

FACULDADE EVANGÉLICA DE JARAGUÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VALDIVINO BENEDITO VIEIRA
WALEX JUNIOR ALVES TAVARES

**UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS EM
EDIFICAÇÕES**

Jaraguá- 2019

VALDIVINO BENEDITO VIEIRA
WALEX JUNIOR ALVES TAVARES

**UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS EM
EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à banca examinadora do curso de Administração da Faculdade Evangélica de Jaraguá, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:

Prof. Dr. Milton Gonçalves da Silva Junior

Jaraguá -2019

VALDIVINO BENEDITO VIEIRA
WALEX JUNIOR ALVES TAVARES

**UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS EM
EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso DEFENDIDO e APROVADO em 25 de junho de 2019, pela Banca Examinadora do Curso de Engenharia Civil, constituída pelos membros:

Prof. Dr. Milton G. Silva Júnior
- Orientador -

Prof. Me. Jéssica Nayara Dias
- Membro Interno -

Prof. Esp. Rafael Gonçalves Fagundes Pereira
- Membro Interno -

SUMÁRIO

RESUMO	
1 INTRODUÇÃO	
3 MATERIAL E MÉTODOS	
3.1 ÁREA DE ESTUDO	
3.2 COLETA DE DADOS	
3.3 ANÁLISE DE DADOS	
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	
5 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	

UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS EM EDIFICAÇÕES

Valdivino Benedito Vieira¹
Walex Junior Alves Tavares²
Milton Gonçalves da Silva Junior³

RESUMO

O presente trabalho visou analisar diferentes métodos que possam ser utilizados em processos construtivos sustentáveis em edificações, descrever os tipos de processos construtivos com caráter sustentável que podem ser aplicados em edificações; analisar a viabilidade econômica e ambiental desses métodos e verificar os impactos em relação ao uso dos mesmos em edificações. Após análises pode-se constatar que práticas sustentáveis aplicadas corretamente contribuem para a redução da escassez da água e para a diminuição dos custos para seus usuários. No entanto, apesar de todas as vantagens, concluiu-se que essas alternativas sustentáveis de, por exemplo, reaproveitamento de água ainda são pouco utilizadas no Brasil devido, principalmente, ao seu custo inicial elevado se comparado com os sistemas construtivos convencionais. Atualmente, algumas incorporadoras brasileiras estão utilizando técnicas de construções sustentáveis em suas obras como forma de estratégia de negócios, ou seja, como sendo um diferencial para a venda para o consumidor.

Palavra-Chave: Sustentabilidade, Construção, Métodos construtivos.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil– Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: valdivino.bvieira@gmail.com

² Acadêmico do curso de Engenharia Civil– Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: walex.com.br@gmail.com

³ Professor, Doutor, orientador do curso de Engenharia Civil – Faculdade Evangélica de Jaraguá. E-mail: professormiltonjunior@outlook.com

1 INTRODUÇÃO

Os empreendimentos da construção civil são responsáveis por grande parte do impacto causado à natureza por isso, estão sendo adotadas medidas de caráter sustentável desde a extração da matéria-prima, planejamento, projeto, construção, utilização até possíveis demolições (Rocheta e Farinha, 2007). De acordo com Mandai *et al.* (2011), em uma construção sustentável são utilizadas medidas, soluções tecnológicas e diferentes materiais para promover o uso inteligente de recursos naturais finitos, redução da poluição e o conforto dos usuários.

A indústria da construção civil é responsável por consumir grande quantidade dos recursos naturais, por isso optar por materiais reciclados, reutilizáveis, com baixa manutenção, reflorestados legalmente, no caso da madeira, e não poluentes, ameniza os efeitos causados ao ambiente (Patzlaff, 2009; Rocheta e Farinha, 2007). O sistema *Light Steel Framing*, de acordo com Freitas e Crasto (2010), "é um sistema [...] capaz de integrar todos os componentes necessários à construção de uma edificação, tendo como o fundamental a estrutural."

A engenharia civil está nos setores que mais consomem e degradam o meio ambiente. "Não existe construção que não gere impacto, a busca é por intervenções que o ocasionem em menor escala". (Pisani, 2005, p. 53).

A construção civil atua como uma das principais indústrias responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico do mundo, também é a grande responsável pelo alto índice de geração de resíduos e emissão de poluentes, causando danos a saúde humana e ao meio ambiente, alguns irreparáveis (Soares, 2017). De acordo com Araújo (2014), o alto índice de resíduos gerados em obras de construção, demolição e reformas, envolvem problemas complexos que precisam ser analisados e executados de acordo com um plano de gestão para o gerenciamento e monitoramento dessas atividades. Segundo John (2004), o volume de entulhos de construção e demolição gerado pela construção civil é até duas vezes maior que o volume de lixo sólido urbano. Em decorrência desses fatores, já se fala em desenvolvimento sustentável e na responsabilidade socioambiental na Construção Civil.

