



RELISE

## **CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E A DESENGENHARIA: OTIMIZAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS<sup>1</sup>**

*SUSTAINABLE CONSTRUCTIONS, ECONOMIC DEVELOPMENT AND  
DESENGINEERING: OPTIMIZATION OF NATURAL RESOURCES*

*Loyslene de Freitas Mota<sup>2</sup>*

*Tiago Soares Barcelos<sup>3</sup>*

*André Jorge Mororo<sup>4</sup>*

*Valmir Percival Guimarães<sup>5</sup>*

### **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo abordar o papel da engenharia na utilização e no aproveitamento de recursos naturais com foco na questão sustentável. A engenharia civil tem gerado impactos ambientais que podem ser minimizados e resolvidos. Para isso, é preciso buscar uma relação de equilíbrio com o meio ambiente, uma vez que é necessária uma harmonia ambiental para que haja um desenvolvimento que beneficie a sociedade atual, sem que os recursos naturais venham a se exaurir. A utilização de materiais sustentáveis nas construções e a aplicação dos princípios da sustentabilidade têm demonstrado alternativas para o desenvolvimento sustentável na área de construção civil. É possível ampliar ideias sustentáveis neste campo, pois construções sustentáveis demonstram preocupação socioambiental o que é de extrema importância para o desenvolvimento econômico. Deve-se levar em consideração as preocupações com o setor econômico, social e ambiental, visando à qualidade de vida da sociedade, contribuindo para a sustentabilidade do meio ambiente e preservando-o para as presente e futuras gerações, considerando a desengenharia como um mecanismo para a redução das externalidades negativas dos empreendimentos.

---

<sup>1</sup> Recebido em 04/06/2020. Aprovado em 06/06/2020.

<sup>2</sup> Faculdade Pitágoras. loyslenef\_mota@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. t.s.barcelos9@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade Ceuma. andremororo.95@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro. writestonedsoberreview@gmail.com



RELISE

222

**Palavras-chave:** construção civil, sustentabilidade, desenvolvimento, impactos ambientais, desengenharia.

## ABSTRACT

This paper aims to address the role of engineering in the use and use of natural resources with a focus on the sustainable issue. Civil engineering has generated environmental impacts that can be minimized and addressed. For this, it is necessary to seek a balanced relationship with the environment, since an environmental harmony is necessary so that there is a development that benefits today's society, without natural resources coming to exhaust. The use of sustainable materials in buildings and the application of sustainability principles have shown alternatives for sustainable development in the area of civil construction. It is possible to expand sustainable ideas in this field because sustainable constructions demonstrate socio-environmental concern, which is extremely important for economic development. Concerns with the economic, social and environmental sector should be taken into account, aiming at the quality of life of society, contributing to the sustainability of the environment and preserving it for present and future generations, considering the unengineering as a mechanism for reducing the negative externalities of enterprises.

**Keywords:** construction, sustainability, development, environmental impacts, unengineering.

## INTRODUÇÃO

De acordo com o *Novo Dicionário Aurélio* e o clássico *Dicionário de Verbos e Regimes* de Francisco Fernandez de 1942, na raiz da palavra “sustentabilidade” e de “sustentar” está a palavra latina *sustentare* com o mesmo sentido que possui em português. Ambos dicionários oferecem dois sentidos à palavra: um passivo e um ativo. O passivo diz que “sustentar” significa segurar por baixo, suportar, servir de escora, impedir que caia, impedir a ruína e a queda. Nesta acepção “sustentabilidade” é, em termos ecológicos, tudo o que fizermos para que o ecossistema não decaia e se arruíne.

O sentido positivo foca no âmbito de conservar, manter, proteger, nutrir, alimentar, fazer prosperar, subsistir, viver, conservar-se sempre à



RELISE

223

mesma altura e sempre bem. No dialeto ecológico isto significa que a sustentabilidade representa os procedimentos que se tomam para permitir que um bioma se mantenha vivo, protegido, alimentado de nutrientes a ponto de se conservar sempre bem e estar à altura dos riscos que possam advir.

