente interno deve ser aprimorada para alcançar condições de vida saudáveis e produtivas no interior dos edifícios.
- Consumo de recursos: medidas de economia de energia, programas de recuperação e reforma extensivos e necessidade de transporte são identificados como grandes desafios relacionados ao uso de energia. Além disso, a redução do uso de recursos minerais é incentivada pelo uso de materiais renováveis ou recicláveis, seleção apropriada de matérias-primas e previsão da vida útil. O gerenciamento da água em edifícios deve ser desenvolvido, assim como o gerenciamento do uso do solo.
- Impactos da construção no desenvolvimento urbano sustentável: refere-se ao fornecimento de infraestrutura, edifícios e insumos; qualidade do ambiente, qualidade de vida, qualidade da moradia e aspectos administrativos. O crescimento urbano, o gerenciamento do

lixo e de outras cargas ambientais da indústria da construção, vinculadas à produção, operação e desmontagem dos edifícios e obras civis, também estão incluídos. Por fim, os aspectos sociais, culturais e econômicos são abordados, enfatizando que uma construção mais sustentável pode ser encarada como uma contribuição para a diminuição da pobreza, criando um ambiente de trabalho saudável e seguro, distribuindo equitativamente custos sociais e benefícios da construção, facilitando a criação de empregos, desenvolvimento de recursos humanos, conquistando benefícios financeiros e melhorias para a comunidade.

Kaatz et al. (2006) afirmam que a aplicação de métodos para a avaliação da sustentabilidade de edifícios representa um dos meios de implementação da Agenda 21, uma vez que as avaliações facilitam a integração de considerações de sustentabilidade na tomada de decisões para a viabilização de novos empreendimentos.

Porém, imaginava-se que toda matéria prima e recursos utilizados do ecossistema como um todo, eram retirados de maneira equilibrada e consciente. Mesmo com as evoluções e adaptações no mundo, o planeta conseguia se equilibrar a partir do princípio que os seres vivos só retiravam do planeta aquilo que era realmente necessário para sua sobrevivência, para que todos pudessem conviver em harmonia. Entretanto, é a partir da constatação de Soffiati (1995) que é possível constatar que essa suposição não passa de um grande equívoco imaginar que com a evolução e desenvolvimento do mundo, o cenário muda, desde a idade Média com a tendência do homem transformar tudo em mercadoria, com a chamada gênese do capitalismo e da burguesia, começou a existir um desequilíbrio na natureza, na extração dos recursos e início da poluição (MACHADO, 2018).

A Construção Civil sempre existiu para atender as necessidades básicas e imediatas do homem, sem preocupação com a técnica aprimorada, porém, as questões ambientais têm sido motivo de preocupação crescente no dia a dia, seja em países desenvolvidos ou não, e a quantidade de resíduos deixados por construções (atualmente mensurados em cinco vezes mais do que de produtos), tornou-se um dos centros das discussões da sustentabilidade (MACHADO, 2018).

A constituição das cidades exigiu qualificação e técnicas mais apropriadas e vantajosas para se construir edifícios cada vez mais sustentáveis. Surgem as edificações concebidas com responsabilidade social. (MACHADO, 2018)

Logo, com base nesta futura análise comparativa e coleta de dados, poder-se-á constatar que há uma atenção referente ao rumo na construção civil, comprometendo positivamente com o avanço do sistema sustentável e no meio ambiente. Sendo assim, o objetivo principal volta seu olhar para uma análise comparativa, avaliando seu envolvimento na área de sustentabilidade, suas formas e processos de construção ligadas diretamente

ao projeto arquitetônico mostrando a importância do envolvimento do pensar sustentável (MACHADO, 2018).

Certificações Ambientais

Silva (2003), identifica como primeiro sinal da necessidade de se avaliar o desempenho ambiental de edifícios a constatação de que, mesmo os países que acreditavam dominar os conceitos de edifícios ecológicos (*green buildings*) não possuíam meios para verificar quão eles eram de fato. Os métodos de avaliação da engenharia civil foram, então, inicialmente concebidos para prover uma avaliação objetiva do uso de recursos, cargas ecológicas e qualidade do ar interno dos edifícios, dentro de um contexto mais amplo de medição do desempenho (COLE, 2005).