Segundo Dos Santos *et al.* (2014), com o tijolo ecológico, além de favorecer as questões ambientais por não emitir gases de comumente são lançados na atmosfera, o material contribui significativamente na economia do país, já que o material faz o uso do reaproveitamento de resíduos descartados pela construção além de outros materiais que podem ser adicionados na confecção do material.

Construção Sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras [IDHEA 2003].

A diversidade de sistemas existentes nas construções tem a vantagem de investigar as melhores formas de uma construção eficaz em todos os vetores, apesar de a maioria deles não ter a capacidade de ser altamente aplicável no mercado consumidor (Mateus, 2005).

O aço como material sustentável é importante pelo fato de ser 100% reciclável sem perder as suas propriedades, seus gases residuais podem ser reutilizados para a produção de energia justamente na sua produção, e oferece rapidez na montagem, economizando consequentemente energia (Andressa, 2009). De acordo com Santana *et al.* (2013) é importante salientar que a cada 1000 tijolos ecológicos, o equivalente a 2,5m³ de entulhos da construção civil acabam sendo reincorporados no processo produtivo para a fabricação de tijolos, o que equivale a 150m³ retirados de entulhos ao mês. Segundo Motta *et al.* (2014) os tijolos ecológicos são assim chamados porque evitam a utilização do processo de queima de madeira e combustível, eliminando, pois, o corte de árvores e emissão de monóxido de carbono na atmosfera.

O objetivo deste trabalho foi descrever os tipos de processos construtivos sustentáveis que podem ser aplicados em edificações; analisar a viabilidade econômica e ambiental dos métodos construtivos sustentáveis que possam ser utilizados em edificações e verificar os impactos em relação ao uso dos processos construtivos sustentáveis em edificações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de dados

O projeto consistiu em um estudo com dados secundários pois foram realizadas pesquisas em revistas, livros, artigos científicos e sites relacionados aos seguintes temas: construção sustentável, habitação popular sustentável, visão sustentável dos sistemas construtivos no Brasil. A partir dos temas pesquisados, foi realizado um estudo bibliográfico, que de acordo com Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa bibliográfica é o levantamento de toda a bibliografia já publicada, em forma de livros, revistas, publicações avulsas e imprensa escrita). As informações foram coletadas de acordo com os objetivos propostos no trabalho.

2.2 Análise de Dados

Inicialmente foi realizada leitura das informações dos temas e a partir desta etapa, foi possível descrever individualmente cada método construtivo sustentável, e identificar pontos negativos e positivos em relação aos impactos ao meio ambiente e viabilidade econômica.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tipos de processos construtivos sustentáveis que podem ser aplicados em edificações

Toda atividade da cadeia produtiva da construção civil, desde a terraplanagem ao uso efetivo das edificações, utiliza uma grande diversidade de materiais. Com a inovação tecnológica o mercado construtivo tem buscado novas possibilidades para o desenvolvimento de todo o país. O que é certo dizer é que a construção civil exerce um grande impacto no meio ambiente (Costa Silva 2011 p 11). O desenvolvimento de novos materiais de baixo impacto ambiental vem crescendo com o passar dos anos, visto que os recursos naturais estão se tornando cada vez mais escassos. A utilização de materiais regionais também é considerada atividade de baixo impacto ambiental. Isso porque através desta iniciativa, a emissão de gás carbônico proveniente da queima do combustível dos veículos utilizados no transporte dos materiais é reduzida, diminuindo desta forma os danos à camada de ozônio.

Segundo o (CBCS 2011), Conselho Brasileiro de Construção Sustentável existem seis passos que devem ser seguidos para escolha de insumos e fornecedores para se incorporar materiais sustentáveis em um empreendimento: Verificação da formalidade, qualidade e legalidade da empresa fornecedora de insumos; Verificação da licença ambiental da empresa fabricante dos materiais desejados; Selecionar os materiais de forma a se atingir as necessidades do projeto, com eficiência e sem prejudicar de forma significativa o meio ambiente; Respeito às normas técnicas que garantem a qualidade do produto adquirido; Análise da durabilidade do produto; e Produtos que garantam a saúde e segurança dos usuários.

As maiores dificuldades encontradas pelas construtoras e/ou incorporadoras é realizar a especificação dos materiais que serão utilizados em seus empreendimentos. Uma das dificuldades para escolha correta dos materiais é conseguir alinhar conceitos de sustentabilidade com a disponibilidade do material desejado no mercado. Muitas vezes, dependendo da região em

que se deseja construir a edificação, o emprego de materiais sustentáveis não é viável devido aos custos. É um contrassenso usar um material de baixo impacto ambiental se em seu processo de fabricação for incorporado grandes quantidades de energia. É por isso motivo que um planejamento estratégico é fundamental para que o material adequado seja incorporado na construção.