Em uma retrospectiva histórica da relação do homem com o meio ambiente, percebe-se que os recursos naturais têm sido extensivamente explorados pelos seres humanos, 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.

Segundo o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas (FGV – CES, 2008, p. 1) o uso do termo sustentabilidade está vinculado às necessidades sociais:

Esta necessidade deriva da percepção de que a sociedade não mais aceita que externalidades negativas sejam lançadas sobre ela impunemente. Este cenário mais complexo aponta para a inevitabilidade da integração de princípios de sustentabilidade na espinha dorsal das estratégias de negócio das companhias.

A I Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo/Suécia em 1972, “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), “foi talvez a mais bem-sucedida entre todos os conclaves 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”.

Em 1987 foi divulgado o conceito de desenvolvimento sustentável por intermédio da publicação do relatório *Our Common Future*, (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) - Comissão *Brundtland*)



RELISE

224

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). Enfatizava 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 salvaguardar os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: atmosfera, águas, solos e seres vivos. Além disto, 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).

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).

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. 4) ressalta “como prerrogativa da construção sustentável a recomendação de dois elementos-chave: 1) sua complexidade; e 2) sua pluralidade”.

Ambos elementos-chave podem ser compreendidos no seio 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 e interesses inseridos na questão (AGOPYAN; JOHN, 2011, p. 23).



RELISE

## CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A Engenharia Civil é o setor de papel fundamental no processo de urbanização, além de ter um papel importante na relação ambiental e social, já que contribui fortemente na geração de empregos e ajuda assim a circular a economia do país. Isto posto, envolve um processo complexo, já que a estruturação dos projetos passa por várias etapas com o intuito de organizar o espaço a ser construído. Independente da construção civil ser o ponto de partida para o desenvolvimento das cidades e para a organização espacial, esta gera algum tipo de poluição.

Couto *et al.* (2006) apontam que o uso de materiais reciclados pode ser uma das alternativas para uma construção mais sustentável. “O uso de materiais reciclados irá encorajar indústrias e governos a investigar novas tecnologias para reciclar, e para criar uma rede de suporte mais larga para futura reciclagem e reutilização” (COUTO *et al.*, 2006). O uso de materiais sustentáveis evidencia maior responsabilidade com o meio ambiente, sendo interessante ampliar esse tipo de construção.

Sendo assim, é necessária uma preocupação ainda mais acentuada para obter construções sustentáveis. Sobre economia, emprego e impactos ambientais, Pinheiro (2003) mostra que:

A indústria da construção, respondendo às necessidades sociais e econômicas, cria e implanta infraestruturas (estradas, barragens, linhas de caminho de ferro), zonas urbanas (edifícios e parques), promovendo o crescimento (representava na Europa em 1999 - OCDE, 2003 - 9,7% do Produto Nacional Bruto e 7,5% do emprego) e suporte aos processos de desenvolvimento. As atividades da sua tipologia induzem também, em muitos casos, alterações substanciais no ambiente, incluindo impactos ambientais muito significativos. Em muitos casos, esses impactos, ou pelo menos parte deles, são de carácter negativo e afetam decisivamente o ambiente atual e futuro (Pinheiro, 2003, p. 1).

Além de conhecer o espaço onde a construção será realizada, é necessário escolher de forma cautelosa os materiais a serem utilizados, pois,



RELISE

226

eles podem causar impactos ambientais catastróficos. Para reconhecer a importância dos materiais de construção no contexto da construção sustentável, importa saber desde logo quais os impactos ambientais provocados pela extração das matérias-primas necessárias à sua produção (TORGAL; JALALI, 2010).

Segundo Kibert (1994), para que uma construção seja considerada sustentável, é necessário levar em consideração alguns princípios a serem adotados nas construções civis, tais como:

1. Minimizar o consumo de recursos;
2. Maximizar a reutilização dos recursos;
3. Utilizar recursos renováveis e recicláveis;
4. Proteger o ambiente natural;
5. Criar um ambiente saudável e não tóxico;
6. Fomentar a qualidade ao criar o ambiente construído.

