

UNIVERSIDADE DE TAUBATE - UNITAU
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROJETO DE GRADUAÇÃO

Bruna Caroline Ferreira da Silva

Construções sustentáveis: a Certificação LEED no Brasil

Taubaté – SP

2020

Bruna Caroline Ferreira da Silva

Construções sustentáveis: a Certificação LEED no Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil apresentado à Universidade de Taubaté – UNITAU.

Orientador: Professor Dr. Ademir Fernando Morelli

Taubaté – SP

2020

Bruna Caroline Ferreira da Silva

Construções sustentáveis: a Certificação LEED no Brasil

Parte manuscrita do Projeto de Graduação da aluna **Bruna Carolina Ferreira da Silva**, apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Taubaté, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em _____ de _____ de 2020.

BANCADA EXAMINADORA

Professor Dr. Ademir Fernando Morelli
Universidade de Taubaté - UNITAU
Orientador

Professor Me. Alex Thaumaturgo Dias
Universidade de Taubaté - UNITAU
Examinador

Engenheiro Civil Emerson Máximo de Oliveira
Universidade de Taubaté - UNITAU
Examinador

Taubaté – SP
2020

Dedico este trabalho a toda minha família, amigos e professores por tanto me incentivarem a completar esta importante etapa da minha vida, sempre com paciência e carinho principalmente nos momentos que encontrei mais dificuldades.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer e dedicar essa dissertação:

Primeiramente a Deus por ser meu suporte, minha base e me dar sabedoria, proteção e amor.

A minha família, por toda ajuda emocional, psicológica e por nunca me deixar desistir.

A todos amigos que fiz neste curso, em especial a minha amiga e parceira Clisley Stefane Santos que sempre me ajudou, me ensinou, compartilhou seus conhecimentos e teve muita paciência comigo durante o todo curso. Também a meu amigo e parceiro Caio Moreira Silva que sempre me deu apoio, força para seguir em frente e compartilhou seus conhecimentos, vocês são muito especiais para mim, amizade de vocês vou levar para o resto da minha vida, saiba que tenho vocês como meus irmãos e vão sempre estar no meu coração.

Aos professores, pelo conhecimento e dedicação. Em especial ao professor Dr. Ademir Fernando Morelli, por todos os conhecimentos compartilhados e por aceitar a orientação deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente contribuíram, para a realização deste sonho, em especial aos que compartilharam o conhecimento profissional, cada um com suas histórias e experiências nos transformaram e pessoas melhores.

Eu, agradeço em especial a minha mãe Cristina Ferreira da Silva pelas inúmeras vezes que esteve ao meu lado sem medir esforços para me ver formada, por cuidar tão bem da minha filha nos períodos em que estava ausente. A meu pai e Mestre Thiago Ferreira da Silva, sem dúvidas minha inspiração para escolher essa carreira maravilhosa, você é uma pessoa incrível, um profissional espetacular que hoje divide todo seu conhecimento comigo, se eu chegar metade do profissional que o senhor é já serei uma pessoa realizada, obrigada por tudo. Aos meus irmãos Jhonatan Fellipe Ferreira da Silva e Alicia Natali Ferreira da Silva por me apoiarem, me darem força, por toda compreensão e por me inspirarem a ser uma pessoa melhor a cada dia. A minha filha Paola Manuella Ferreira Zanin que agüentou firme todos esses anos suportando o tempo que tinha que ficar longe, minha ausência por conta dos estudos sei que não foi fácil pra você, amo muito você. Agradeço também

a meu tio Anderson Ferreira Flores e Carolina Caciano Sena Flores que quando a única chance de fazer minha faculdade era por financiamento estudantil eles foram os primeiros a se propor a serem meus fiadores, agradeço muito e nunca vou esquecer o carinho que tem por mim e por minha família e por ultimo mas não menos importante meus tios Patrícia Moreira da Silva e Paulo Ferreira da Silva que desde muito antes de iniciar a faculdade já me ajudavam incentivavam e me apoiavam em todas decisões que eu tomei, obrigada por tudo.

*“Falar sem aspas, amar sem interrogações,
sonhar sem reticências e viver sem pensar no
ponto final”.*

Charles Chaplin

Resumo

SILVA, B. C. F. da. **Construções sustentáveis: a Certificação LEED no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade de Taubaté - UNITAU.

Alguns desafios devem ser enfrentados pelos profissionais e conceitos devem ser adotados antes de iniciar a obra. A princípio devem ser feitos projetos inteligentes que aproveitem melhor as características do terreno e da natureza, tais como iluminação solar natural, para poupar o uso de lâmpadas quando a construção ficar pronta; e instalação de cisternas para captação e utilização da água de chuva. Objetivando discutir os conceitos de sustentabilidade na construção civil e apresentar as novas formas de construções sustentáveis, este trabalho busca explanar sobre certificações, dentre elas a mais empregada no Brasil, o LEED. Esta certificação visa redução da poluição pelo melhor aproveitamento dos materiais (redução de desperdício) e uso de ferramentas e estruturas inteligentes. Os resíduos gerados nas atividades de construção são responsáveis por grande parte do total de lixo produzido nas cidades. Se não forem tratados corretamente, esses materiais podem poluir rios e mananciais responsáveis pelo abastecimento de água, favorecer a reprodução de insetos, roedores e microrganismos transmissores de doenças, e entupir os sistemas de drenagem de água, causando inundações. As certificações visam minimizar os impactos negativos inerentes às atividades, o método aplicado no LEED consiste em pontuação e níveis. Há um crescente acultamento em pesquisa e desenvolvimento sustentável no país.

Palavra chave: Construções sustentáveis. Certificação. LEED. Projetos inteligentes. Sustentabilidade.

Abstract

SILVA, B. C. F. da. **Construções sustentáveis: a Certificação LEED no Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade de Taubaté - UNITAU.

Some challenges must be faced by professionals and concepts must be adopted before starting the work. At first, smart projects should be made that make better use of the characteristics of the terrain and nature, such as natural sunlight, to save the use of lamps when the construction is ready; and installation of cisterns to capture and use rainwater. Aiming to discuss the concepts of sustainability in civil construction and to present the new forms of sustainable construction, this work seeks to explain about certifications, among them the most used in Brazil, LEED. This certification aims at reducing pollution by making better use of materials (reducing waste) and using intelligent tools and structures. The waste generated in construction activities is responsible for a large part of the total waste produced in cities. If not treated properly, these materials can pollute rivers and water sources responsible for water supply, favor the reproduction of insects, rodents and disease-transmitting microorganisms, and clog water drainage systems, causing flooding. The certifications aim to minimize the negative impacts inherent to the activities, the method applied in LEED consists of scores and levels. There is a growing acculturation in research and sustainable development in the country.

Keyword: Sustainable buildings. Certification. LEED. Smart projects. Sustainability.

Sumário

Agradecimentos	iv
Resumo	vii
Abstract.....	viii
Introdução	10
Capítulo 1 – Sustentabilidade na Construção Civil	12
1.1 – Conceito de sustentabilidade na Construção Civil	12
1.2 – Principais agentes agressores: poluição e resíduos	14
1.3 – O consumo sem critério de água e energia no processo construtivo	15
1.4 – Extrativismo de matéria prima e degradação	16
1.5 – Os conceitos de sustentabilidade no processo de fabricação dos materiais	17
1.6 – Novas tecnologias	18
1.7 – Impactos sociais e ambientais	21
1.8 – Opções sustentáveis	22
1.9 – Construção verde.....	25
1.10 – Aproveitamento das características do terreno / clima / natureza	26
1.11 – Viabilidade econômica x custos	29
1.12 – Organização do canteiro, sinônimo de economia e segurança	30
1.13 – Qualidade de vida no pré, no decorrer e no pós obra	31
1.14 – Principais desafios	32
Capítulo 2 – Construção sustentável e certificação	33
2.1 – Conceito de certificações	33
2.2 – Qual a finalidade da certificação.....	34
2.3 – Tipos de certificações	34
2.4 – A Certificação LEED	35
2.5 – Tipologias e categorias avaliadas	36
2.6 – Modalidade: O+M - Construções Existentes	37
2.7 – Critérios para obtenção da certificação LEED	38
2.8 – Estimativa de custo para obtenção da certificação	40
Capítulo 3 – Certificação LEED no Brasil	41
3.1 – Principais conquistas.....	41
3.2 – Exemplo de construções certificadas no Brasil	42
3.3 – Certificação LEED no Vale do Paraíba	46
3.4 – Maracanã sustentável e certificado	47
3.5 – Casas inteligentes sustentáveis	49
Capítulo 4 – Considerações Finais.....	51
Referências Bibliográficas	54

Introdução

A sustentabilidade na construção civil é um tema cada vez mais indispensável em qualquer empresa do ramo. A grande quantidade de resíduos gerados nos canteiros de obras, além das nocivas atividades de extração de matéria-prima e elevado uso de energia representam um desafio na minimização dos impactos provocados pelas construções.

O conceito de sustentabilidade na construção civil visa garantir que antes, durante e após as construções, sejam feitas ações que reduzam os impactos ambientais, potencializem a viabilidade econômica e proporcionem uma boa qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

A indústria da construção civil produz impactos negativos ao meio ambiente desde a fase da extração de matéria-prima, passando pela fabricação de materiais, execução das obras e até a disposição final de resíduos gerados, que como consequência levam à formação de áreas degradadas.

Para diminuir esse impacto ambiental, nas últimas décadas do século XX os profissionais começaram a desenvolver o conceito de construção sustentável. Nela, os engenheiros e arquitetos procuram usar tecnologias ecológicas na obra para preservar o meio ambiente e poupar os recursos naturais.

Alguns desafios devem ser enfrentados pelos profissionais e alguns conceitos devem ser adotados antes de iniciar a obra. A princípio devem ser feitos projetos inteligentes que aproveitem melhor as características do terreno e da natureza, tais como iluminação solar natural para poupar o uso de lâmpadas quando a construção ficar pronta. Redução da poluição pelo melhor aproveitamento dos materiais (redução de desperdício) e uso de ferramentas e estruturas inteligentes. O uso de materiais ecológicos é outro princípio fundamental da construção sustentável, optando-se por plástico reciclado, madeira de reflorestamento, concreto reciclado.

A água, um dos bens mais preciosos da humanidade, também pode ser aproveitada segundo os conceitos da construção sustentável. A água das chuvas,

por exemplo, pode ser facilmente estocada em cisternas e caixas d'água para ser usada em tarefas como regar plantas, lavar o chão ou então nos vasos sanitários. A eficiência energética também deve ser pensada, através do uso de lâmpadas e eletrodomésticos econômicos, energia solar para aquecer a água e melhor aproveitamento do calor e do frio, isso evita o uso de ar-condicionado.

Com o intuito de promover e estimular práticas de construções sustentáveis, satisfazendo critérios para uma construção verde foi concebida pela Organização Não Governamental *United States Green Building Council* (USGBC) a certificação LEED, sigla que em inglês significa *Leadership in Energy and Environmental Design* (Liderança em Energia e Design Ambiental).