A seguir, serão apresentados alguns processos construtivos utilizados em edificações.

Tijolo ecológico

Também conhecido como tijolo de solo-cimento – BTC (bloco de terra comprimida), o tijolo ecológico possui em sua composição: cimento, água e terra. É considerado um produto mais ecológico porque sua produção não utiliza a queima da madeira, como os tijolos cerâmicos. Sua produção é realizada através da prensagem hidráulica (Furukawa e Carvalho, 2011).

Ainda segundo o autor, com isso, o consumo de recursos naturais é nulo, tornando-o dessa forma um material de menor impacto ambiental. São muito eficazes na construção de alvenarias estruturais externas, pois depois de secos adquirem uma alta resistência e ótimas propriedades acústicas.

Hoje, esse tipo de produto pode ser facilmente encontrado no mercado da construção civil, com diversos formatos e tamanhos. Os tijolos ecológicos possuem saliências e rebaixos, permitindo dessa forma o perfeito encaixe entre as peças.

O encaixe entre as peças requer apenas a utilização de um filete de cola branca, dispensa o uso da argamassa e, conseqüentemente, reduz em até 50% no tempo de execução da obra. A instalação dos dutos elétricos e hidráulicos em uma construção com esse material é facilitada, devido à presença dos furos nas peças. Esse material, assim como os blocos de concreto e blocos cerâmicos, pode ser utilizado de diversos modos (Figura 1).

Figura 1– Modos de utilização dos tijolos ecológicos.



fonte: <http://www.mixmaquinas.com.br/maquinatijoloecologico.html>.

Algumas vantagens do tijolo ecológico para a construção civil, segundo Dos Santos *et al.* (2009) são: Pode ser utilizado o próprio tijolo a vista, ficando um acabamento perfeito; Elimina o uso da madeira, pois as vigas e pilares são feitos dentro do próprio tijolo; Caso optar por utilizar o reboco, necessita menos cimento do que na forma convencional, pois a camada necessária é finíssima; O tijolo apresenta furos em seu interior, onde são formadas câmaras de ar, oferecendo isolamento acústico; Também apresenta isolamento térmico. Nos dias mais frios

a temperatura interna é mantida mais elevada que o ambiente externo, e no calor proporciona uma sensação de frescor; Apresenta maior resistência mecânica; Maior uniformidade de fabricação; Toda a instalação hidráulica e elétrica é feita pelos furos dos tijolos; Menor peso; e acima de tudo combate a umidade, proporcionando uma evaporação de ar, evitando a formação de ar nas paredes e no interior da construção, não causando danos à saúde e a construção.

O isolamento acústico e térmico mencionado nas vantagens do tijolo ecológico (Figura 2), onde a mesma demonstra essa capacidade de isolar acusticamente e termicamente.

Figura 2 – Isolamento Acústico e Térmico



fonte: <http://www.tijologico.com/vantagens.html>.

Toda a instalação hidráulica e elétrica é feita diretamente pelos furos dos tijolos, não necessitando de fazer recortes nas paredes e deixando a obra mais limpa (Figura 3).

Figura 3 – Instalação Hidráulica e Elétrica



fonte: <http://www.mixmaquinas.com.br/maquinatijoloecologico.html>.

Complementando as vantagens, a Revista Ecológico (2013) cita que: Os furos propiciam o encaixe perfeito entre as peças, auto alinhando os tijolos, facilitando a estruturação da obra; Diminui o tempo de construção em 50% em relação à alvenaria convencional; As colunas são embutidas em seus furos, distribuindo melhor o peso sobre as paredes; Alivia o peso sobre a fundação evitando gastos com estacas mais profundas e sapatas maiores; Economia de 70% do concreto; Economia de 50% de ferro; Durabilidade maior do que o tijolo comum; Fácil acabamento, uma vez que os tijolos ecológicos necessitam apenas de um impermeabilizante à base de silicone ou acrílico, e um rejunte flexível; e O assentamento de azulejos é direto sobre os tijolos. O tijolo ecológico pode ser utilizado a vista ficando com um acabamento perfeito destacando sua qualidade estética (Figura 4).

Esses tipos de tijolo são encontrados em variados tamanhos e modelos, sendo que sua escolha é feita de acordo com o projeto a ser executado. Apresentam-se maciços ou furados, e com ou sem canaleta. Durante o processo de execução deve-se atender a muitos detalhes para

que a qualidade desejada dos tijolos seja alcançada, e o resultado final conclua-se em um componente para alvenarias com menor impacto ambiental que os tradicionais (PISANI, 2005).

Ainda segundo o autor, o tijolo de solo cimento possui matéria prima abundante em todo o planeta, por se tratar da terra crua.