A minimização do consumo de recursos naturais neste tipo de construção possibilita sua preservação. A água, por exemplo, precisa ser economizada, sendo necessário adotar estratégias que propiciem a sua reutilização, pois a sua falta afetaria diretamente a vida no planeta. A conservação da vida vegetal está incluída na proteção ambiental, pois as plantas são responsáveis pelo equilíbrio da temperatura, ajudando a reduzir as concentrações de gás carbônico e contribuindo para a proteção do ambiente natural. Quanto menor a quantidade de madeira utilizada em uma construção, maior será essa proteção. Também é importante criar um ambiente agradável, priorizando o frescor natural. Janelas grandes, por exemplo, possibilitam maior entrada de ar, e isso deve ser levado em conta no processo de construção.

Para apontar uma construção como sustentável, Mateus e Bragança (2004), consideram algumas variáveis para avaliar a sustentabilidade (Tabela 1).



RELISE

227

**Tabela 1** - Variáveis que podem ser considerados na avaliação da sustentabilidade.

Ambiental	Indicadores	
	Funcional	Econômico
Potencial de aquecimento global	Isolamento sonoro a sons de condução aérea	Valor de construção
Energia primária incorporada	Isolamento sonoro a sons de percussão	Custo de manutenção
Conteúdo reciclado	Isolamento térmico	Custo de reabilitação
Potencial de reciclagem	Durabilidade	Custo desmantelamento/demolição
Reservas remanescentes de matéria prima	Comportamento ao fogo	Valor residual
Quantidade de matéria/recursos naturais utilizados	Flexibilidade de utilização	Custo de tratamento para devolução ao ambiente natural

Fonte: Mateus e Bragança (2004).

Inúmeros autores (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; e
- 9) Uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

Estas 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.



RELISE

228

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CCBS, 2011, p. 1) instituiu 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”. Hachich<sup>6</sup> (NASCIMENTO, 2011, p. 1) 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 manutenções frequentes, para evitar o uso de recursos naturais, minimizando os impactos ambientais inerentes à própria atividade de construção.

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 infraestruturas, 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. Otimizar 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

---

<sup>6</sup> HACHICH, Vera Fernandes – Gerente Técnica da Tesis (Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia) e Conselheira do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CCBS).

Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo, v. 6, n. 2, p. 221-242, mar-abr, 2021

ISSN: 2448-2889





## RELISE

229

baixo impacto. Alguns materiais, como os que destroem a camada de ozônio, continuam a poluir durante o seu uso, enquanto outros têm um forte impacto ambiental na hora de demolição; projetar com a durabilidade e adaptabilidade. Quanto mais tempo uma construção dura, maior o período durante o qual o seu impacto ambiental pode ser amortizado. Projetar uma edificação adaptável, principalmente se ela tiver propósitos comerciais; poupar água. Instalar mecanismos e equipamentos de baixo consumo. Coletar 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 projeto para educar clientes, colegas, prestadores de serviços e o público em geral sobre o impacto ambiental e como diminuí-lo.

Para Medeiros (2012), uma construção sustentável pode elevar seus custos de execução em média de 5 a 8% do que é gasto usualmente, 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.

Segundo Goulart (2008), as tecnologias implantadas em uma casa sustentável 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. As fontes de energias renováveis 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



RELISE

230

se caracteriza pelo seu tipo e forma de obtenção de energia para seus consumidores.

Levando em consideração à qualidade e o conforto termo acústico e iluminação das edificações, 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” (GOULART, 2008, p. 10).

Assim sendo, os engenheiros e arquitetos 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.

## **CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS CONTEMPORÂNEAS**

Ao longo dos anos, e com a popularização do tema “construção sustentável”, foram crescendo o número de edificações adotando a abordagem sustentável e a criação e implementação de normas vigentes sobre o assunto. Dentre as normas podemos citar o ISO 14000 e entre as construções sustentáveis: o condomínio *Beddington Zero (Fossil) Energy Development* e a “*Masdar City*” – A Cidade Carbono Zero.