O segundo grande impulso veio com o consenso de que a classificação de desempenho combinada a sistemas de certificação é um dos métodos mais eficientes para elevar o nível de desempenho ambiental, tanto do estoque construído quanto de novas edificações, repercutindo essas ações na diminuição da degradação do meio ambiente e aumento da qualidade de vida dos envolvidos. Atualmente, praticamente todos os países desenvolvidos possuem seu sistema de avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios. Mais recentemente, os países em desenvolvimento também iniciaram a elaboração de metodologias próprias, com escopo voltado para avaliação da sustentabilidade das edificações.

Adicionalmente, a formalização de um sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios possibilita:

- Estabelecer medidas de sustentabilidade para requisitos relevantes ao contexto brasileiro;
- tornar o conceito de edifício sustentável mais objetivo, por meio do estabelecimento de padrões de mensuração das características a ele relacionadas;
- Buscar a prática integrada de todos os projetos da edificação;
- Proporcionar discussões entre os agentes envolvidos em um estágio preliminar da concepção do empreendimento;
- Reconhecer iniciativas sustentáveis na indústria da construção;
- Aumentar a percepção dos consumidores para os benefícios das edificações sustentáveis;
- Estimular a competição entre empresas e garantir benefícios fiscais;
- Identificar focos de desperdícios e técnicas para eliminá-los ou minimizá-los antes de serem gerados ou, quando necessário, identificar as opções de eliminação após a sua geração;
- Aumentar a reputação e confiança na empresa por demonstrar ações responsáveis;
- Eliminar opções custosas e reduzir os custos de reformas.

Logo, o primeiro passo é a criação de um método de mensuração para, em seguida, termos a classificação de desempenho e um sistema de certificações para categorizar o que já foi construído e o que ainda será. A maioria dos países desenvolvidos tem seus critérios de avaliação de nos países em desenvolvimento isso já começa a ganhar espaço também.

Hoje no Brasil temos ao CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável que é uma OSCIP, Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, de âmbito nacional, criada em agosto de 2007 como resultado da articulação entre lideranças empresariais, pesquisadores, consultores, profissionais atuantes e formadores de opinião.

Seu objetivo é contribuir para a geração e difusão de conhecimento e de boas práticas de sustentabilidade na construção civil. Este objetivo é posto em prática ao:

- promover a inovação;
- integrar o setor da construção aos demais setores da sociedade;
- formar redes de parceiros estratégicos;
- elaborar diretrizes, orientações e ferramentas para o setor;
- discutir políticas públicas e setoriais;
- coordenar soluções e ações intersetoriais com objetivo de otimizar o uso de recursos naturais, sociais e econômicos, reduzir os efeitos negativos da atividade de construção civil e maximizar seus efeitos benéficos, visando um ambiente mais saudável e uma sociedade mais equilibrada

Com a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a ECO 92, algumas certificações sobre desenvolvimento sustentável foram geradas para atestarem se uma construção ou empreendimento segue os preceitos de sustentabilidade. Alguns exemplos são:

- A certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) foi criada pelo U.S. Green Building Council (USGBC). É um certificado de eficiência da construção que analisa a eficiência energética, hídrica e a redução dos gases do efeito estufa;

Essa certificação se baseia em um número de pontos dividido em quatro níveis: Certified, Silver, Gold and Platinum. E existem oito (8) tipologias de certificação.

- Selo Procel Edificações: este selo tem o objetivo de identificar as edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética em uma das seguintes categorias: envoltória, iluminação e condicionamento de ar e aquecimento de água. O selo pode ser outorgado desde a etapa do projeto, válido até o final da obra, e também após o edifício construído.

Para conseguir o Selo Procel Edificações é necessário antes obter a Etiqueta PBE Edifica – classe A. Os selos são emitidos pela Eletrobrás após a inspeção por um Organismo acreditado.