É a certificação sustentável mais conhecida e recorrida no Brasil. O País está na quarta posição dos países com maior número de empreendimentos certificados, perdendo apenas para os Estados Unidos, Emirados Árabes Unidos e China. Foi posta em prática em 1998 e atualmente já possuem ou estão em fase de aprovação, por meio de um selo, milhares de projetos ao redor do mundo.

A Certificação LEED reconhece que cada empreendimento tem suas necessidades e por isso criou diferentes tipologias: Novas Construções, Envoltório e espaços comuns, Operação e Manutenção de Edifícios Existentes, Interior Comercial – Escritórios, para lojas de varejo, para escolas, para hospitais e para Bairros. Este trabalho foca na tipologia “Operação e Manutenção de Edifícios Existentes” e intenciona levantar as adaptações e melhorias que podem ser realizadas para um menor impacto ambiental e menores custos de manutenção, energia e materiais.

O Objetivo Geral é apresentar os conceitos de construção sustentável e avaliar a situação atual da certificação LEED na tipologia construções existentes.

Os objetivos específicos são:

- a) Discutir os conceitos de sustentabilidade na construção civil;
- b) Apresentar os conceitos de construção sustentável;
- c) Descrever a Certificação LEED focando a certificação para construções existentes;
- d) Avaliar a situação atual da certificação LEED na tipologia Construções Existentes no Brasil.

Capítulo 1 – Sustentabilidade na Construção Civil

Os resíduos gerados nas atividades de construção são responsáveis por grande parte do total de lixo produzido nas cidades. Se não forem tratados corretamente, esses materiais podem poluir rios e mananciais responsáveis pelo abastecimento de água, favorecer a reprodução de insetos, roedores e microrganismos transmissores de doenças, e entupir os sistemas de drenagem de água, causando inundações.

1.1 – Conceito de sustentabilidade na Construção Civil

O conceito de sustentabilidade é uma questão complexa e que envolve abordagens diferentes, havendo consenso entre pesquisadores de que a análise deste conceito deve ser feita de forma abrangente (KATO, 2007).

Para minimizar o impacto gerado por esses resíduos, foram criadas algumas regras que devem ser observadas pelas construtoras durante as diversas etapas de execução de obra. A resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) classifica os diferentes tipos de resíduos gerados em obras de construção e determina possíveis destinos para cada um deles MMA (2020),

Classe A – são aqueles que podem ser reutilizados ou reciclados na própria obra como agregados. Exemplo: tijolos, telhas, solos resultantes de obras de terraplanagem. Destino: devem ser encaminhados para usinas de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil e armazenados de modo a permitir sua reutilização ou reciclagem futura.

Classe B – são aqueles que podem ser reciclados para outras utilizações. Exemplo: papelão, plásticos, metais, vidros e madeiras. Destino: recomenda-se a separação destes materiais no canteiro de obras em recipientes devidamente sinalizados. A madeira pode ser armazenada em baias ou caçambas identificadas.

Eles devem ser reutilizados na própria obra quando possível, ou encaminhados a empresas ou cooperativas licenciadas que façam sua reciclagem. Também podem ser enviados aos pontos de entrega voluntária (PEV), que lhes darão destinação adequada.

Classe C – são aqueles que não podem ser reciclados ou recuperados. Ao lidar com esses materiais é importante evitar ao máximo o desperdício. Exemplo: gesso e isopor. Destino: aterros sanitários preparados para seu recebimento.

Classe D – são aqueles considerados perigosos e capazes de causar riscos à saúde humana ou ao meio ambiente, se gerenciados de forma inadequada. Podem ser tóxicos, inflamáveis, reativos (capazes de causar explosões) ou patogênicos (capazes de transmitir doenças). Exemplo: tintas, solventes. Destino: aterros industriais licenciados para receber produtos deste tipo.

Existe também a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, agência do governo do estado de São Paulo, responsável pelo controle, fiscalização, monitoramento e licenciamento de atividades geradoras de poluição, com a preocupação fundamental de preservar e recuperar a qualidade das águas, do ar e do solo.

Atualmente, a CETESB dispõe de um acervo de 103 normas vigentes distribuídas relativamente da seguinte forma: 50 de análises de água, 23 de análises de efluentes gasosos, 7 de procedimentos diversos, 4 de mineração, 4 de equipamentos diversos, 2 de estudos de solos, 2 de materiais de laboratório e 11 de temas diversos.

O licenciamento ambiental prévio de empreendimentos potencial ou efetivamente causadores de degradação ambiental deve ser realizado com base em estudos ambientais (EIA, RAP ou EAS), definidos pelas Resoluções CONAMA 01/86, 237/1997, Resolução SMA 49/2014 e Decisão de Diretoria nº 153/2014/I.

O pedido de Licença Prévia das atividades / empreendimentos que constituem fonte de poluição, (Decreto Estadual 62.973/2017), considerados potencial ou efetivamente causadores de degradação do meio ambiente, será dirigido também ao Departamento de Avaliação Ambiental de Empreendimentos.

1.2 – Principais agentes agressores: poluição e resíduos

Entre diversas atividades produtivas, o setor de construção civil é um dos que mais geram resíduos. Muitas vezes este fato está relacionado à falta de processos adequados, aos métodos utilizados e aos materiais disponibilizados para cada serviço. Com o melhor gerenciamento nesses quesitos, além de representar um ganho para o meio ambiente, também gera economia para a obra.

Uma das maneiras de conseguir isso consiste em dar aos operários apenas a quantia necessária de recursos para o seu trabalho, contando com uma porcentagem de desperdício, que sempre existirá devido a quebras e imperfeições. Além disso, é possível diminuir a geração de resíduos com o uso de materiais reutilizáveis, como escoras metálicas em vez de um escoramento de madeira, por exemplo.

O setor pode ser responsável pelo crescimento da poluição quando as leis e normas não são respeitadas e as edificações são feitas sem o cuidado necessário com o meio ambiente. Um exemplo são sistemas de tratamento de esgoto construídos de forma errada. O armazenamento incorreto de materiais pode acabar poluindo o solo, a água e o ar.

O cimento, material considerado grande vilão do meio ambiente, é amplamente usado no setor. Seu processo produtivo gera muito gás carbônico, um dos principais causadores do efeito estufa. Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2020), para produzir uma tonelada de clínquer (matéria prima do cimento), gera-se mais de 600 kg de CO₂. O Conselho também veicula os principais impactos ambientais do setor:

- As construções consomem de 50% a 75% dos recursos naturais do mundo, considerando todo o seu ciclo de vida.
- Estima-se que 40% da energia mundial é consumida pelos edifícios.
- Aproximadamente 15% dos recursos hídricos são consumidos por construções.
- O setor é responsável por 30 a 40% das emissões de CO₂.
- É a indústria que mais gera resíduos do planeta.
- Além disso tudo, a poluição atmosférica e sonora dos canteiros de obras afetam a qualidade de vida dos seres vivos e do meio ambiente.

Agravando os fatos apresentados, somam-se a eles os impactos da produção de ferro e aço, o uso de madeira ilegal, os materiais tóxicos, como algumas tintas e solventes, entre outros. Além disso, tem-se que considerar o impacto dos transportes de todos esses materiais, desde o seu local de origem até a obra.

1.3 – O consumo sem critério de água e energia no processo construtivo

Devido à dificuldade de controle, o desperdício de água é um dos itens que mais sobre impactos ambientais. Devido a isso, as edificações devem ser preparadas para a reutilização de água da chuva, amenizando o desperdício hídrico que frequentemente acontece.

Antes mesmo das obras ficarem prontas, é comum que haja um grande uso de água para diversos serviços, como a limpeza do canteiro, que comumente tem muita poeira e sujeira, e até para o cuidado com a saúde dos trabalhadores.

Infelizmente é comum mangueiras de água abertas sem nenhum critério ou até mesmo possuírem furos, tais situações vazam esse precioso recurso. O desperdício de água tratada custa não só no bolso de quem paga a conta, mas principalmente no desrespeito com o recurso natural.

No caso do consumo de energia, de forma isolada, uma única edificação não parece fazer diferença no consumo de energia de um município. Mas se considerando como o todo, ou um novo bairro, ou na evolução de uma cidade durante os anos, podemos perceber que esse gasto aumenta consideravelmente com a chegada de novas edificações.

Além disso, há muito desperdício de energia nos canteiros de obras, com maquinário ligado enquanto não está sendo usado, por exemplo. Um gestor preocupado com esses impactos ambientais pode obter uma economia fundamental no final da construção, quando os orçamentos costumam ficar apertados.

1.4 – Extrativismo de matéria prima e degradação

Os materiais de construção não são encontrados prontos na natureza, a maioria esmagadora precisa de matéria prima, processo de industrialização e transporte para enfim ser comercializado.

No âmbito em questão será considerado o extrativismo de um dos o principais materiais presentes em praticamente todas as obras: a areia.

A mineração é uma das atividades humanas que mais contribui para a alteração da superfície terrestre, afetando a área lavrada e os seus arredores, causando impactos negativos sobre a água, o ar, o solo, o subsolo, a flora, a fauna, e a paisagem como um todo. Por outro lado, tem grande alcance social, na medida em que, como todo empreendimento econômico, está ligado à geração de emprego e renda (LELLES, 2004).

Segundo a NBR 9935 (ABNT, 2011), agregado é definido como material granular pétreo, sem forma ou volume definido, na maioria das vezes quimicamente inerte, de dimensões e propriedades úteis para uso em obras de engenharia. Quanto à origem, podem ser classificados como naturais - aqueles lavrados diretamente na forma de fragmentos, como areia e pedregulho, e artificiais - os que são submetidos a processos de fragmentação, como pedra e areia britadas.

Uma forma de mensurar a importância socioeconômica dos agregados é o fato destes representarem entre 70% e 80% do volume do concreto, sendo este um material de extrema importância para humanidade (BAUER, 1979)

Uma opção para a diminuição do extrativismo seria usar resíduos de construções demolidas, que podem passar por um processo de separação e moagem e serem usados para produzir concreto não estrutural. Outra utilização deste material é a base para asfalto ou correção de níveis. Cinzas de incineradores e poeira de pedreiras também podem substituir o minério.

Segundo Addis (2010), a indústria de resíduos da construção civil tem tentado incentivar a redução da massa de resíduo descartado. O reaproveitamento e a reciclagem dos materiais de construção civil e demolição trazem inúmeros benefícios e deve apresentar progresso nos próximos anos, devido à redução do impacto ambiental.

1.5 – Os conceitos de sustentabilidade no processo de fabricação dos materiais

Cada vez mais as empresas estão adotando uma abordagem sustentável de longo prazo. A manufatura sustentável busca criar por meio de processos que reduzem os impactos ambientais e, ao mesmo tempo, conservam a energia e os recursos.