Em relação às desvantagens do tijolo ecológico, Kleindienst (2016) ressalta: Uma desvantagem do tijolo é seu peso. No caso de sobrados, é preciso ter a preocupação de fazer parede sobre parede. Grandes vãos e vigas em balanço devem ser evitados; absorve mais umidade do que o tijolo convencional, precisando de mais impermeabilização; Por ser de alvenaria estrutural, impõe restrições à remoção de paredes e abertura de novos vãos; As especificações hidráulicas e elétricas devem ser muito bem planejadas. Essa atenção evitará possíveis mudanças durante a execução da obra, falhas ou localização errada de interruptores, evitando quebras e reparos futuros; No caso de paredes com o tijolo exposto, caso seja necessário fazer algum conserto, é muito difícil não ficar evidente que foi feito o reparo. E é necessário encontrar tijolos com tonalidade semelhante para repor os danificados, o que não é tão simples assim; Precisa de mão de obra especializada; Por ser um tijolo muito poroso, uma vez manchado, manchado para sempre; Baixa resistência a impactos, em áreas como quinas e cantos; e Os fabricantes não seguem uma padronização, sendo que cada um produz com medidas próprias.

Light steelframing

No século XX, ao término da Segunda Guerra Mundial, a experiência acumulada da Revolução Industrial às práticas de manipulação de metais como o aço, proporcionou grande avanço para as empresas metalúrgicas. Segundo Shull e Zager (1994), na tentativa de preservação ambiental diversas florestas antigas tiveram a extração da madeira interdita, contribuindo para que o preço do produto quase dobrasse no começo da década de 1990 fazendo com que o aço o substituísse.

De acordo com Meyers (1998), foi no início dessa década que a construção em perfis leves de aço passou a ser considerada de forma mais técnica, sendo estimulada ainda pela criação de uma associação de construtores e técnicos. Em 1993, a nova associação National Association of Home Builders (NAHB) publicou um estudo consolidando o aço como melhor material para utilização em habitações do tipo framing. O termo *Light Steel Framing*, do inglês, traduzido como “*light steel* = aço leve” e *framing* originário de “*frame* = esqueleto, estrutura”, significando a formação de estruturas em aço leve. Esse sistema, processo definido pela união e vinculação de elementos a fim de atribuir forma e sustentação estrutural a uma construção, foi amplamente estudado nos Estados Unidos e Canadá, resultando na criação de um método prático para o pré-dimensionamento de residências de até dois pavimentos, tendo sido publicado pela North American Steel Framing Alliance (NASFA, 2000).

A organização industrial ligada ao Light Steel Framing possibilita, dentre outros propósitos, substituir o método artesanal até então empregado na construção de habitações de pequeno e médio porte, tornando-a lógica construtiva amplamente empregada e difundida em países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Austrália, Japão e China (Barros, 2017).

Ainda segundo o mesmo autor, o Brasil, historicamente dominado pela prática de sistemas construtivos convencionais, emprega significativamente mais o concreto armado como principal sistema estrutural, tornando o sistema LSF ainda muito menos conhecido. Entretanto, embora recente no país, com o desenvolvimento das indústrias e devida qualificação dos profissionais, as construções em aço estão cada vez mais ganhando notoriedade por meio da sua estrutura robusta, capaz de atender aos variados desafios construtivos, mas sem perder a delicadeza arquitetônica buscada na modernidade.

A construção industrializada, proposta por esse sistema de estruturas leves em aço, é uma das alternativas capazes de modificar o cenário econômico da construção civil no Brasil. O grande investimento em políticas públicas habitacionais voltadas estrategicamente para o desenvolvimento do país, trouxe consigo o surgimento de diversas empresas no setor, resultando em aumento de concorrência e necessidade de adaptação ao mercado com produtos cada vez mais exigidos em qualidade e menores custos (Silva, 2003). A mão de obra qualificada, racionalização da produção e cronogramas executados conforme o planejamento são características de sistemas industrializados, sendo a adoção de inovações tecnológicas a melhor maneira para desenvolver as empresas que busquem resistir aos seus competidores (Barros, 2017).

O sistema *Light Steel Framing* pode ser aplicado na construção de edificações residenciais unifamiliares, multifamiliares e comerciais de pequeno e médio porte. Além disso, é bastante empregado em sistemas de cobertura, podendo ser aliado aos sistemas construtivos tradicionais, bem como em unidades modulares (banheiros, cozinhas etc.), mezaninos e revestimento de fachadas.

A industrialização da construção é, segundo Franco (1992), responsável por elevar o controle de qualidade e gerenciamento em obras. A simplificação das etapas de execução, diminuição de problemas de interface por meio da prevenção em especificações de projeto, significativa redução de desperdícios em comparação à construção tradicional em concreto armado e alvenaria de bloco cerâmico, bem como rigoroso controle dos produtos na indústria durante o processo de fabricação são alguns dos fatores que caracterizam a construção em aço como eficiente, produtiva e de altíssima qualidade.