RELISE

231

No ano de 1996 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”, 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), 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 2002, a Inglaterra apresenta o futuro das habitações. Foi erguido no sul de Londres o condomínio *Beddington Zero (Fossil) Energy Development*, que é um empreendimento formado por 100 unidades mistas (residências e escritórios), e que 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 ideia 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. Os resultados gerados após a construção do condomínio foram:

- Redução das emissões de CO<sub>2</sub> em 56% (em comparação com a média local);
- Redução de 81% no consumo de energia para aquecimento;
- Redução de 58% no consumo de água (em comparação com a média nacional), equivalente a 72 litros/pessoa/dia;



RELISE

232

- Redução de 64% nos quilômetros rodados de carro (em relação à média nacional);
- Reciclagem de 60% dos resíduos;
- Redução de 45% no uso de energia elétrica (em comparação com a média local). A média de BedZED é de 2.579 kWh/habitação/ano, enquanto que em Sutton é de 4.652 kWh/habitação/ano. A média do Reino Unido é 4.457 kWh/habitação/ano;
- A média em BedZED foi de 3,4 kWh/pessoa/dia em 2007, o que significa um consumo 38% inferior ao consumo médio de Sutton (4.652 kWh/ano, que, com uma média de 2,3 pessoas por moradia, isso equivale a 5,5 kWh/pessoa/dia);
- Consumo de alimentos orgânicos por parte de 86% dos moradores.

Em 2006, se iniciou a construção da “*Masdar City*” – A Cidade Carbono Zero. A primeira cidade carbono-zero é uma visão do futuro que está virando realidade em pleno deserto árabe, em Abu Dhabi.

Painéis fotovoltaicos devem ser implantados em todas as construções – que terão telhados planos – e vão gerar a energia necessária para a cidade inteira. Nas construções 95% do alumínio utilizado é reciclado, assim como boa parte do concreto. O aço é produzido na região e a madeira, reutilizada. Graças à influência dos líderes dos Emirados, alguns dos materiais utilizados sequer estão disponíveis no mercado.

Desde a sua criação, o plano diretor da cidade está sendo conduzido pelo escritório ‘*Foster + Partners*’, tendo o arquiteto Norman Foster como responsável pela primeira cidade de carbono zero e sem resíduos do mundo. A cidade do carbono zero possui 6 km<sup>2</sup> de extensão, e tem previsão de término para 2030 (CAINE, 2014). Essa cidade promete não gerar resíduos, ser neutra em emissões de carbono e primar pelo desenvolvimento sustentável, tenta



RELISE

233

indústrias com tecnologia limpa e, provavelmente, vai aumentar a participação dos negócios verdes em economias que (ainda) vivem do petróleo.

## **O DESENVOLVIMENTO E DESENGENHARIA COMO REDUTOR DAS EXTERNALIDADES NEGATIVAS DO SETOR**

O desenvolvimento econômico por muito tempo vem se pautando no crescimento industrial, que amplia a degradação ambiental, e em teoria, aumenta o bem-estar da sociedade. A economia industrial é composta por duas abordagens, sendo uma tradicional (*mainstream*) e uma alternativa (schumpeteriana/institucionalista). A questão central de ambas as abordagens consiste no funcionamento das firmas e dos mercados, divergindo no modo de análise. A primeira abordagem parte do trabalho de Joe S. Bain e M. Scherer, utilizando o modelo de estrutura-conduta-desempenho. Esse modelo compreende como se realiza a alocação dos recursos escassos, tendo como objetivo o equilíbrio e a maximização dos lucros. A segunda abordagem ligada a Joseph Schumpeter estuda a dinâmica relacionada à criação das riquezas das empresas, que parte do princípio que não é pela minimização dos custos que a riqueza é construída, e sim, pela capacidade das firmas em inovar (KUPFER; HASENCLEVER, 2002).

Kupfer e Hasenclever (2002) compreendem que a economia industrial, que compreende em grande parte as questões da engenharia civil, são explicadas por Penrose (1959) e Chandler (1992). Para a primeira autora (Penrose), as firmas não são facilmente observáveis fisicamente, possuindo uma complexa definição do que realmente representam. Contudo, para a compreensão das firmas, torna-se importante considerar as características de cada empresa de acordo com seus interesses. Já o segundo autor (Chandler), compreende as firmas como entidade legal e administrativa, que produzem bens e serviços e que por intermédio de contratos e uma clara divisão dos



RELISE

trabalhos, sua busca se dá na maximização dos lucros.