Empresários estão tratando a sustentabilidade como um assunto prioritário. É preciso alinhá-lo com suas estratégias corporativas para aumentar o crescimento e a competitividade do negócio. Entretanto, uma indústria sustentável vai além do meio ambiente. É preciso também aumentar a segurança dos funcionários, da comunidade e dos produtos, com benefícios inclusive para a marca.

Segundo Montibeller (1993), a tese básica de “produzir mais com menos” presente na Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento implica aceitar que o padrão de consumo vigente no mundo industrializado pode ser mantido, expandido e difundido globalmente; que o status do consumidor permanece sagrado; e que a tecnologia é capaz de produzir cada vez mais, utilizando cada vez menos recursos, em uma espécie de continuidade ao “otimismo tecnológico”.

Existe uma necessidade de alcançar a sustentabilidade decorrente da diminuição de recursos não renováveis, regulamentações mais rigorosas relacionadas ao meio ambiente e segurança no local de trabalho, assim como a demanda por produtos ecologicamente corretos.

Para Elkington (2012), o mundo vivencia o início de uma quarta onda ambiental, cuja palavra foco finalmente é a sustentabilidade. Uma série de acontecimentos se realizaram desde 2010, entre eles cinco Conferências do Clima, organizadas anualmente pela ONU nos últimos cinco anos, e a Rio +20 no Rio de Janeiro.

As Conferências do Clima iniciaram-se com a Conferência do México (COP 16), em Cancun. Tinha como objetivo avançar nas negociações sobre a redução de emissão dos gases causadores do efeito estufa. Debateu-se sobre o Tratado de Kyoto e criou-se o Fundo Verde, que estabeleceu um apoio financeiro aos países pobres para combaterem o desmatamento criando-se meios de compartilhamento de tecnologia de geração de energia limpa (BACELLAR, 2014).

As práticas sustentáveis ultrapassaram o nicho das organizações que tradicionalmente se posicionavam como “verdes”. Agora, sua aplicação inclui empresas em diversos setores da indústria. A sustentabilidade tem se apresentado como uma tendência para aqueles negócios que buscam competitividade, responsabilidade e inovação.

1.6 – Novas tecnologias

1.6.1 – O que é tecnologia sustentável

Tecnologia ambiental ou tecnologia verde ou tecnologia sustentável é a aplicação das ciências ambientais para a proteção e conservação da natureza, espaço natural ou biodiversidade, no sentido de prevenir ou mitigar os impactos negativos que o homem gera no ambiente. Nos tempos atuais, a tecnologia ambiental ganhou uma nova força, no sentido de corresponder as necessidades impostas pelo desenvolvimento sustentável.

As suas aplicações percorrem os vários ramos das ciências ambientais, desde os mecanismos de controle de poluição, passando pelas novas tecnologias de desenvolvimento limpo. A preocupação no incremento de inovações tecnológicas geradoras de maior rentabilidade, tem sido reforçada pela introdução de alterações assumidamente mais ecológicas e com menor impacto ambiental, direcionadas para um consumo mais consciente.

Os principais impactos dessa nova tecnologia são: Redução dos impactos ambientais; Minimização de perdas; Diversificação da matriz energética; Redução de custos. Adaptar as tecnologias existentes, assim como as futuras tecnologias, dando-lhes cada vez mais eficiência, de modo que os impactos ambientais sejam cada vez menores, são objetivos primários da tecnologia sustentável.

Sustentabilidade é a situação desejável que permite a continuidade da existência do ser humano e de nossa sociedade, é o objetivo máximo do processo de desenvolvimento sustentável. Ela busca integrar aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana com a preocupação principal de preservá-los, para que os limites do planeta e a habilidade e a capacidade das gerações futuras não sejam comprometidas. (Guia de Sustentabilidade na Construção, 2008, p.13).

1.6.2 – Tipos

> Tecnologias de mensuração ambiental — envolve ferramentas, instrumentos, equipamentos e sistemas de gestão da informação para mensuração e controle ambientais. Uma categoria desse tipo possui como objetivo fornecer uma gama confiável de opções para a tomada de decisões sobre a qualidade do meio ambiente; outra categoria objetiva fornecer à humanidade informações úteis na busca por alternativas ambientais, como, por exemplo, a falta de água e aquecimento global. Ela contrasta com suas congêneres por não focar necessariamente na redução dos impactos produzidos pela humanidade sobre o ambiente natural, mas sim por subsidiar o entendimento de como o meio ambiente vem se alterando e quais são as melhores alternativas para minimizar os impactos dessas alterações sobre a perspectiva de qualidade de vida da população.

> Tecnologias de controle da poluição — engloba o conjunto de processos e materiais que foram desenvolvidos para neutralizar os impactos gerados durante o ciclo produtivo, sem, necessariamente, implicar modificações nos processos originais. Em outras palavras, tais tecnologias apoiam o controle da poluição gerada em um determinado processo, sem alterá-lo completamente. Se por um lado tais tecnologias podem controlar a poluição; por outro podem gerar outros tipos de impactos ambientais, como, por exemplo, aumento no consumo de energias;

> Tecnologias mais limpas ou de prevenção da poluição — diz respeito às modificações empreendidas para minimizar ou até mesmo eliminar qualquer efeito prejudicial que um processo pode gerar no meio ambiente. Diferem-se das tecnologias de controle da poluição por requererem uma perspectiva holística de como podem ser reduzidos os impactos ambientais de um processo ou produto;

> Tecnologias ambientais de impacto nulo — tecnologias que, de fato, não geram impacto algum durante seu processo de desenvolvimento e utilização. Dentro de uma perspectiva pontual, essas tecnologias podem ser observadas no campo da biotecnologia, mas no contexto de um ciclo produtivo completo, sua existência é considerada utópica.

1.6.3 – Exemplos

- Soluções com design de eficiência mais ecológica;
- Utilização de motores de eficiência energética melhorada (IE2);

- Utilização de variação de velocidade controlada eletronicamente;
- Otimização do equipamento no processo de transformação/fabrico, por forma a obter ganhos significativos comparativamente aos sistemas convencionais.

1.6.4 – O que é Indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial?

É uma expressão que engloba algumas tecnologias para automação e troca de dados e utiliza conceitos tecnológicos de gerenciamento e otimização de recursos, ela introduz a terminologia de "Fábricas Inteligentes".

A indústria 4.0 se baseia em três componentes chaves: Internet of Things (IoT), Cyber-Physical Systems (CPS) e Smart Factories (HERMANN, 2016).

Com as suas estruturas modulares, os sistemas ciber-físicos monitoram os processos físicos, criam uma cópia virtual do mundo físico e tomam decisões descentralizadas. Com a internet das coisas, eles comunicam e cooperam entre si e com os humanos em tempo real, e através da computação em nuvem, ambos os serviços internos e intra organizacionais são oferecidos e utilizados pelos participantes da cadeia de valor.

De acordo com Hermann (2016) existem quatro princípios que mostram, com base nos conhecimentos acadêmicos e práticos, o caminho que deve ser trilhado para a implantação da indústria 4.0, sendo esses princípios a assistência técnica (virtual e física), a interconexão, a transparência da informação e as decisões descentralizadas.

As novas tecnologias trazem inúmeras oportunidades para a agregação de valor aos clientes e aumento de produtividade de processos, mas sem o enfoque adequado podem desperdiçar grandes investimentos, com poucos resultados.

Se no quesito de desempenho as tecnologias 4.0 resultam em impactos benéficos, nas questões sustentáveis a situação é mais delicada. A relação entre Indústria 4.0 e sustentabilidade desencadeia uma série de pontos, que devem ser explorados, acerca do papel dessas novas ferramentas, para contribuir com práticas sustentáveis que utilizem menos recursos naturais e energias não renováveis.

A indústria tem grande participação nesse processo. Especialistas apontam a extração de recursos naturais não renováveis, que ocorre nas grandes fábricas, como uma das ações que mais danificam a atmosfera, impactando negativamente o

meio ambiente. Além disso, os impactos ambientais dos produtos industriais não se restringem ao portão da fábrica.

Todo o ciclo de vida dos itens deve ser levado em consideração nesse processo, que envolve a extração da matéria prima não-renovável, o consumo de energia, o descarte e a logística reversa. Cada etapa tem um papel importante e pode ser prejudicial ao planeta se não for tratado de maneira adequada.

1.7 – Impactos sociais e ambientais

A construção civil é um dos setores que podem causar diversos impactos sociais e ambientais. Desde o consumo de recursos naturais para a produção de insumos para o canteiro de obras, passando por mudanças de solo, áreas de sol e vegetação, até os reflexos no aumento no gasto de energia elétrica, transtornos no trânsito, ruído, demanda de mão de obra entre outros.

A construção de cidades leva ao desmatamento, a impermeabilização do solo e a canalização de rios e córregos, alterando todo o regime hídrico da bacia (afetando a evaporação da água, a evapotranspiração e a reposição de água do lençol freático) (PHILIPPI JR., 2014)

“Quando o homem provoca uma alteração no seu ambiente, visa normalmente um fim imediato e obvio. Por exemplo, a construção de uma casa, evidentemente, altera o meio pelo fato de subsistir um trecho de grama ou de floresta por um bloco de concreto, madeira e vidro. Mas a mudança não se resume a isso. A construção irá alterar parcialmente o clima circundante, o clima modificado alterará o caráter do solo e da vegetação vizinha e, por sua vez, a mutação do solo e da vegetação redundará em alterações posteriores do clima local. O telhado conduzirá as águas da chuva diferentemente do que faria a vegetação preexistente, e assim por diante (DREW, 2014)”.

Muitos destes impactos acabam sendo necessários para que essa indústria continue ajudando no desenvolvimento do país e de suas tecnologias. Mas outros tantos podem ser evitados, levando, inclusive, a uma diminuição dos custos da construção. Assim, é importante que todo gestor conheça esses efeitos e busque alinhar suas obras para que os danos sejam minimizados.

1.8 – Opções sustentáveis

Edificações mais sustentáveis são fundamentais para a sociedade, para o crescimento da indústria da construção e para a conservação do meio ambiente. Se o setor se dedicar a essas melhorias e combater desperdícios, pode evoluir muito, gerando economia, bem-estar e saúde.

Com o crescente agravamento dos problemas ambientais, a população mundial vem se mobilizando para atingir o desenvolvimento sustentável. Lembrando que: “desenvolvimento sustentável deve ser ao mesmo tempo ecologicamente equilibrado, economicamente viável e socialmente justo” (COELHO, 2008).

Os impactos ambientais gerados pela construção civil são inevitáveis para a continuidade do desenvolvimento das cidades. No entanto, o setor pode atuar como um agente transformador quando segue políticas para redução de mudanças prejudiciais ao meio ambiente. Afinal, ainda há muita margem para diminuir os desperdícios e melhorar o reaproveitamento de materiais.