- **Certificação Aqua:** a Certificação Aqua de construção sustentável foi desenvolvida em 2008 a partir da certificação francesa Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) e adaptada às necessidades brasileiras. Suas bases foram desenvolvidas considerando as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil. A certificação consiste na avaliação de 14 categorias, que são separadas em 3 perfis:
 1. Base (B): prática corrente ou regulamentar;
 2. Boas Práticas (BP): desempenhos de boas práticas;
 3. Melhores Práticas (MP): desempenho máximo nas operações de qualidade ambiental.
- **Selo Casa Azul:** foi criado pela Caixa para a classificação dos projetos habitacionais financiados por ela. O selo tem o objetivo de incentivar o uso racional de recursos naturais e redução de custos de manutenção e despesas dos usuários nos empreendimentos habitacionais. É o primeiro sistema de classificação de sustentabilidade brasileiro, desenvolvido para a realidade do país. (MOBUSSCONSTRUÇÃO, 2017)

RECURSOS NATURAIS E SUAS VARIÁVEIS

Para Barbieri (2007), “Meio Ambiente é tudo o que se envolve ou cerca os seres vivos ou o que está ao seu redor é o próprio Planeta Terra com todos os elementos, tantos os naturais, quanto os alterados e construídos pelos seres humanos”. Ainda se distingue três tipos de ambientes, o fabricado ou desenvolvido pelos humanos (cidades, parques industriais e corredores de transportes como rodovias, ferrovias e portos); O ambiente domesticado (áreas agrícolas, florestas plantadas, açudes, lagos artificial, etc.) e; o ambiente natural, por exemplo, as matas virgens e outras regiões autossustentadas, pois são acionadas apenas pela luz solar e outras forças da natureza, como precipitação, ventos, fluxos de água, etc, e não dependem de qualquer fluxo de energia controlado diretamente pelos humanos, como ocorre, nos dos dois outros ambientes.

No Brasil, assim como em outros países, durante muito tempo, a poluição era um indicativo de progresso. Essa percepção permaneceu até que os problemas ambientais (contaminação do ar, da água e do solo) com efeitos diretos sobre os seres humanos fossem intensificados (BRAGA et al., 2005).

Algumas empresas, têm demonstrado que é possível ser um capitalista e proteger o meio ambiente mesmo que a organização não tenha um compromisso ambiental, porém, que possuam certa dose de criatividade e infraestrutura que possam transformar ou, pelo menos, minimizar as

restrições e ameaças ambientais em oportunidades de negócios (DONAIRE, 1999).

Existem inúmeros empecilhos na relação entre o homem e o meio ambiente, agravados por fatores como:

- 1) crescimento demográfico;
- 2) a disparidade econômica entre as camadas sociais;
- 3) os padrões de consumo, principalmente nos países desenvolvidos;
- 4) a falta de planejamento ou planejamento inadequado das cidades;
- 5) o aumento dos desastres naturais, em função das mudanças climáticas causadas pela própria ação do homem;
- 6) devastação do solo e das florestas.

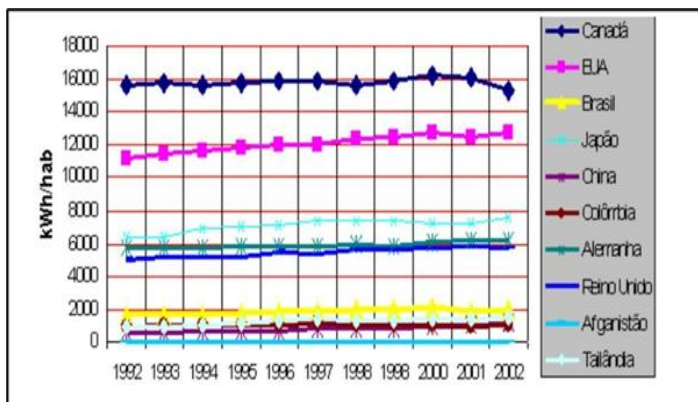
Então, podemos considerar três os pilares fundamentais da imersão da sustentabilidade no universo da engenharia civil, quanto a questão dos recursos naturais: água, energia e resíduos. O uso e/ou direcionamento adequado desses recursos é o que capacita um empreendimento / construção se habilitar à receber o “selo verde”, por exemplo, e ser classificado como sustentável ou não.

A construção e o uso dos edifícios são um dos maiores consumidores dos recursos naturais no ambiente, consumindo 16,6% do fornecimento mundial de água pura, 25% de sua colheita de madeira e 40% de seus combustíveis fósseis e materiais manufaturados (WINES, 2000). A construção civil também é responsável por boa parte da poluição atmosférica, com emissões de CO₂, principal gás responsável pelo efeito estufa. No Brasil, as edificações consomem, para uso e manutenção, 44% do consumo total de energia elétrica do país, distribuído entre os setores residencial (22%), comercial (14%) e público (8%) e a indústria cimenteira contribui atualmente com 6% a 8% do CO₂ emitido (JOHN, 2000).