Nota-se que dentro da estrutura da economia industrial, bem como se observa nos cursos de graduação em engenharia civil, não se fala da descontinuidade dos projetos industriais, como a proposta da desengenharia. Isso deriva da necessidade de políticas ambientais, pois conforme a industrialização foi atingindo sua maturação, os impactos dessas atividades no ambiente natural e na sociedade tem ganhado importância. Sánchez (2001, p. 17) destacou que apesar da mineração começar, de forma embrionária, a pensar nessas questões, “o mesmo não se passa com a maioria das atividades industriais”. As indústrias mais cedo ou mais tarde tendem a fechar, por diversas razões (econômicas, sociais, comerciais, ambientais, etc.) criando rugosidades espaciais<sup>7</sup> que precisam ser trabalhadas.

Santos (2017, p. 205) destacou que “o novo espaço das empresas é o mundo”, sendo que a “maioria das empresas não são, apenas, multinacionais, são globais”. Entretanto, seus impactos são locais e territoriais, uns apresentando características transfronteiriças, pois os demandantes dos produtos e serviços muitas vezes desconhecem os processos. Um exemplo é a construção civil, que cria um objeto dentro de uma cadeia complexa de suprimentos, necessitando dos mais diversos minerais, que para muitos, são desconhecidos seus processos, desconhecendo o sofrimento social que causam em determinados territórios.

Na construção civil torna-se um problema ainda mais complexo, pois os minérios que são adquiridos como matéria prima, são vendidos *business to business* (B2B), tornando a visão do público final ainda mais turva. Além disso,

---

<sup>7</sup> “Chamaremos de rugosidade ao que fica do passado como forma, espaço construído, paisagem, o que resta do processo de supressão, acumulação, superposição, com que as coisas se substituem e acumulam em todos os lugares. As rugosidades se apresentam como formas isoladas ou como arranjos. É dessa forma que elas são uma parte desse espaço-fator. Ainda que sem tradução imediata, as rugosidades nos trazem os restos de divisões do trabalho já passadas (todas as escalas da divisão do trabalho), os restos dos tipos de capital utilizados e suas combinações técnicas e sociais com o trabalho” (SANTOS, 2017, p. 140).



RELISE

235

há o problema das formas de obsolescência (programada e perceptiva)<sup>8</sup> que estão alinhados com as métricas da economia industrial, afinal, se o objetivo consiste na maximização dos lucros, os produtos não podem ser feitos para durar. Esse problema não é só relacionado aos bens industriais, pois:

Em consequência, ao lado da emergência de novos setores industriais dinâmicos e do declínio relativo de outros, há em marcha um processo de obsolescência acelerada de indústrias de todos os setores. Isto significa que aumenta hoje em dia a quantidade de estabelecimentos industriais que são fechados ou desativados (SÁNCHEZ, 2001, p. 23).

Portella, et al. (2010) reforçam que alguns empreendimentos industriais no momento da sua desativação, criam um rastro de contaminação e degradação ambiental, emergindo impactos no ambiente natural, econômico e sociais. Para o autor, a desengenharia pode ser definida como uma fase do ciclo de vida do projeto que o empreendimento será desativado, para que, posteriormente, se dê uma nova destinação ao uso do solo. Dentro do ciclo de vida de um projeto industrial há diversas externalidades entre os processos, como: “a) implantação, b) operação e, c) desengenharia, tendo como pano de fundo que existem várias revoluções tecnológicas com correspondentes problemas ambientais” (PORTELLA, et al., 2010, p. 2).