Os sistemas em *Light Steel Framing*, quando aplicados em edificações apresentam, segundo Crasto (2005) e Rego (2012), benefícios como: Maior durabilidade da estrutura em virtude do processo de galvanização das peças fabricadas; Leveza dos elementos estruturais, contribuindo para a montagem, manuseio e transporte; Alta resistência e controle de qualidade, aliando a maior precisão dimensional ao elevado desempenho da estrutura; Facilidade na execução de ligações devido ao processo de furação dos perfis ainda sob controle industrial; Alta velocidade de construção, tendo assim a diminuição do prazo de execução da obra e, conseqüentemente, a redução do custo de mão-de-obra; Emprego de materiais totalmente recicláveis (aço) e incombustíveis (lã de rocha e gesso); Elevado desempenho termoacústico em comparação com métodos de fechamento tradicionais, atingido pela combinação de materiais leves; Facilidade na produção dos perfis formados a frio (PFF), amplamente produzidos pelo setor industrial. Em contrapartida às vantagens, deve-se, principalmente, à falta de conhecimento técnico a grande resistência para a adoção desse sistema. Além disso, nem todas as cidades possuem fornecedores, tornando assim a compra de materiais de outra cidade ou estado oneroso para o método construtivo. A escassez de mão de obra especializada, desde o projetista estrutural aos responsáveis pela execução, também contribui para aumento do custo e da difusão desse tipo de solução. Além disso, observa-se que a barreira cultural é outro fator responsável para a baixa adoção do método, haja vista a priorização de estruturas convencionais em concreto armado em detrimento de novas técnicas.

Conforme Rego (2012), o princípio de funcionamento do sistema baseia-se na divisão da estrutura em uma grande quantidade de elementos, de maneira que cada um resista a uma pequena parcela da carga total aplicada. Em sua formação destacam-se elementos que caracterizam subsistemas estruturais, de instalações, isolamento e acabamento que, quando associados, atuam na resistência às solicitações mecânicas e dão forma à edificação. A estrutura, composta por perfis formados a frio (PFF) e pré-fabricados, distribui o carregamento em pequenas parcelas para que cada elemento, ou perfil, possa resistir aos esforços. Segundo Landolfoet al. (2002), o método de construção em LSF pode ser dividido, para edificações de

pequeno porte, em três categorias: Método stick, Método por painéis e Método de construção modular.

Método Stick

Consiste no corte dos perfis e montagem dos elementos como painéis, lajes, contraventamentos e tesouras no canteiro de obra (Figura 4). É comumente utilizado em locais onde a pré-fabricação não é inteiramente viável, podendo, porém, ter os perfis já perfurados para instalações de outros subsistemas (Barros, 2017).

Figura 4 - Construção pelo método *stick*



fonte: <http://www.steelhousecuritiba.com.br/>

Entre as vantagens desse método construtivo destacam-se (BARROS, 2017): Facilidade de transporte por não se ter peças tão grandes e que vão em partes; Simplicidade na execução de ligações dos elementos; e Desnecessidade de se ter um local para pré-fabricação.

Método por Painéis

O método baseia-se na pré-fabricação de painéis estruturais e não estruturais fora do canteiro de obra (Figura 5), além de elementos de contraventamento e tesouras de telhado que são transportados até o local para montagem convencional por meio de parafusos (Barros, 2017). O mesmo autor, para essa técnica, cita como principais vantagens: Relação similar ao concreto pré-moldado, minimizando o trabalho na obra; Maior velocidade na montagem da estrutura; Automação de tarefas; Controle de qualidade rigoroso durante a produção industrial como o aumento da precisão dimensional de cada elemento.

Figura 5 - Pré-fabricação de painéis e montagem no local (método por painéis)



fonte: <http://www.steelhousecuritiba.com.br/>

Método de Construção Modular

O método construtivo mais completo é executado por meio da pré-fabricação integral de unidades modulares, como pode ser observado na Figura 6, isto é, módulos com todos os acabamentos internos e externos, bem como louças e mobiliários. No canteiro de obra resta, portanto, a definição do posicionamento dos módulos conforme projeto arquitetônico, contribuindo para níveis altíssimos de produtividade.

Figura 6 - Unidade modular em fábrica



fonte: Venice, California Cube, projetada por MDesigns

Containers

O container é uma caixa retangular de chapas metálicas bem resistentes, constituída de metais não biodegradáveis, ou seja, são utilizados aço, alumínio ou fibra para a sua formação. A sua principal finalidade foi para transportar cargas em navios e trens, assim, obtendo uma maior economia com a redução do tempo nos processos (Barbosa *et al.*, 2017). Porém, por volta de 10 anos de vida útil esse material deve ser trocado, por conta da regulamentação e assim, o container não pode ser usado como transporte, portanto, suas peças são direcionadas para um destino adequado. Assim, o material que seria jogado fora, passa a ser usado para outras finalidades; na construção civil é reutilizado os containers para implantação de novos imóveis, como residências, lojas, restaurantes, a fim de reduzir os custos; os impactos ambientais, além

da sua rapidez na execução da obra, essa nova tendência de construção é viável principalmente para o meio ambiente (Figuras 8 e 9). É importante ressaltar que para a reutilização desses containers é necessário passar por processo químico, ou seja, o container passa por um procedimento de descontaminação para assim ser habitado (Barbosa *et al.*, 2017).