Energia e poluição

Por causa do estilo de vida das pessoas atualmente e uma demanda cada vez maior pelos bens de consumo e busca por conforto, o consumo energético tem crescido em todo o planeta, sendo os países mais desenvolvidos os principais responsáveis por esse índice (Figura 1).

Figura 1: Evolução do consumo de energia elétrica por habitantes em alguns países



Fonte: U.S CENSUS BUREAU (2005)

A concentração de CO₂ é outro dos problemas importantes ocasionados pelo desenvolvimento da sociedade e que teve grande aumento nos últimos anos. Se continuarmos na tendência de crescimento atual (os Estados Unidos, por exemplo, são responsáveis por mais de 20% das emissões de CO₂ no mundo), estaremos cada vez mais longe do nível de sustentabilidade estabelecido no protocolo de Kyoto, sendo necessário, entre outras estratégias, o desenvolvimento de tecnologias mais ecologicamente corretas. (LAMBERTS et al.,2010?)

Zakaria (2007) nos traz que a maior parte dos estudos antevê que o consumo de energia mundial vai dobrar até o 2050 e países como a China e a Índia serão um dos principais responsáveis por isso. Os dois países estão construindo 650 termelétricas, sendo que a emissão de CO₂ delas todas será 5 vezes maior que o acordado no Tratado de Kyoto, firmado em 1997.

Tentando mudar essa situação, o Relatório do IPCC (1990) propõe possibilidades tecnológicas para os setores identificados como principais fontes poluidoras: suprimento de energia, transporte, indústrias, edifícios, agricultura, queimadas de florestas, incineração de resíduos. Entre as alternativas apresentadas de curto e médio prazos, o Relatório classifica com alto grau de certeza que opções de eficiência energética para edifícios novos e existentes podem reduzir consideravelmente as emissões de CO₂ com benefícios econômicos, destacando que (ZAKARIA, 2007):

- Até 2030, aproximadamente 30% das emissões de gases causadores do efeito estufas previstas no setor de edificações podem ser evitadas;
- Edifícios eficientes energeticamente, além de delimitar o aumento das emissões de CO₂, podem melhorar a qualidade do ar interno e externo, melhorar o bem-estar social e promover segurança em relação à energia.

A Água

Para falar de construções sustentáveis e sustentabilidade, não podemos esquecer que os critérios relacionados ao consumo de água são importantíssimos. Calcula-se que apenas 2,5% da água do planeta seja indicada para o consumo; sendo que o maior percentual dessa parcela, encontra-se em geleiras ou em níveis profundos e inacessíveis. Dessa maneira, a mensuração da quantidade de água potável acessível em lagos, rios ou represas, é algo aproximadamente estimado em 0,01% da quantidade total de água no planeta (UNEP, 2002).

Para completar, o consumo de água no mundo vem crescendo consideravelmente e Lemos (2003) nos sinaliza que apenas para atender a necessidade dos meios urbanos em um futuro próximo, seriam necessários investimentos na ordem de 11 a 14 bilhões de dólares por ano, nas próximas três décadas.

Projeções da ONU para 2025, trazem a informação que dois terços de toda a população do mundo (ou 5,5 bilhões de pessoas) habitarão em locais onde incide algum tipo de problema vinculado à escassez de água (LEMONS, 2003).

PROJETO CASA EFICIENTE E PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Esse conceito de Produção Mais Limpa foi definido pela UNIDO/UNEP (1995) e diz que “produção mais limpa é a aplicação continuada de uma estratégia ambiental preventiva e integrada aos processos, produtos e serviços, a fim de aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos para o homem e para meio ambiente, podendo ser aplicado aos processos produtivos, produtos e serviços”. Dentro de poucos anos, a empresa que não tiver um programa de gerenciamento ambiental da qualidade total, será uma exceção (KINLAW, 1997).

Para o SENAI-RS (2003) “A Produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo”.