Seguindo a linha ecológica, algumas mudanças podem contribuir e muito para o equilíbrio entre a expansão urbana e o respeito ao meio ambiente. Segue exemplos de práticas a serem adotadas:

1.8.1 – Plástico reciclado

A reciclagem de plástico vem se tornando cada vez mais comuns devido a abundância de itens que utilizam o produto. Ele está presente na construção civil em inúmeros itens: capa dos cabos elétricos, conduítes interruptores, tomadas, esquadrias, acessórios, formas, entre inúmeros outros, no entanto as opções recicladas ampliam esse seguimento.

Chegou ao Brasil tecnologia que transforma plástico reciclado em tijolos. Especializada em projetos de construção civil, a companhia italiana Presanella Building System recicla o plástico destinado aos lixões, transformando-o em tijolos e demais materiais que compõem o projeto arquitetônico para construção de casas. A fundação e as paredes são compostas também por cimento, isopor e água.

Outra proposta inovadora é a utilização de plástico para substituição da madeira. O descarte de plásticos no meio ambiente tem estimulado pesquisadores e empresários a apresentarem soluções sustentáveis para a construção civil. Estudos mostram a viabilidade do plástico reciclado para a produção de tábuas utilizadas em

nivelamento de terreno, fôrmas de concretagem e escoramentos, frechal de cumeeira, ripas, anteparos, asnas, pilares, colunas, linhas e vigas, todos destinados à construção de habitações populares.

A utilização de madeira de plástico é notada até em dormentes para estradas de ferro quando substituem os tradicionalmente feitos de madeira normalmente com vida útil reduzida devido à ação de microrganismos e umidade.

Existe uma diferença entre reciclar e reutilizar. A reutilização consiste em reaproveitar sem qualquer alteração física o produto, usa-se o recipiente acondicionando novos objetos, após lavagem e esterilização da embalagem. Já na reciclagem, o produto é submetido a um processo de transformação, que pode ser artesanal ou industrial (OLIVEIRA; CARVALHO, 2004).

1.8.2 – Madeira de reflorestamento

A madeira de reflorestamento surge como uma forma de suprir as necessidades do mercado, evitando assim a extração de árvores protegidas por lei. As espécies utilizadas em áreas de reflorestamento possuem crescimento rápido. O produto geralmente é usado na construção civil e fabricação de móveis.

O crescimento desta matéria prima no mercado, no decorrer dos anos a madeira de reflorestamento ganha maior visibilidade, sendo muito utilizada na construção civil e design. Além disso, utiliza-se categorias de classificação entre madeiras de baixo custo, como aglomeradas e madeiras de custo elevado, como maciças. A busca por materiais de baixo impacto e com foco na sustentabilidade fez com que a madeira de reflorestamento ganhasse cada vez mais mercado (CERUTTI MOBILI, 2018).

O Selo Madeira Legal é concedido pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) para as pessoas jurídicas com sede ou filial no Estado de São Paulo, que comercializam produtos e subprodutos florestais de origem nativa da flora brasileira de forma responsável.

1.8.3 – Aproveitamento de água de chuva por meio de cisternas

Novos conceitos para o gerenciamento de água de chuva, seja em áreas urbanas ou rurais, estão surgindo praticamente em todas as partes do mundo. A escassez, a perda da qualidade dos mananciais pela crescente poluição, associadas a serviços de abastecimento públicos ineficientes, são fatores que tem despertado

diversos setores da sociedade para a necessidade da conservação da água. Entre as práticas de conservação de água está o aproveitamento da água da chuva (GONÇALVES, 2006).

Quando o assunto é aproveitar a água da chuva, um dos meios mais eficientes e seguros é o uso de elementos conhecidos como cisternas. Elas podem ser alvenaria ou de material plástico. Para que realmente sejam eficientes, é recomendado que elas permaneçam enterradas e que também contenham filtros, pois assim é possível manter o controle de qualidade da água que ali é armazenada, evitando a incidência de fungos e algas.

O funcionamento de uma cisterna é bastante simples e dinâmico. No procedimento, a água da chuva é conduzida pelas calhas até a um filtro. Esse filtro efetuará a eliminação de impurezas, tais como as folhas e resquícios de galhos e poeira. Além disso, um freio d'água não permite que a chegada de água na cisterna possa suspender partículas sólidas localizadas em seu fundo.

A utilização das cisternas também corresponde a uma ação ecologicamente econômica, correta e sustentável, uma vez que evita o desperdício aproveitando a água da chuva. Além disso, evita a ocorrência de enchentes, pois armazena a água destinada para ir a rios e lagos, reduzindo assim o grande volume nos esgotos.

A água armazenada pode ser utilizada para inúmeras atividades, exceto consumo humano, pois geralmente não recebe tratamento para este fim. No entanto essa reserva serve para manter a higiene da obra, lavar ferramentas, fazer concreto, alimentar descargas do canteiro e muitas outras utilidades.

1.8.4 – Placas solares

A alta incidência de sol em todo o território brasileiro, é excelente para a exploração da energia solar e torna-se possível usar cada vez mais na construção civil. De acordo com estimativas, a energia solar poderá responder por até 11% da oferta mundial de energia elétrica em 2050. Ou seja, cerca de 5 mil TWh. Quem aposta nisso é a Agência Internacional de Energia (IEA).

Para gerar essa energia com a tecnologia atual seria necessário cobrir com painéis fotovoltaicos uma área de 8 mil km². Isso equivale a aproximadamente a área da Região Metropolitana de São Paulo.

O uso de energia solar na construção civil está cada vez mais no radar, especialmente de arquitetos responsáveis por construções certificadas. Uma boa

notícia é que as placas fotovoltaicas muitas vezes podem ser instaladas em construções já existentes. Isso porque os sistemas aplicados BAPV (Building applied PV system) podem ser aplicados sobre a estrutura de uma edificação já construída. Já os sistemas integrados BIPV (Building integrated PV system) podem substituir um material de vedação. Ou seja, é possível que sejam usados como elemento construtivo na edificação. Isso pode ser economicamente mais atrativo, pois o material fará parte do envelope construtivo. Assim, em casos como esses, a energia solar é fornecida por painéis fotovoltaicos, substituindo nesse caso telhas.

Segundo Salvaterra (2010), as metas energéticas de projetos habitacionais se apoiam nos seguintes elementos:

- O uso do projeto voltado ao clima, que incorpora técnicas passivas para reduzir o consumo de energia associado à calefação, à refrigeração e ao aquecimento de água;
- A utilização de sistemas de vedação externa capazes de criar uma separação térmica adequada entre o interior e o exterior por meio de estanqueidade ao ar, isolamento térmico, eliminação de pontes de térmicas, seleção de materiais de acabamento externos adequados, localização e uso de janelas e vidros de alto desempenho apropriados;
 - A possibilidade de controle da ventilação;
 - Escolha de equipamentos e eletrodomésticos eficientes em energia.

1.9 – Construção verde

Em 1990 foi lançado na Inglaterra o primeiro sistema de avaliação ambiental de construções do mundo, o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, que sistema certifica a construção com um selo “verde”. (MOTTA, 2009).

A partir do pensamento de mudança, surge o termo “construção verde”, “construção sustentável” ou “greenbuilding” que é a construção que não leva em conta apenas o modo que se constrói, mas também dá a devida importância para o tempo de vida da construção, incluindo: localização, projeto, construção, manutenção, remoção de resíduos, preservação da biodiversidade e a promoção de uma sociedade mais responsável. (WANICK, 2009).

Construção Verde é aquela que visa alterar o mínimo possível o meio ambiente, usando novas técnicas e materiais para que a obra seja parte da natureza que a cerca, e não tomando parte dela. Esse interesse sócio ambiental valoriza o imóvel tanto nas questões financeiras quanto nas questões de responsabilidade e consciência ambiental.

Com novas tecnologias sendo melhoradas a cada dia, é possível alcançar o sucesso de uma obra em sua integração com o meio ambiente. Como exemplo de materiais temos blocos e tijolos fabricados com sobras da própria obra, sistemas de aquecimento solar de água e tratamento de águas com sistemas de filtros e drenagem que minimizam e melhoram o consumo. A utilização correta do terreno, muitas vezes é negligenciada no projeto, informações simples como de qual lado o Sol nasce e se põem são fundamentais para o uso confortável do imóvel.

A ideia de construção verde pode parecer nova, porém é uma tendência – necessária- que a cada dia toma mais espaço. Obter o sucesso em uma obra verde, deixando-a sustentável é de fundamental importância para a sociedade e o planeta. Considera-se sucesso construtivo, quando não há apenas esgotamento dos recursos empregados para a sua construção e uso, mas também porque sustenta aqueles que a habitam e interagem com o seu meio.

A verdade é que essa visão deveria ser parte do pensamento de qualquer projeto ou ideia de construção ou habitação futura. Porém, o principal inimigo da construção sustentável está justamente na visão das pessoas. Quando se fala que vai encarecer a obra, toda a ideia de sustentabilidade vem por água abaixo, mesmo provando que com o tempo a economia dos recursos não usados no futuro serão maiores que os gastos com a obra.

1.10 – Aproveitamento das características do terreno / clima / natureza

É de responsabilidade do profissional da construção civil arquitetos e engenheiros garantir conforto aos seus usuários, nas edificações projetadas. O desconforto térmico e acústico deve ser amenizado.

Ao se projetar uma edificação deve-se observar a característica do clima local chamado de microclima, essa determinação pode ser feita por meio dos fatores

Climáticos, que estão divididos em globais locais e elementos climáticos, os fatores globais variam de acordo com o posicionamento do local da edificação no globo terrestre como a latitude a altitude em relação ao nível do mar a velocidade dos ventos e massa de água e terra, os fatores locais dependem da topografia do terreno e da superfície do solo, os elementos climáticos são as precipitações e variações de temperatura e humidade relativa do ar.

No caso do Brasil cada região possui uma característica de clima diferente, algumas características dentro de uma mesma região podem variar em função da altitude, vegetação e massa de terra e água.

A escolha dos materiais e elementos construtivos influenciam diretamente, pois cada material comporta-se termicamente diferente. A análise feita em cada material deve observar os seguintes aspectos:

- Condutividade térmica: capacidade do material de conduzir menor ou maior calor em unidade de tempo
- Resistência térmica: propriedade do material, a resistir a passagem de calor, materiais mais espessos tendem a resistir mais.
- Transmitância térmica: é a taxa de transferência de calor para cada metro quadrado da estrutura dividida pela diferença de temperatura da própria estrutura.
- Capacidade térmica: capacidade do material de reter o calor no seu interior
- Atraso térmico: Tempo que a variação térmica demora para atravessar o interior do material.
- Fator solar: Taxa de radiação solar transmitida pelo material opaco pela taxa de radiação solar sobre a sua superfície.

O isolamento térmico nada mais é do que proteger uma edificação contra as variações da temperatura, isso pode ser feito por meio da aplicação de materiais com baixa condutividade térmica, que se caracterizam por serem porosos e aprisionar o ar nas suas cavidades sólidas impedindo a movimentação, dessa maneira se tornam ótimos isolantes. O emprego desses materiais num projeto, o tipo de isolante sua espessura e método de aplicação deve ser observado, para evitar problemas com a deficiência na etapa de construção.