São caixotes com formato de retângulo feitas de aço, que são usados para transporta mercadorias, que foi criado por MalcomMcleanpara transportar cargas devido ao grande desperdício que era gerado pelo modelo de transporte da época, ele viu a necessidade de criar algo que tinha mais eficácia para diminuir a perda de produtos no transporte. O container é uma caixa retangular de chapas metálicas bem resistentes, constituída de metais não biodegradáveis, ou seja, são utilizados aço, alumínio ou fibra para a sua formação. A sua principal finalidade foi para transportar cargas em navios e trens, assim, obtendo uma maior economia com a redução do tempo nos processos. Porém, por volta de 10 anos de vida útil esse material deve ser trocado, por conta da regulamentação e assim, o container não pode ser usado como transporte, portanto, suas peças são direcionadas para um destino adequado. (Barbosa *et al.*, 2019)

Com passar do tempo e o desenvolvimento em todas as áreas e por ser um equipamento muito utilizado e com um custo baixo para produzir não era viável fazer o retorno desses contêineres, por tanto era mais barato criar novos. E vendo a necessidade de criar novas abrigos nos casos de desastres naturais, então começaram a utilizarem contêiner como moradia. Hoje já estão fazendo grandes projetos na construção civil por ser forte e barato rápido e principalmente por não utilizar recursos naturais ser torna um método sustentável.

A Construção em Contêiner consiste em uma obra mais limpa com redução de entulho e de outros materiais; rapidez na execução, pois leva geralmente entre 60 a 90 dias para ficar pronta; além da economia de recursos naturais já que o uso é menor de areia, tijolo, cimento, água, ferro (Barbosa *et al.*, 2019). Esse tipo de construção pode ser observada nas Figuras 7 e 8, onde aparece uma Loja de Xerox feita em um container próximo ao Centro Universitário Tiradentes, na cidade de Maceió.

Figura 7 – Vista Lateral da Loja de Xerox feita em um container próximo ao Centro Universitário Tiradentes



Fonte: Souza, 2016.

Figura 8 – Vista dos Fundos da Loja de Xerox feita em um container próximo ao Centro Universitário Tiradentes



Fonte: Souza, 2016.

É necessário frisar que há vários tipos de containers; os refrigerados: Insulated Container (IN), Integrated Reefer Container (RF / RH), Insulated Hanging Cargo (IH); Flat Rack Container (FR); Platform (PL); Tank; entre outros. Portanto, o que irá definir o modelo a ser utilizado é a situação de uso. Normalmente os mais usados na construção civil são os modelos Dry de 20 e 40 pés (Barbosa *et al.*, 2017). Há três tipos dessa categoria; o Dry de 20 pés, Dry de 40 pés e o Dry High Cube de 40 pés. Os mais comumente utilizados na arquitetura são os da categoria Dry de 20 e 40 pés, ambos com portas nas duas laterais. As dimensões externas do container Dry Standard de 20 pés são: 2,438 metros de largura; 6,06 metros de comprimento; e 2,59 metros de altura; suportando até 22,10 toneladas (Barbosa *et al.*, 2017).

O container de 40 pés possui as mesmas dimensões de largura e altura do mencionado anteriormente, diferenciando-se na medida de comprimento, tendo 12,92 metros e sendo projetado para suportar uma carga de até 27,30 toneladas. Os modelos Dry High Cube de 40 pés, também muito utilizados, possuem as medidas de 2,44 metros de largura, 2,79 metros de altura e 12 metros de comprimento. (Occhi, 2016). É de suma importância observar a placa de identificação do container, na qual, especifica-se o tipo, o lugar que foi fabricado, a data de fabricação, o que pode ser carregado.

Uma das principais vantagens da utilização do container na área de engenharia civil, além do reaproveitamento desse material que seria descartado, agredindo o meio ambiente por ser um produto não biodegradável, o container é um produto bastante resistente, pois, tem uma estrutura extremamente forte e segura, assim, pode-se ser construída uma residência de até nove andares tendo uma carga de 25 toneladas em cada andar (Barbosa *et al.*, 2017). O mesmo autor cita como desvantagens do uso de container na construção civil é a necessidade do conhecimento de todas as normas para a execução dessa técnica, portanto, precisa-se ter mão de obra especializada e bem qualificada. Além da limitação do terreno para a movimentação do guindaste para a locomoção dos containers.