A Produção Mais Limpa (P+L) pressupõe quatro atitudes básicas. A primeira, e a mais importante delas é a busca pela não geração de resíduos, através da racionalização das técnicas de produção. Quando o primeiro conceito não pode ser aplicado integralmente, a segunda atitude apregoada pela P+L é a minimização da geração dos resíduos. O reaproveitamento dos resíduos no próprio processo de produção é a terceira atitude defendida pela P+L, enquanto a quarta alternativa para a P+L é a reciclagem, com o aproveitamento das sobras ou do próprio produto para a geração de novos materiais (CETESB, 2010).

A tecnologia de Produção Mais Limpa é um exemplo de como os recursos naturais podem ser utilizados visando ao Desenvolvimento

Sustentável (KIND, 2005). A responsabilidade social corporativa é convergente com estratégias de sustentabilidade de longo prazo, e inclui a necessária preocupação dos efeitos das atividades desenvolvidas no contexto da comunidade em que se insere. O autor ainda afirma que no mundo globalizado, em que predominam as novas tecnologias da produção, da informação e da comunicação, a responsabilidade social das organizações assume um papel de destaque (TACHIZAWA, 2005).

Segundo a UNIDO/UNEP (1995) visando demonstrar que é possível proteger o meio ambiente e obter ganhos econômicos, fomentaram o surgimento de Centros Nacionais de Produção Mais Limpa em países em desenvolvimento, os quais têm a função de formar pessoas e de implantar o programa de PML nas empresas em diversos setores de atuação. Em julho de 1995 foi escolhido o SENAI-RS no Brasil para a criação do Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), sendo sua sede em Porto Alegre.

O projeto Casa Eficiente, é uma parceria da Eletrobrás com a Eletrosul e a UFSC, localizada em Florianópolis, e tem dois objetivos principais: ser um centro de pesquisa e uma vitrine para inspirar as pessoas a adotarem os conceitos de sustentabilidade na construção civil e a metodologia P+L. Foi baseada em três conceitos: conforto ambiental dentro da arquitetura bioclimática, uso racional da água e eficiência energética. Foi levado em conta o posicionamento da casa e dos respectivos cômodos, a inclinação do telhado para captação da luz e calor. A casa é equipada com telhado jardim, painéis fotovoltaicos, madeiras com selo verde (de reflorestamento e não de desmatamento), aquecedor solar, captação da água de chuva e tanques de reuso de água.

CONCLUSÃO

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social e por outro lado, comporta-se ainda como grande geradora de impactos ambientais quer seja pelo consumo de recursos naturais, pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos.

Na visão das construtoras em geral, o setor tem um grande desafio, conciliar uma atividade produtiva desta magnitude com as condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente, menos agressivo ao meio ambiente. Neste sentido, a implantação de métodos de descarte consciente e de reaproveitamento de materiais agrega valor a imagem da empresa, pois firma compromisso com a sociedade e com as gerações futuras, mas não se pode esquecer das dificuldades enfrentadas como as barreiras de grandes mudanças culturais e a difícil conscientização das pessoas envolvidas no processo da construção civil.

Para o cenário da indústria da construção civil, que assistiu à todas as mudanças na evolução do conceito de sustentabilidade e sua aplicabilidade nesse nicho mercadológico, existe um ganho real com reaproveitamento de materiais, consequentemente diminuição nas compras,

gastando menos, gerando menos resíduos, diminuindo custo com a remoção dos materiais, porém o maior ganho seria sem dúvida a diminuição do impacto ambiental e na contribuição de uma mentalidade voltada para práticas e hábitos sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGOPYAN, V. **Prefácio da versão em língua portuguesa. Agenda 21 para a construção sustentável.** Tradução do Relatório CIB – Publicação 237. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. Tradução de I. Gonçalves; T. Whitaker; ed. de G. Weinstock, D.M. Weinstock. São Paulo: s.d. 2000. 131p.

BARBIERI, J. C. 2007. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos** (2ª ed.). São Paulo: Saraiva.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G., BARROS, M. T., SPENCER, M., PORTO, M. **Introdução à Engenharia Ambiental – O desafio do desenvolvimento sustentável** (2ª ed.). São Paulo: Prentice Hall. 2005.

BOSEL, H. **Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications: A report to the Balaton Group.** Winnipeg: IISD, 1999.