O conforto acústico muitas vezes é deixado de lado num projeto, essa inobservância histórica é trazida antigamente, pois não havia normativos para isso, entretanto o cenário mudou a partir de 2013 com publicação da norma técnica da ABNT NBR 15.575, dividida em seis partes, normatizando os ruídos das estruturas, sistemas de vedações verticais, pisos, cobertura e instalações hidrossanitárias.

Uma edificação ao ser projetada, deve empregar materiais adequados para garantir o desempenho sonoro de acordo com a função e cada ambiente.

Os materiais usados para garantir essa proteção são:

- Refletores: refletem o ruído, propagando-se pelo ambiente, caracterizado por material liso como revestimentos cerâmicos e porcelanatos.
- Absorventes: impendem a passagem do som de um ambiente para outro, caracterizado por materiais leves e de baixa densidade como, a manta de poliuretano, lã de vidro, e EPS (isopor).
- Isolantes: geralmente mais espessos e sólidos, bloqueiam a transferência de ruídos a outros ambientes, um exemplo disso é a própria alvenaria, dentre madeira gesso e vidros.
- Difusores: refletem o som de maneira difusa, materiais refletores como pedras ou lambaris.

Os materiais empregados devem apresentar boa qualidade e custo-benefício e durabilidade, projetar uma edificação com um conforto acústico é essencial para uma melhor qualidade de vida

O objetivo principal de uma habitação é promover condições mínimas de permanência de seus ocupantes, para trabalho, lazer e repouso, entretanto no Brasil é comum que alguns imóveis apresentem problemas com umidade e mofo, isso se deve pelo mal planejamento das construções, deixando de lado um recurso natural tão precioso: o vento.

A troca de ar realizada pelo movimento de ar é capaz de carregar consigo partículas de sujeiras, gases tóxicos, odores indesejados e microrganismos que podem causar problemas à saúde, tornando um ambiente fresco e arejado. Sem contar com a economia energética, já que um projeto bem elaborado, pode diminuir ou até mesmo dispensar qualquer tipo de equipamento de ar-condicionado.

A ventilação natural nada mais é do que a circulação do ar dentro das edificações sem que haja a necessidade de qualquer meio mecânico, isso se faz pela diferença das pressões de ar, pelo vento ou variação de temperatura. Pé

direitos mais altos e a utilização da ventilação cruzada podem ajudar. O ar quente tem a tendência de subir enquanto ar frio tende a ficar mais abaixo por ser uma camada mais densa.

A ventilação cruzada favorece o movimento de ar dentro do ambiente por meio de aberturas em fachadas opostas cuja exposição da radiação ou vento sejam contrárias. O efeito chaminé, permite que a troca de ar por meio da diferença de densidade, fazendo com que o ar no interior se desloque ascendentemente.

1.11 – Viabilidade econômica x custos

Ao promover o uso mais racional de materiais e priorizar formas alternativas de geração de energia, as empresas de construção civil conseguem não somente reduzir seu impacto no ambiente, como também seu custo operacional.

Segundo a Câmara dos Deputados (2020), existem vários incentivos fiscais para construções que adotam práticas sustentáveis. Um deles é previsto pelo Projeto de Lei 9938/2018, que dispõe sobre técnicas ambientalmente corretas, como telhados verdes, aproveitamento de energia solar e captação de água de chuva para reuso, entre outros.

Além disso, vale destacar que o investimento necessário para a adoção de novas tecnologias, como sistemas para geração de energia térmica ou fotovoltaica, se reduziu nos últimos anos, em função da disseminação do uso e da criação de novas linhas de crédito.

Construções sustentáveis proporcionam maior conforto aos seus usuários ou moradores, além de serem esteticamente atrativas. Os métodos construtivos modernos garantem maior equilíbrio térmico, por meio do isolamento nas paredes, o que reduz a necessidade de ar-condicionado ou sistemas de aquecimento do ambiente. Também são valorizadas pelos clientes, em função do uso racional de recursos naturais e consequente redução de tarifas.

1.12 – Organização do canteiro, sinônimo de economia e segurança

Durante muito tempo o planejamento de obras havia sido um fator negligenciado num canteiro de obras, as decisões eram tomadas no meio da obra, na medida em que os problemas apareciam, sem qualquer discussão de viabilidade, gerando atrasos, imprevistos, desperdício de materiais, mão de obra e aumento nos custos. Um canteiro de obras bem gerenciado e planejado, dividido em setores e com um supervisor responsável, agindo diretamente com o engenheiro e projetista, reduz os custos evita desperdícios e otimiza o tempo.

Dessa forma é necessário criar estratégias e planejamento, realizar um estudo da viabilidade da obra a ser implementada, deve se realizar um levantamento dos problemas que venham a surgir no decorrer da execução já apontando possíveis soluções e até mesmo evitando-os, assim o índice de desperdício na obra pode ser reduzido em até um terço partindo de um controle bem apurado.

O planejamento do canteiro deve garantir condições e infraestrutura necessárias para o andamento dos processos operacionais, os materiais e equipamentos devem ser posicionados o mais próximo possível onde serão efetivamente usados, pois assim evita-se a perda de tempo de deslocamento dentro do canteiro, proporcionando mais viabilidade e otimização do espaço. A logística entra nesse conceito como uma parte do gerenciamento da cadeia de abastecimento que planeja e implementa, através do controle de fluxo e armazenamento adequado e econômico de matérias, além das informações desde a origem até o destino final, a fim de atender os propósitos de exigências dos clientes.

Segundo Rosana Leal (2012), em um seminário sobre logística no canteiro de obras no auditório do Sinduscon - Rio, em 23/08/12, "a logística aplicada à construção civil não é uma moda passageira. É a forma de tentarmos voltar a estudar engenharia. Logística é planejamento, compromisso com resultados e segurança. Muitos acidentes poderiam ter sido evitados com práticas adequadas. Mas as construtoras, em geral, não se convenceram ainda da importância da logística no canteiro de obras, até porque não sabem o quanto podem ganhar e perder", disse ela.

1.13 – Qualidade de vida no pré, no decorrer e no pós obra

A concepção de desenvolver construções, comunidades e bairros mais sustentáveis não é um fato novo. Por motivo de construções irregulares e grande desorganização, muitas comunidades com grande povoação tiveram muitos problemas relacionados a questões sanitárias. As cidades com altos índices populacionais passaram por enormes transformações, visando padronizar e fiscalizar, cada município possui um plano diretor que dá as diretrizes permitidas para construções.

Os novos empreendimentos causam impacto no entorno mesmo antes do início da construção. Logo nas primeiras etapas podem ocorrer transtornos com desvio de trânsito, corte local do fornecimento de água ou energia, movimentação de pessoas estranhas ao habitual, ruídos e vibrações.

De acordo com Yudelson (2013):

Precisamos mudar a maneira de projetar e construir edificações para que tenhamos uma chance de reduzir as emissões gerais de dióxido de carbono em relação aos níveis de 1990 - a meta atual de Quioto. Do contrário, talvez precisemos viver com as consequências de um aumento de 37% no consumo de energia primária nos Estados Unidos entre os anos de 2000 e 2020, conforme preveem muitos especialistas.

Embora existam muitos argumentos a favor de introduzir a conservação de energia primeiramente em edificações preexistentes, o fato é que a maioria das novas construções, com o consumo de energia aplicado às vedações das edificações e difícil de ser alterado. Dessa forma é recomendável dar uma atenção especial ao projeto, à construção e as operações de novas edificações.

Durante o decorrer da obra, um dos principais pontos de atenção na construção civil é a segurança do trabalho. O setor é um dos que mais sofrem com acidentes, pois é o quinto em número totais de ocorrências e o segundo em fatalidades, sendo responsável por 16% das mortes de trabalhadores no Brasil, segundo dados do Anuário Estatístico da Previdência Social.

Para diminuir estes riscos e evitar que o problema continue neste estado preocupante, é essencial que medidas de segurança façam parte da rotina de quem trabalha e de quem gerencia os canteiros de obra. Com o objetivo de contribuir para

essa melhoria nas condições de segurança. Mesmo após a conclusão do empreendimento há impacto no entorno, com a desmobilização do canteiro, retirada do maquinário, fim dos vínculos criados e a vinda de novos moradores.

1.14 – Principais desafios

Mucelin e Bellini afirmam que o morador urbano, independentemente de classe social, anseia viver em um ambiente saudável que apresente as melhores condições para vida, ou seja, que favoreça a qualidade de vida: ar puro, desprovido de poluição, água pura em abundância entre outras características tidas como essenciais. (MUCELIN, BELLINI, 2008).

A sustentabilidade urbana no Brasil é uma questão que vem sendo amplamente discutida, pois principalmente nas maiores cidades do país, os problemas advindos do aumento da população nas áreas urbanas, principalmente nas áreas onde o poder público tem muitas dificuldades de se fazer presente, como as favelas e as periferias, podem ser observados e são noticiados dia após dia nos telejornais e em outros mecanismos de comunicação. Assim, é de extrema importância a discussão acerca da sustentabilidade no que se refere ao ambiente urbano.

Acselrad (1999), versa acerca da construção de uma sustentabilidade urbana pautada e baseada em três pilares fundamentais: a representação tecno-material da cidade, como espaço de qualidade de vida e a cidade como espaço de legitimação das políticas públicas.

Assim, o primeiro pilar traz à tona a perspectiva de uma racionalização da energia da cidade, visando a diminuição do consumo de energias fósseis ou que prejudicam o meio ambiente de forma abrupta, e objetivando uma maior utilização dos recursos locais, reduzindo ao máximo o número de dejetos; o segundo pilar baseado na qualidade de vida urbana, defende que a cidade seja um local que favoreça um diálogo na sociedade capaz de preservar o patrimônio artificial e natural da cidade, fortalecendo os aspectos culturais e sociais; já o terceiro pilar que versa sobre a cidade ser um espaço de legitimação das políticas públicas, indica um objetivo maior dos governos estabelecerem um projeto da cidade pautado principalmente na eficiência e igualdade.

Capítulo 2 – Construção sustentável e certificação

Como a temática de sustentabilidade tornou se essencial em qualquer atividade, o setor da construção civil também não fica de fora. Hoje os consumidores estão mais exigentes até mesmo porque empreendimentos sustentáveis podem significar redução em despesas básicas como água e energia.

Para padronizar e dar diretrizes foram criados ao longo do tempo várias certificações em diversas áreas, cada uma atesta responsabilidade, capacitação e qualidade em determinada aspecto. Dessa forma, também apresenta um objetivo específico para a área que certifica. Existem diversos tipos de certificações, como as relacionadas ao gerenciamento de projetos, portfólios e programas, assim como as ambientais e as de qualidade.