Sánchez (2001, p. 22) se indaga sobre o que fazer com obras e instalações antigas, “transformá-las todas em museus? Abandoná-las? Demolir tudo e construir algo novo”? Portella, et al. (2010, p. 2) destacaram ainda que as externalidades se manifestam de várias formas, sendo: “[...] i) locais e reversíveis, ii) locais e irreversíveis, iii) globais e reversíveis e, iv) globais e irreversíveis, concluindo que a política deve constituir-se na internalização destas externalidades”. Isso remete a questões de escala, questões espaciais

---

<sup>8</sup> A obsolescência programada consiste em uma metodologia das firmas que produzem bens de consumo buscando planejar a vida útil do produto, para forçar o consumidor a trocar ou consumir mais. A obsolescência perceptiva é uma estratégia imposta à sociedade, por meio de manipulação midiática, criando uma cultura de consumo ao qual os próprios indivíduos reconheçam que um determinado produto está obsoleto, forçando a aquisição de novos bens.



RELISE

236

e temporais, capacidade de suporte, entropia, que Beck (2011) considera como irresponsabilidade organizada dentro da sociedade de risco global. Deve-se resgatar o normativo jurídico relacionado à Resolução 23 de Janeiro de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que considera o impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, direta ou indiretamente”, sendo dividido em grandes eixos que são afetados, sendo: “(I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

Desta forma, torna-se necessário o aprofundamento da nossa compreensão do mercado de seguro e, neste âmbito o debate é intenso, as divisões são marcadas entre o risco da poluição ambiental e o risco das catástrofes naturais, criando as condições para o avanço de novos *approachs* aos riscos ambientais, os quais precisam ser devidamente compreendidos de forma a poder sugerir medidas concretas para o enfrentamento deste problema no Brasil (PORTELLA, et al., 2010, p. 3).

Base importante para esse enfrentamento está na desengenharia, na qual, Foladori (2002) destacou a sua relevância, sobretudo ao considerar a evolução dos empreendimentos industriais durante dois séculos, nos quais, ao final, as infraestruturas eram abandonadas, acarretando diversos problemas. Esse autor, ainda destaca, no início de sua análise, uma série de complexidades, afinal: “em momentos em que o mundo se debate com guerras, greves, fome, golpes de Estado e desemprego, falar de avanços civilizatórios parecesse um absurdo. Porém, a realidade caminha assim, dialeticamente” (FOLADORI, p. 1). Ressalta a importância do conceito do ciclo de vida e sua incorporação nas políticas públicas, pois não se pode considerar apenas a vida útil, afinal, restarão infraestruturas cadáveres no porvir.

O IBRAM (2019) segue essa lógica do ciclo de vida, aplicado à questão





RELISE

237

mineral, pois há atividades após o encerramento, conforme Figura 2.

**Figura 2** - Etapas do ciclo de vida de projetos minerais.



Fonte: IBRAM (2019, p. 15).

É importante destacar que o pós-encerramento é considerado um período após a completa implementação das medidas de desengenharia das construções sustentáveis. No qual, o monitoramento e a manutenção, são pensados a longo prazo, dentro de objetivos de avaliação de desempenho (IBRAM, 2019, p. 16).

Para Foladori (2002), a riqueza da proposta da desengenharia está quando se adiciona a literatura econômica sobre a riqueza dos solos. O exemplo que esse autor utiliza refere-se a “[...] um terreno melhor localizado, ou com uma topografia mais adequada para os fins do investimento, tem um preço maior que outro distante dos mercados ou com uma geomorfologia que requer de maiores investimentos de capital” (FOLADORI, 2002, p. 4).

Por fim, deve-se compreender que a desengenharia é uma etapa até então não avaliada nos projetos de construção sustentáveis, afinal, deve-se considerar que toda construção possui um ciclo de vida. Nesse ciclo de vida, é fundamental compreender que todo projeto de engenharia se constitui em uma rugosidade espacial com o tempo. Deve-se, desde a fase de planejamento do projeto, considerar que o determinado objeto ficará obsoleto, carecendo de uma nova utilização do uso do solo.



RELISE

238

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar da Engenharia Civil ser o elemento chave para o desenvolvimento e crescimento das cidades, esta pode provocar sérios, graves e irreversíveis danos à natureza se não houver uma relação de equilíbrio entre a construção e o meio ambiente, criando e recriando rugosidades espaciais. Este equilíbrio pode ser conquistado por intermédio de um planejamento que leve em consideração as vastas proposições inerentes aos princípios de sustentabilidade e que venha a resultar em construções sustentáveis. Um planejamento socioambiental satisfatório no ambiente urbano minimiza os impactos ambientais. Independente do surgimento dessa ideia transformadora que é a construção sustentável há uma carência na expansão desse tipo de construção.