Telhados Verdes

Conhecido também como cobertura verde, telhado vivo ou jardim suspenso, o telhado verde é uma técnica construtiva artificial para coberturas de habitações, edifícios ou estruturas de apoio. Ele consiste na aplicação de uma camada feita com gramíneas ou outras plantas, sobre uma base, podendo ser uma laje impermeabilizada ou um telhado convencional (Duarte 2017) p20.

“Geralmente são aplicados em telhados praticamente planos com inclinação aproximadamente de 5° para permitir o escoamento não muito rápido da água. Para telhados acima de 20° deverão ser tomadas outras providências para deter o fluxo de água como barreiras ou outras estruturas” (TOMAZ, pág. 7, 2008).

O telhado verde tem função de aumentar as áreas verdes melhorando o meio ambiente diminuindo a ilha de calor. Segundo Spangenberg (2004) o custo- benefício da solução compensa. Em sua pesquisa em convênio com a Universidade de São Paulo, o autor notou que a utilização em larga escala dos telhados verdes poderia reduzir 1oC ou 2oC a temperatura nas grandes cidades.

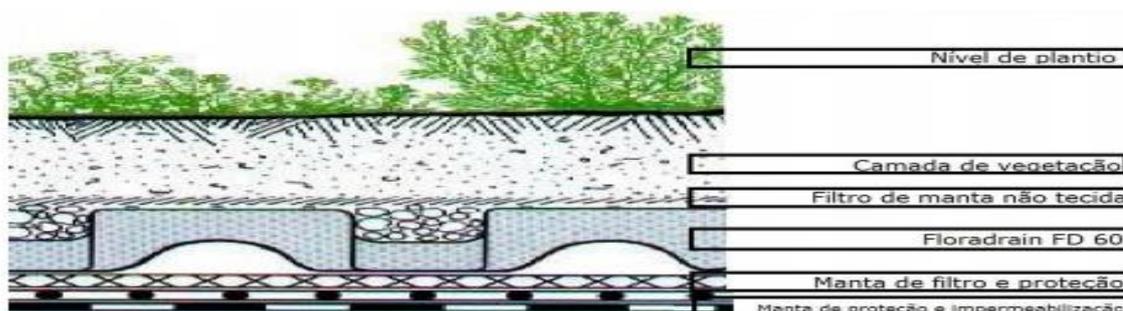
Em seu estudo, o autor determina que após a instalação de uma cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15°C influenciando no conforto térmico dos ambientes e, dependendo do tipo de telhado, da vegetação e da capacidade da área, a redução de carga térmica para o ar condicionado se aproxima de 240 kWh/m².

Para implantação do sistema, a obra exige a instalação de uma estrutura específica na cobertura da casa. Se o telhado for simplesmente uma laje, é preciso impermeabilizá-la; se for feito de telhas de cerâmica, é preciso retirá-las e colocar placas de compensado que servirão de base para a cobertura vegetal. Ali serão colocados a terra e o adubo para o crescimento das plantas. Mantas onduladas, para impedir que o substrato escorra, mantas de impermeabilização para evitar infiltrações na casa, e dutos de irrigação e drenagem também fazem parte do projeto de um telhado verde (Costa, 2011). Segundo autores, a manutenção do telhado verde deve ser feita uma ou duas vezes ao ano dependendo do telhado aplicado. Os telhados verdes intensivos requerem maior manutenção e serviço durante o ano, pois o solo tem de 150 mm a 300 mm e pode ter várias espécies de plantas e árvores. O prédio deve prever cargas que varia de 400kg/m² a 750kg/m². Já a vegetação extensiva, tem maiores aplicações. O solo varia de 25 mm a 127 mm de espessura e a carga necessária para a estrutura varia de 50kg/m² a 250kg/m².

Segundo Araújo (2007), dá-se preferência a plantas locais mais resistentes à chuva e à estiagem e que exijam pouca rega e poda. Plantas de porte baixo e crescimento lento também podem facilitar a manutenção, que é parecida com a de um jardim comum. Os telhados verdes trazem contribuições significativas para a sociedade e para as edificações. Os benefícios vão desde a melhoria das condições termo acústicas a fatores psicológicos que interferem no bem-estar das pessoas. No mesmo sentido, Costa (2011) afirma que como forma de suavizar as paisagens dos grandes centros urbanos, o telhado verde se torna uma solução eficiente para o aumento das áreas verdes havendo a possibilidade de criar jardins onde antes, não havia espaço. Esse é um dos fatores que tornam o telhado verde um sistema construtivo eficiente, já que recuperam um espaço desperdiçado e os torna habitáveis ampliando a área útil do imóvel.

É válido ressaltar que as coberturas verdes podem gerar benefícios em grande escala o que só será possível se a utilização desse sistema for mais utilizada. O telhado verde é composto por cinco (5) camadas (Figura 9).