2.1 – Conceito de certificações

Certificações sustentáveis são selos concedidos por instituições não governamentais ou de governo, muitas são internacionais e atuam com os mesmo critérios e avaliações nos países em que estão presentes e atestam os mais variados tipos de construções, edifícios habitacionais, escritórios, escolas, hotéis, bairros, loteamento, edifícios públicos, reformas, entre outros.

Para almejar uma certificação ambiental para uma construção é necessário que se estipule o nível de sustentabilidade que será implementado com o projeto e a construção. São necessários variados estudos arquitetônicos de viabilidade construtiva e financeira, além de um planejamento estratégico prévio, que cumpra todas as metas e normas exigidas pela entidade certificadora, que pode aprovar ou rejeitar o projeto. Toda obra é acompanhada e fiscalizada nas diversas fases até a entrega final, por um gestor, ou consultor nomeado pelo órgão certificador.

Uma construção certificada por um órgão independente tem maior valorização do que uma construção que é autodeclarada sustentável, que não foi fiscalizada para comprovar a implantação de benefícios voltados para a sustentabilidade.

2.2 – Qual a finalidade da certificação

As certificações proporcionam diversos benefícios, sendo a conexão com clientes um dos mais relevantes. Essa conexão ocorre quando as empresas apresentam os mesmos valores que os clientes têm, sendo a sustentabilidade e qualidade exemplos que promovem identificação e geram uma relação de confiança, atraindo clientes e investidores.

Outro benefício consequente das certificações é que a marca passa a ser diferenciada no mercado, pois apresenta um selo que atesta o quanto seu processo é responsável e estruturado. Essa realidade, inclusive, influencia que outras empresas se tornem mais conscientes e responsáveis ambientalmente, proporcionando melhorias mais significativas ao meio ambiente.

A economia também é um benefício que merece ser destacado. Para muitos, as certificações são sinônimo de gastos, entretanto, o correto é enxergá-las como investimentos, uma vez que otimizam processos e o resultado é economia tanto na utilização dos recursos naturais, quanto dos financeiros.

Por conta da maior representatividade, visibilidade e confiabilidade consequente de uma certificação, a relação com o cliente é melhorada, reduzindo a necessidade de investimento em propagandas e marketing.

2.3 – Tipos de certificações

Há variadas certificações sustentáveis no mercado de construção, dentre as quais, o Selo Aqua (Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento), que é um selo brasileiro adaptado de uma metodologia francesa e contempla vários critérios sustentáveis, dentre os mais importantes a gestão ambiental da obra, economia de água e energia e redução de resíduos e qualidade de vida dos usuários do edifício.

O Selo Bream (Building Research Establishment / Estabelecimento de Pesquisa de Construção), é uma certificação internacional de origem do Reino Unido, muito utilizada mundialmente, certifica edifícios públicos, comerciais e residenciais. Dentre suas metas, podemos destacar, redução do consumo energético e de água, utilização de materiais sustentáveis, gestão de resíduos da construção e redução de impactos de vizinhança.

Certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design / Liderança em Energia e Design Ambiental), é a certificação mais utilizada no mundo. Foi desenvolvida nos Estados Unidos da América, possui diversos níveis de certificação e metas a serem seguidas, dentre as mais relevantes estão eficiência do uso de água e energia, uso de recursos naturais de forma responsável, uso de materiais sustentáveis, qualidade do ambiente construtivo e preocupação com a manutenção das instalações e do edifício.

2.4 – A Certificação LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), ou traduzindo: Liderança em Energia e Design Ambiental. Criada pelo United States Green Building Council em 1993, é uma certificação que possui várias modalidades e tipos diferentes. Tem o intuito de promover as melhores práticas na construção, torná-la sustentável e mudar a mentalidade do mercado para melhor.

Ele baseia o seu sistema de certificação em pontuação, e os níveis de certificação no acúmulo destes pontos, o que permite um desequilíbrio entre as categorias. Esse sistema, porém, passa a ser atraente aos empreendedores devido a facilidade de se acumular mais pontos nas categorias desejadas.

Os diferentes níveis de certificação também possibilitam o empreendedor a dosar o seu investimento, de acordo com o nível desejado. O formato de checklist facilita a compreensão do sistema e a sua execução (COSTA, MORAES, 2013).

Uma vantagem da certificação LEED é a flexibilidade em relação aos critérios necessários para obtenção do selo, de acordo com a tipologia do empreendimento, e dando pesos diferentes aos critérios e possuindo pré-requisitos que se adequam melhor às diferentes tipologias.

A certificação parametriza e acompanhamento de toda a construção, iniciando pela a escolha do terreno, passa por todas etapas e conclui com a entrega da construção. Também foram regionalizados critérios para adequar a avaliação ao Brasil e suas necessidades específicas.

Como a avaliação é global em relação as fases do empreendimento, pode ocorrer uma certificação com alta pontuação numa fase, e outra fase com menos critérios atendidos. Outro ponto negativo é a falta de embasamento científico para os critérios, de forma a deixar os critérios mais próximos aos requisitos do mercado. Este selo possui critérios que valorizam o aspecto ambiental da sustentabilidade, dando atenção aos recursos, materiais e energia, mas não valorizam tanto o aspecto social (COSTA, MORAES, 2013).

A certificação LEED analisa 8 áreas com seus processos integrados:

1. Localização e sua influência no transporte e deslocamento;
2. Espaço sustentável;
3. Eficiência na utilização da água;
4. Energia e atmosfera;
5. Tipos de materiais e recursos utilizados;
6. Qualidade ambiental interna do empreendimento;
7. Inovação e processos;
8. Créditos de prioridade regional.

2.5 – Tipologias e categorias avaliadas

De acordo com EuroBusiness, (2020), o LEED, é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações utilizado em mais de 160 países, e possui o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

Ele avalia 8 tipos de áreas e cada uma delas possui pré-requisitos e créditos. No primeiro estabelece uma série de obrigações a serem seguidas, as quais devem ser respeitadas à risca, o não cumprindo de um dos diversos pré-requisitos, impossibilita o empreendimento receber a certificação.

No segundo são sugeridas, sempre focadas em performance de desempenho. À medida que o empreendimento assume tal ação, recebe uma pontuação.

Existem diferentes tipos de LEED, que consideram as diferentes necessidades para cada tipo de empreendimento, como:

1. BD+C - Novas construções e grandes reformas (Building Design + Construction);

Fornecer parâmetros para a construção ou grande reforma de um edifício sustentável, avaliando o projeto e a obra, para enfrentar desafios ambientais enquanto responde às necessidades de um mercado competitivo. A certificação demonstra liderança, inovação, responsabilidade ambiental e responsabilidade social.

2. ID+C - Design de interiores para escritórios comerciais e salas de varejo (Interior Design + Construction);

Permite que as equipes de projeto, que não possuem controle sobre operações de construção inteiras, tenham a oportunidade de desenvolver espaços internos que sejam melhores para o planeta e para as pessoas.

3. O+M - Construções existentes (Operation & Maintenance);

Oferece aos edifícios existentes uma oportunidade de melhorar suas operações.

4. ND - Bairros (Neighborhood).

Foi projetado para inspirar e ajudar a criar bairros melhores, mais sustentáveis e bem conectados. Vai além da escala dos edifícios e considera comunidades inteiras.

2.6 – Modalidade: O+M - Construções Existentes

Como o próprio nome já diz, a LEED para Edifícios Existentes compreende a oportunidade de melhoramento na relação socioambiental de construções que visam

se adequar às novas demandas sustentáveis. Ele foi criado para atuar em edifícios mais antigos e que consomem grandes quantidades de luz e água. Com o LEED aplicado a estes empreendimentos é possível reverter o cenário de forma drástica. Nesta vertente, personaliza padrões para cada tipo de utilização de imóveis.

Varejo - Orienta os espaços de varejo existentes, tanto os showrooms quanto as áreas de armazenamento.

Escolas - Para edifícios existentes, constituídos por espaços de aprendizagem e instalações escolares do ensino básico, secundário e superior.

Hospedagem - Hotéis existentes, motéis, pousadas ou outros negócios dentro da indústria de serviços que fornecem alojamento de transição ou de curto prazo com ou sem comida.

Data Centers - Edifícios existentes especificamente projetados e equipados para atender às necessidades de equipamentos de computação de alta densidade, como racks de servidores, usados para armazenamento e processamento de dados.

Armazéns e Centros de Distribuição - Edifícios existentes usados para armazenar mercadorias, produtos manufaturados, matérias-primas ou pertences pessoais.

Edifícios Existentes - Outros espaços existentes cujo uso não se adequa aos especificados.

2.7 – Critérios para obtenção da certificação LEED

Para obtenção do selo LEED, o projeto ou empreendimento precisa obter uma nota através de vários critérios que validem a redução do impacto ambiental da construção. É necessária uma comprovação de que as práticas adotadas levam em consideração a sustentabilidade e a redução no impacto ambiental.

Principais critérios que devem ser levados em consideração:

Minimum Program Requirements (MPR): São os requisitos básicos para obtenção da certificação, levam em conta a legislação vigente nos âmbitos estadual, municipal e federal.

Espaço Sustentável (SS): É onde contam os pontos de melhoria para as problemáticas de grandes centros, como ciclo faixas, redução de poluição visual, bicicletários, dentre outros.

Eficiência do uso da água (WE): Este ponto aborda como a propriedade promove a reutilização da água e diminuição da utilização de água potável. Neste caso podem ser criadas estações para reuso e aproveitamento das águas da chuva.

Energia e Atmosfera (EA): Promove a utilização de energia por meios de inovação e que sejam mais eficientes, como geradores a gás.

Materiais e Recursos (MR): Leva em conta a utilização e reutilização de materiais “limpos”, onde a utilização não gere tantos resíduos para o meio ambiente.

Qualidade ambiental interna (EQ): Esse grupo trata do bem estar em locais fechados e onde permanecemos durante muitas horas. Ele analisa, por exemplo, se o local é arejado, e possui iluminação externa, através de janelas e áreas abertas.

Cada certificação na construção civil apresenta requisitos próprios para sua obtenção, uma vez que regulam e fiscalizam aspectos diferentes, de acordo com os objetivos e focos característicos de cada uma delas.

Para obtenção do certificado, o primeiro passo é registrá-lo junto ao USGBC (United States Green Building Council). No Brasil temos o Green Building Council Brasil, uma entidade que adapta a certificação de acordo com a realidade brasileira.

De acordo com o GBSB, as etapas para obtenção do certificado são:

- 1 – Escolha a tipologia do projeto;
- 2 – Registre-o pelo LEED ONLINE;
- 3 – Envie os templates pelo LEED ONLINE;
- 4 – O material enviado será analisado por uma empresa Auditora;
- 5 – Caso tudo estiver correto, receberá o aviso positivando a certificação.

A Certificação apenas torna-se completa com a confirmação dos pré-requisitos citados acima. Não é possível emitir certificação provisória ou parcial.