Notabiliza-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 e salvaguardando a manutenção dos ecossistemas e favorecendo significativamente ao desenvolvimento sustentável. Afinal de contas, desequilíbrios ambientais podem ter consequências graves como falta de água, aumento do calor, maior poluição e dentre outras calamidades. Uma maior conscientização no ensino da engenharia, nessa perspectiva, pode contribuir para uma maior preocupação socioambiental, auxiliando o desenvolvimento sustentável.

Por fim, é importante salientar a importância da desengenharia como um método da engenharia civil, carecendo de grades curriculares nos cursos de graduação nesse sentido. Por mais sustentável que possa ser uma determinada obra, ao se desconsiderar que esse objeto se transformará na



RELISE

239

paisagem uma rugosidade espacial, essa externalidade negativa ficará para as futuras gerações.

## 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: 12.set, 2019.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: editora 34, 2011.

BETTENCOURT, A. A. de F. **O Processo de Projeto 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 Arquitetura da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Coimbra/Portugal, 2012.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: o que é: o que não é. Petrópolis, RJ. Ed.Vozes, 2012.

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: 14.set, 2019.

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: 14.set, 2019.

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: 14.set, 2019.

COUTO, A. B.; COUTO, J. P.; TEIXEIRA, J. C. Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção. **Anais...** do VI Seminário Brasileiro da



RELISE

240

Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios - NUTAU, São Paulo, 2006.

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.

FOLADORI, G. Resenha de: Desengenharia. O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. **Ambiente & Sociedade**, vol. V, núm. 10, 2002.

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.

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. **Guia de boas práticas: gestão de barragens e estruturas de disposição de rejeito**. Brasília/DF, 2019.

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.

KIBERT, C. J. Establishing principles and a model for sustainable construction. **Anais...** do XVI CIB TG 16, Sustainable Construction, Tampa, Florida, USA, 1994. Disponível em: <[https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB\\_DC24773.pdf](https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24773.pdf)>. Acesso em: 13.set, 2019.

KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LAGO, A. A. C. do. Estocolmo, Rio, Johannesburgo – **O Brasil e as três Conferências Ambientais das Nações Unidas**. Brasília/DF: Ministério das Relações Exteriores; Fundação Alexandre de Gusmão (Funnag), 2006.

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.



RELISE

241

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. Avaliação da sustentabilidade da construção: desenvolvimento de uma metodologia para a avaliação da sustentabilidade de soluções construtivas. **Anais...** do I Congresso sobre Construção Sustentável, Leça da Palmeira, Portugal, 2004.

MEDEIROS, V. A.. **Cartilha casa sustentável**. Realização: Assessoria de comunicação do Sindicato de Engenheiros no Estado de Minas Gerais (SENGE). Belo Horizonte – MG, 2012.

MURDOCH, C.; FIGUEIREDO, A. BEDZED. Caderno de Boas Práticas em Arquitetura - **Eficiência Energética**, 2009. p. 12 - 15.

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: 15.set, 2019.

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.

PINHEIRO, M. D. Construção sustentável - mito ou realidade? **Anais...** do VII Congresso Nacional de Engenharia do Meio Ambiente, Lisboa, 2003.

PORTELLA, R. B; et al. Passivo ambiental: o ciclo de vida da planta industrial e a desengenharia. In.: **Anais...** I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Salvador, Bahia, 2010.

SACHS, I. 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.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia**: o passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais. Edusp/Fapesp, São Paulo, 2001.

SANTOS, Milton. **A natureza do Espaço**. 4ª edição – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 2017.



RELISE

242

SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001 – **Sistemas de Gestão Ambiental**: implantação objetiva e econômica. 3ª ed. São Paulo. Atlas SA, 2007.

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.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. A sustentabilidade dos materiais de construção. 2. ed. Minho: TecMinho, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/28852>>. Acesso em: 14.set, 2019.