BOURDEAU, L. **The Agenda 21 on Sustainable Construction.** In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development.** Oxford University Press. p. 398. 1987.

CETESB - **Workshop busca formas para CETESB estimular indústrias a adotarem Produção Mais Limpa.** 2010. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Notícias/003/10/21_mais_limpa.asp. Acesso em: 10 de abril de 2020.

COLE, R. J. **Building Environmental Assessment Methods: Redefining Intentions and Roles.** Building Research and Information, v. 35, n. 5, p. 455 à 467, 2005.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009.

DONAIRE, D. **Gestão Ambiental na Empresa** (2ª ed.). São Paulo: Atlas. 1999.

GAUZIN-MULLER, D. **Arquitetura Ecológica**. Barcelona: Ed. Gustavo Gili. S.A, 2002. 286 p.

IISD – International Institute of Sustainable Development. **Home Page Sustainable Development Timeline**. 1997. Disponível em <http://www.iisd.org/rio+5/timeline/sdtimeline.htm#1962>. Acessado em: 14 de setembro de 2005

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). In: Houghton, J. T., Jenkins, G.J., Ephrams, J.J. (Eds.), **Climate Change The IPCC Scientific Assessment**. IPCC: Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2000. 120f.

KAATZ, E.; ROOT, D. S.; BOWEN, P. A.; HILL, R. C. **Advancing key outcomes of sustainability building assessment**. **Building Research and Information**, v. 34, n. 4, p. 308ñ 320, 2006.

KIND, C. J. 2005. **Produção Mais Limpa em busca pela Sustentabilidade** – Estudo de Casos. Rio de Janeiro: Universidade Candido Mendes.

KINLAW, D. C. 1997. **Empresa Competitiva e Ecológica**. São Paulo: Makron Books.

LAMBERTS et al., **Sustentabilidade nas edificações: contexto internacional e algumas referências brasileiras na área**. [S.I.][2010?]

LEMOS, A. M. **O século 21 e a crise da água**. Instituto Brasil PNUMA; Comitê brasileiro do programa das nações unidas para o meio ambiente.

2003. Disponível em:
http://www.estadao.com.br/ext/ciencia/agua/odireitodebeber_1.htm. Acesso em 12 set 2005.

MACHADO, P. T. **Avaliação do Envolvimento das Construtoras do Processo Sustentável da Cosntrução Civil em Aracaju-SE**. Tese de Mestrado apresentada ao Programa de pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Principais certificações ambientais que as construtoras precisam conhecer** - Brasil, 2017. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/principais-certificacoes-ambientais-que-as-construtoras-precisam-conhecer/>. Acesso em 24 de Junho de 2020.

PEREIRA, J. d., LIMA, E. P., MORAIS, J. d., & POLITI, E. 2000. **Educação Profissional – Referencias curriculares nacionais da Educação Profissional de Nível Técnico – Área Profissional: Meio Ambiente**. Brasília: MEC.

SENAI-RS. 2003c. **Questões ambientais e Produção mais Limpa**. UNIDO/UNEP, Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Porto Alegre: SENAI.

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

SJÖSTRÖM, C. **Durability of Building Materials and Components**. In: CIB SYMPOSIUM ON CONSTRUCTION AND ENVIRONMENT: THEORY INTO PRACTICE. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo, 2000.

SOFFIATI, A. **De um outro lugar: devaneios filosóficos sobre o ecologismo**. Niterói: EDUFF, 1995.

TACHIZAWA, T. 2005. **Gestão Ambiental e responsabilidade social corporativa**. São Paulo: Atlas.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **Mapa da disponibilidade de água potável no mundo**. 1995. Disponível em:

<http://www.unep.org/dewa/assessments/ecosystems/water/vitalwater/freshwater.htm>. Acesso em: 10 de abril de 2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME - UNEP. **GEO3 - Global Environment Outlook 3**. Past, present e future perspectives. 2002.

US CENSUS BUREAU. **World Population Information** - Washington, 2005. Disponível em: <http://www.census.gov/ipc/www/world.html>. Acesso em: 12 de abril de 2020.

ZAKARIA, F. **Aquecimento global: é bom se acostumar**. Revista Época: Coluna Nosso Mundo. 2007. p.66.

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