O nível da certificação LEED é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos. Os pontos são conquistados a medida que o empreendimento aplicar os créditos sugeridos pela certificadora e podem ser:

Certified: 40 - 49 pontos

Silver: 50 - 59 pontos

Gold: 60 - 79 pontos

Platinum: 80 - 110 pontos

Além da obtenção de uma certificação, é importante a manutenção dela e, para isso, a tecnologia é uma grande aliada, tanto para a melhoria e otimização de processos, como também para a facilitação de aspectos como documentação e auditorias internas, visando manter a conformidade, assim como demais dados e informações relevantes.

2.8 – Estimativa de custo para obtenção da certificação

Para se certificar junto ao USGBC existem vários tipos de taxas separadas por categorias. Todas as taxas estão em dólares, e podem variar de acordo com a necessidade de cada projeto:

- Registro do Projeto junto USGBC: Pode variar de U\$ 900 a U\$ 1.200
- Custo para análise do projeto – Esse custo é calculado por metro quadrado, e pode variar de U\$ 2.000 a U\$ 20.000, dependendo da área a ser construída.
- Custo para certificação da obra – Funciona de forma muito parecida com o custo de análise de projeto, ele é calculado de acordo com o tamanho da obra, e os valores podem variar entre U\$ 750 e U\$ 5.000.

Também pode se ser optado a contratação de Consultoria, através dela um consultor treinado e certificado LEED pode fazer toda a parte burocrática junto aos órgãos responsáveis. O valor da consultoria fica aproximadamente entre 0,5 a 1% do custo da obra.

Capítulo 3 – Certificação LEED no Brasil

A emergência do Brasil como um país na vanguarda do movimento de sustentabilidade tem o potencial de provocar o crescimento no mercado do LEED para as Américas do Sul e Central. O Brasil está na liderança sul-americana do movimento internacional de Green Building para o desenvolvimento sustentável.

3.1 – Principais conquistas

Como mostram Motta e Aguilar (2009), desde 1990, diversos sistemas de certificação foram criados, tais como:

a) O primeiro sistema de avaliação ambiental para construção civil surgiu em 1990, o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), no Reino Unido.

b) O selo de certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) foi lançado em 1999, pelo USGBC (United States Green Building Council), trazendo incentivos financeiros e econômicos para as construções verdes no Estados Unidos.

c) Foi lançado na França, em 2002, o HQE (Haute Qualité Environnementale), programa de certificações de construções ambientais.

d) Ainda em 2002, no Japão, foi lançado o programa de certificação Casbee (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency).

e) O sistema de certificação de construções ambientais Nabers (National Australian Built Environment Rating System), foi lançado na Austrália, em 2004.

f) Foi criado, em 2007, no Brasil, o Green Building Council Brasil (GBCBrasil), que regionalizou o selo LEED.

g) Ainda em 2007, ocorreu o lançamento do selo ecológico IDHEA-Falcão Bauer, para produtos e tecnologias sustentáveis.

h) Foi lançado, em 2008, o AQUA (Alta Qualidade Ambiental), que é um selo brasileiro, baseado no selo francês HQE.

3.2 – Exemplo de construções certificadas no Brasil

Com mais de 601 prédios verdes, o Brasil é o quarto país no mundo com mais construções certificadas. Distribuídos por todo território nacional, seguem alguns exemplos de obras certificadas:

Edifício Vista Guanabara - Localizado no Rio de Janeiro, possui a certificação LEED CS Gold. O edifício conta com um sistema de reaproveitamento de água das chuvas e criou sistemas mais efetivos para a manutenção das áreas externas.



Figura 1 – Edifício Vista Guanabara, RJ
Fonte: <http://www.vistaguanabara.com.br/>

Office Green - É um edifício comercial, localizado em Palhoça – SC, e recebeu o selo de certificação LEED Gold. Além de toda a eficiência de controle de resíduos nos 4 anos de construção, o edifício conta com uma extensa área verde, bicicletários, reutilização de água, e inúmeros outros benefícios para a comunidade.



Figura 2 – Edifício Office Green, SC
Fonte: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/>

Parque da Cidade - O Parque da Cidade, em São Paulo recebeu a certificação LEED nível Silver na categoria ND (Neighborhood Development), essa categoria está relacionada a mudanças no bairro. O empreendimento está localizado em uma área antes abandonada e sem manutenção alguma. Hoje além de toda a infraestrutura do empreendimento, o bairro foi todo reestruturado, e ainda conta com diversas melhorias abertas à população.



Figura 3 – Parque da Cidade, SP
Fonte: <https://www.orealizacoes.com.br/comerciais/parque-da-cidade>

Estádio do Maracanã no Rio de Janeiro, LEED Silver;



Figura 4 – Estádio do Maracanã, RJ
Fonte: <https://www.tribuna.com.br/esportes/>

Plaza Gourmet Morumbi Corporate em São Paulo, LEED Gold;



Figura 5 – Plaza Gourmet Morumbi Corporate, SP
Fonte: <https://www.multipplan.com.br/>

Edifício Paço das Águas em Fortaleza, LEED Certified;



Figura 6 – Edifício Paço das Águas em Fortaleza, CE
Fonte: <http://fortaleza.achoumudou.com.br/>

Museu do Amanhã no Rio de Janeiro, LEED Gold;



Figura 7 – Museu do Amanhã, RJ
Fonte: <https://super.abril.com.br/cultura/>

Shopping Jardim Guadalupe no Rio de Janeiro, LEED Certified;



Figura 8 – Museu do Amanhã, RJ
Fonte: <https://diariodorio.com/>

Verde Towers Brasília em Brasília, LEED Gold.



Figura 9 – Edifício Towers, DF
Fonte: <http://tishmanspeyer.com.br/comercial/green-towers>

3.3 – Certificação LEED no Vale do Paraíba

O site da GBC Brasil torna pública a consulta dos empreendimentos que possuem a certificação LEED. O Vale do Paraíba está representado com vários empreendimentos certificados na cidade de São José dos Campos. Segue abaixo a listagem das edificações fornecida pela certificadora:

Colinas Green Tower, São José dos Campos – SP.



Figura 10 – Edifício Colinas Green Tower
Fonte: <https://valenews.com.br/>

Madero Container, São José dos Campos – SP.



Figura 11 – Madero Container
Fonte: <https://www.restaurantemadero.com.br/>

O Decreto nº 14.481 de 02 de maio de 2019, sancionado pela Prefeitura Municipal de Taubaté, implementa alternativas sustentáveis e toma outras providências.

Art. 2º Para efeito deste Decreto, considera-se: [...]

IX - Telhado Branco: Alternativa sustentável que consiste na aplicação de tinta específica ou de materiais que possuam um valor mínimo de Refletância Solar (SRI), sendo que para coberturas com baixa inclinação ($\leq 15\%$) deverá ser utilizado o SRI 78 e para coberturas com alta inclinação ($> 15\%$) deverá ser utilizado o SRI 29, conforme requisitos da Certificação Leadership in Energy and Environmental Design - Leed, esta alternativa auxilia na reflexão dos raios solares, diminuindo a transmissão de calor para o interior dos ambientes, e conseqüentemente diminuindo a necessidade de resfriamento artificial.

A Receita Federal do Brasil, através da Prestação de contas ordinárias anual – Relatório de Gestão do Exercício de 2010, adota critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras nos processos licitatórios.

No inciso VII do artigo 12 da Lei 8.666/93 que regulamenta as compras públicas através de licitações, exige que nos projetos básicos e projetos executivos de obras e serviços sejam considerados entre outros temas o impacto ambiental.

3.4 – Maracanã sustentável e certificado

O Maracanã, famoso estádio do Rio de Janeiro, recebeu a Certificação LEED Prata, de construção sustentável, na véspera da primeira partida da Copa do Mundo de 2014 em seus gramados.

O Maracanã é a terceira arena a receber a certificação. O Castelão, em Fortaleza, e a Fonte Nova, em Salvador, também conquistaram os selos. A iniciativa de adotar medidas sustentáveis na construção dos estádios foi feita de forma voluntária pelo governo brasileiro. Este foi um requisito para que o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) liberasse financiamento para as obras de reforma e/ou construção dos estádios que sediaram a Copa do Mundo de

2014. A exigência, inclusive, foi adotada pela FIFA para as próximas edições do Mundial.

Foram levados em consideração sete critérios para avaliar o Maracanã: espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos e créditos de prioridade regional. “O Maracanã já sai vencedor antes mesmo de sua estreia na Copa do Mundo. Nosso objetivo é tornar o estádio cada vez mais sustentável, não só em dias de jogo, mas no cotidiano do funcionamento do Maracanã. Hoje, contamos com a usina fotovoltaica, temos os reservatórios que acumulam água da chuva para reutilização e fazemos a coleta seletiva dos resíduos produzidos diariamente no estádio”, comentou João Borba, presidente da concessionária que administra a arena.

Durante a reforma do estádio, foram instaladas placas fotovoltaicas na superfície que cobre as arquibancadas, de aproximadamente 2,5 mil metros quadrados, com capacidade de geração de 400 mil kW/h por ano.

A usina fotovoltaica é capaz de produzir energia equivalente ao consumo de 240 residências e colabora para a redução do consumo da arena. O projeto, financiado pela Light e Electricité de France (EDF), é suficiente para fornecer 9% da energia necessária para o funcionamento do Maracanã.

O estádio ainda conta com dispositivos que permitem economia de água, além de um sistema de captação de chuva na cobertura. A ação reduziu o uso de água potável em 50% e de água no geral em 40%. A chuva captada no “teto” é utilizada na irrigação do campo e no funcionamento dos banheiros, que contam com torneiras inteligentes (com fechamento automático) e com descargas ecológicas.

A concessionária do Maracanã também fez uma parceria com a Recicla Rio, rede formada por cinco cooperativas de catadores da Zona Norte da cidade. Uma equipe de trabalhadores separa o material reciclável dos resíduos produzidos diariamente no estádio.

Além de contribuir para a geração de emprego e renda nas cooperativas, os catadores recebem um salário mensal, custeado pelo administrador da arena. A parceria permite o reaproveitamento de sete toneladas por mês de materiais recicláveis, como latas de alumínio, papel, papelão e plástico.

3.5 – Casas inteligentes sustentáveis

Automação residencial, consumo consciente dos recursos naturais, eficiência energética, economia, conforto e segurança. Esses são alguns dos principais elementos que caracterizam as casas inteligentes sustentáveis, um novo conceito em moradia que, cada vez mais, se difunde entre as pessoas

Entretanto, essa inovação vai além das tecnologias presentes, incluindo, principalmente, uma mudança comportamental dos moradores. O que é fruto também das mudanças sociais enfrentadas pela população em geral.

Quando os princípios da arquitetura sustentável são aplicados nos projetos, as construções geram muito menos impactos ao meio ambiente, pois são pensadas desde o começo para consumirem menos recursos hídricos e energéticos.

Além de pensar na diminuição da geração de resíduos e na escolha de materiais menos poluentes, a diminuição dos impactos ambientais da construção civil é possível, depende de planejamento e consciência.

Cada dia mais o uso da internet vem sendo essencial na rotina das pessoas. Com um investimento a mais na construção, atualmente, é possível automatizar diversas atividades na residência, tais como: regular temperatura, iluminação, som, monitorar a segurança, abrir janelas, entre inúmeras outras funções. A casa inteligente é moldada à rotina dos moradores, otimizando o tempo e concedendo maior comodidade e conforto. Hoje em dia, existem até sensores instalados na casa que reconhecem quando o morador está chegando e executam tarefas automaticamente, como, por exemplo, ligam a cafeteira ou começam a aquecer a banheira.

Entretanto, cada vez mais as pessoas estão se preocupando com o impacto gerado por elas no meio ambiente. Por isso, essas funcionalidades estão se associando a um conceito bastante difundido: a sustentabilidade.

As casas inteligentes sustentáveis compreendem um novo movimento no sentido de fornecer comodidade, tecnologia e conforto, porém, estimulando um consumo consciente.

Basicamente, a expectativa é que as novas construções sejam mais autossuficientes, gerando a própria energia e captando e reciclando água.

A tendência é que, com o tempo, as cidades sejam cada vez mais conectadas, principalmente nos grandes centros urbanos. Por isso, as construções

inteligentes vão ao encontro desse movimento ao proporcionar e integrar tecnologias que facilitam as atividades das pessoas.

Portanto, incorporar soluções que potencializem os momentos de integração social é um investimento, acima de tudo, em qualidade de vida.

Capítulo 4 – Considerações Finais

O presente trabalho possibilitou avaliar a importância da difusão do tema relacionado a sustentabilidade na construção civil. Essa tendência vem se enraizando nas últimas décadas, ganhando espaço em diversos setores da sociedade, a qual, tem se conscientizado sobre os problemas contemporâneos que atingem o mundo em profundos aspectos. A população de forma geral vem se mobilizando para enfrentar estes problemas, como desigualdade social, degradação do meio ambiente, poluição, esgotamento de recursos naturais, geração de lixo, dentre outros.

O setor construtivo requer constantes mudanças de práticas inovadoras e tecnológicas, visando respeito ambiental e social, para atender um mercado consumidor cada dia mais globalizado, interessado e focado em sustentabilidade.

Um projeto de construção de edifício ecologicamente correto, bem planejado e executado corretamente, alia o uso de materiais sustentáveis e um plano eficiente de funcionamento e manutenção a longo prazo, além de gerar inúmeros benefícios ambientais e sociais, tal característica gera maior valorização monetária do que um edifício de construção convencional.

Ações de cunho sustentável que podem agregar maior valor socioambiental, encontram soluções que ao mesmo tempo preservam os recursos naturais, como também geram economia de água e de energia

A criação de certificações que respeitem o meio ambiente se tornaram referências internacionais para garantir a qualidade, o futuro ecológico e o reconhecimento no mundo inteiro. As certificações para edificações ganharam importância no mundo e passaram até mesmo a serem exigidas em determinadas situações.

A principal certificação sustentável empregada no Brasil, o LEED, apresenta facilidades, como o formato de checklist e a possibilidade do acúmulo de pontos em

quaisquer áreas e critérios, o que também é motivo de críticas, pois permite a concentração de esforços para garantir a sustentabilidade em determinadas áreas, enquanto outras áreas ficam desprovidas de medidas sustentáveis.

Apesar das dificuldades encontradas no dia a dia dos canteiros de obras, por terem prazos curtos, falta de espaços, foco maior na produção e principalmente pela falta da cultura sócio responsável, mesmo contra políticas não claras e falta de fiscalização adequada, a conscientização das novas gerações vem ganhando força e exigindo que o mercado fornecedor de bens melhore os produtos disponibilizados. Essa busca constante pela redução dos impactos ambientais visa preservar os recursos naturais e reverter o problema do desmatamento, aquecimento global e poluição do solo das águas e do ar.

Ratificando essa busca por melhoria constante, o número de empreendimentos certificados tem crescido, mais até do que o próprio setor da construção, mesmo com o país atravessando uma crise política e econômica.

Os materiais e recursos consumidos na construção também apresentaram suas dificuldades próprias para atingir a sustentabilidade, o que dificulta o processo de certificação como um todo. O gargalo em encontrar fornecedores de materiais ambientalmente e socialmente corretos e certificados, foi apontado como uma das maiores dificuldades para se conseguir a certificação LEED.

O processo de extração de materiais, muitas vezes, não ocorre com a utilização de métodos adequados, causando impactos no meio ambiente. A falta de controle e coleta e divulgação de informações sobre a extração, produção e manufatura de produtos e materiais utilizados na construção, contribuem para aumentar as dificuldades de consumidores interessados na certificação de suas construções.

Os critérios do LEED orientam as medidas a serem tomadas para tornar a construção mais sustentável, baseando-se nos conceitos de redução na geração de resíduos e realização da sua destinação correta, redução na extração de materiais virgens e na emissão de poluentes e consumo de combustível para transporte.

Este estudo também mostrou a importância que a certificação e a sustentabilidade tem no país. O Brasil é o quarto país no mundo com mais construções certificadas. E está na vanguarda do movimento de sustentabilidade, que provoca o crescimento no mercado do LEED nas Américas do Sul e Central.

Além da obtenção de uma certificação, é importante a manutenção dela e, para isso, a tecnologia é uma grande aliada, tanto para a melhoria e otimização de processos, como também para a facilitação de aspectos como documentação e auditorias internas, visando manter a conformidade, assim como demais dados e informações relevantes

Por fim é possível constatar a amplitude da Certificação LEED e que ela compreende a oportunidade de melhoramento na relação socioambiental de construções que visam adequar-se a novas demandas sustentáveis. Com o avanço no cenário atual é uma questão de tempo para o acultramento.

No futuro, haverá maior consciência e motivação para a valorização da ciência e gerações de conhecimento capazes de conduzir o Brasil e o setor da construção civil ao exemplo do setor econômico ambientalmente correto.

Referências Bibliográficas

ACSELRAD, Henri e LEROY, Jean P. Novas premissas da sustentabilidade democrática. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, 1999.

ADDIS, Bill. Reuso de materiais e elementos de construção. Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

ARAÚJO, Viviane Miranda. Práticas Recomendadas para a Gestão Mais Sustentável de Canteiros de Obras. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo/SP, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935: Agregados – terminologia. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12264: Sistema da gestão ambiental – Requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2004.

BACELLAR, M. do R. Levantamento de Práticas Adotadas no Processo Construtivo para a Otimização da Sustentabilidade em Obras de Edificações (Monografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, 2014.

BARROS, A. D. M., A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e processo AQUA) no Brasil: Motivações, benefícios e dificuldades (Dissertação de mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos/USP, 2012.

BAUER, L. A. F. Materiais de construção. Rio de Janeiro: LTC, 1979.

BRASIL. Lei nº.12.305, de 2010. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

CAMARA DOS DEPUTADOS, 2020.

Disponível: <https://www.camara.leg.br/>

CAMERINI, L. de A. R. Planejamento de execução de obras (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ, 1991.

CERUTTI, M., Entenda: Madeira de Reflorestamento para móveis. Santa Catarina, 2018.

COELHO, S. B.; NOVAES, C. C. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. In: VIII Workshop Brasileiro - Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama 001. Brasília, 1986.

Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama 431. Brasília, 2011.

Disponível: <http://www.mma.gov.br/port/conama>

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, 2020.

CORREA, L. R., Sustentabilidade na construção civil (Monografia). Escola de Engenharia/UFMG, Belo Horizonte/MG, 2009.

COSTA, E. D., MORAES, C. S. B., Construção civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). Espírito Santo do Pinhal/SP, 2013.

DEGANI, C.M. Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios. (Dissertação de mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

DREW, D., Processos interativos homem – meio ambiente, 9ª edição, Ed. Bertrand Brasil Ltda., Rio de Janeiro, 2014.

Eurobusiness – consulta em 17/11/2020

Disponível: <http://www.eurobusiness.eco.br/entenda-o-que-significa-a-certificacao/>

ELKINGTON, J., Sustentabilidade – Canibais com Garfo e Faca, 1ª edição. Ed. M. Books. São Paulo, 2012.

FRAGA, S. V., A qualidade na construção civil: uma breve revisão bibliográfica do tema e a implementação da ISO 9001 em construtoras de Belo Horizonte (Monografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2011.

GONÇALVES, R. F., Uso Racional da Água em Edificações. Rio de Janeiro, 2006.

Guia de Sustentabilidade na Construção. Belo Horizonte: FIEMG, 2008.

HERNANDES, T. Z., LEED-NC como Sistema de avaliação da sustentabilidade: uma perspectiva nacional? (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

HERMANN, M. T.; PENTEK, B. O., Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. Hawaii, 2016.

KATO, C. A., Arquitetura e sustentabilidade: projetar com ciência da energia (Dissertação de mestrado). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007.

LELLES, L. C. Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos da extração de areia em cursos d'água (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa/MG, 2004.

MARTINES, A. R. de S., Planejamento operacional de obras (Trabalho conclusão de curso). Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2006.

MATOS, B. F. C., Construção sustentável: panorama nacional da certificação ambiental (Dissertação de mestrado). Faculdade de Engenharia/UFJF, Juiz de Fora/MG, 2014.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002.

Disponível: <http://www2.mma.gov.br/>

MONTIBELER G., Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável; conceitos e princípios. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, 1993.

MOTTA, S. R. F., AGUILAR, M. T. P., 2009, "Sustentabilidade e processos de projetos de edificações", *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 4, n. 1 (Maio), pp. 84-119.

MOTTA, S. R. F., Sustentabilidade na Construção Civil: Crítica, Síntese, Modelo de Política e Gestão de Empreendimentos (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2009.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M., Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia/MG, 2008.

OLIVEIRA, M. V. C.; CARVALHO, A. R., Princípios básicos do saneamento do meio. 4ª edição. Senac, São Paulo, 2004.

PHILIPPI JR, A.; PECIONE, M. C., Educação ambiental e sustentabilidade. 2ª edição revisada. Ed. Manole Ltda. Barueri/SP, 2014.

Rosana Leal Consultoria, 2012.

Disponível: <http://rosanalealconsultoria.com/home/>

SALVATERRA, A.; KELLER, M.; BURKE, B., Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis. São Paulo, 2010.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T., Planejamento de Canteiro de Obra e Gestão de Processos. Porto Alegre/RS, 2006.

SIMA – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2020.

Disponível: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/>

WANICK, T.; KAWAKAMI, N.; CASADO, M.; FUJIHARA, M. C., Guia para sua Obra mais Verde - Guia prático sobre Construções Sustentáveis nas cidades. Assessoria de Comunicação Social. São Paulo, 2009.

YUDELSON, J., Arquitetura e construção: Projeto integrado e construções sustentáveis. Arquitetura e construção. Rio Grande do Sul/RS, 2013.