Figura 9 - Corte esquemático de telhado verde extensivo



Fonte: Costa, 2011

Os telhados verdes podem auxiliar no isolamento térmico da edificação e, como consequência, auxiliar na conservação de energia. Substrato, planta, drenagem e estrutura são elementos fundamentais que influenciam no desempenho térmico de um telhado verde (Moody e Sailor, 2013). São inúmeras as vantagens obtidas com o uso do telhado verde, o “visual natural” é apenas uma de suas qualidades. A proteção a impermeabilização, retenção de água, isolamento térmico, melhoria do ambiente climático, hortas urbanas e formação de microssistemas, são algumas dos benefícios que se podem elencar com sua implantação (Dias 2016).

Análise da viabilidade econômica e ambiental dos métodos construtivos sustentáveis que são utilizados em edificações

A história do mundo mostra que a construção civil sempre existiu para atender as necessidades básicas e imediatas do homem sem preocupação com a técnica aprimorada em um primeiro momento. O homem pode ser qualificado diferencialmente dos demais seres vivos por inúmeras características, entre elas se inclui o dinamismo de produzir e transformar continuamente suas técnicas através de aperfeiçoamento e estudo contínuo dos resultados. A constituição das cidades exigiu qualificação e técnicas mais apropriadas e vantajosas para se construir edifícios cada vez mais sustentáveis. Surgem as edificações concebidas com responsabilidade social.

É urgente a identificação das características técnicas que propiciem a execução de um edifício ecologicamente correto tais como: condicionamento de ar, posicionamento de fachada em relação à nascente/poente do sol, destinação de resíduos sólidos, reuso de água dentre outros. Também, uma profunda reflexão das principais causas de um estudo preliminar inadequado ou apressado da fase inicial do projeto, tais como: falta de observação da orientação magnética, análise incoerente quanto ao correto uso da edificação, preocupação somente com questões financeiras construtivas sem projeção de custos de manutenção desta edificação.

A incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. Sua adoção é “um caminho sem volta”, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades (Corrêa e Vieira, 2019). Para tanto, o setor da construção precisa se engajar cada vez mais. As empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras. Elas devem fazer uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento.

Quando as construtoras projetam empreendimentos que utilizam materiais de construção sustentáveis, a economia e os benefícios não são mensurados apenas durante a obra mas, principalmente, no uso do imóvel. Se o ambiente tiver sido planejado para ser bem

ventilado o morador irá reduzir o uso de ar condicionado ou ventilador, poupando também recursos naturais. A sustentabilidade na construção civil está diretamente ligada ao bem-estar e ao conforto dos proprietários. Mais do que isso, uma obra que utiliza materiais de construção sustentáveis pensa nas pessoas e na natureza, ou seja, na comunidade em equilíbrio. Com a sustentabilidade na construção civil, empresa e sociedade ganham juntas. (Sienge 2014)

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável - CBCS e outras instituições apresentam diversos princípios básicos da construção sustentável, dentre os quais destacamos: aproveitamento de condições naturais locais, utilizar mínimo de terreno, e integrar-se ao ambiente natural implantação e análise do entorno, não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar, qualidade ambiental interna e externa, gestão sustentável da implantação da obra, adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários. Uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo; Redução do consumo energético, redução do consumo de água, reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos, introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável, educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo. O Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção (CIB) define a construção sustentável como:

(...)o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica (CIB, 2002, p.8).

É importante notar que o Conselho fala de “restabelecimento da harmonia”, isso porque muitos processos que privilegiavam o aproveitamento passivo de fatores naturais, como luz, calor, ventilação, entre outros, foram abandonados com o advento da energia elétrica e tecnologias de aquecimento e resfriamento artificiais.

Há espaço para o resgate de antigas tecnologias e processos para o aumento da sustentabilidade das edificações. Pequenas mudanças, adotadas por todos, podem trazer grandes benefícios sem grandes impactos no custo final do empreendimento. A noção de construção sustentável deve estar presente em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde sua concepção até sua requalificação, desconstrução ou demolição. É necessário um detalhamento do que pode ser feito em cada fase da obra, demonstrando aspectos e impactos ambientais e como estes itens devem ser trabalhados para que se caminhe para um empreendimento que seja: uma idéia sustentável, uma implantação sustentável e uma moradia sustentável.

A arquiteta Marta Romero aborda o tema numa perspectiva processual, trazendo o conceito para a cidade, ampliando a visão além da simples dimensão ecológica:

(...)a construção da sustentabilidade nas cidades brasileiras significa enfrentar várias questões desafiadoras, como a concentração de renda e a enorme desigualdade econômica e social, o difícil acesso a educação de boa qualidade e ao saneamento ambiental, o déficit habitacional e a situação de risco de grandes assentamentos, além da degradação dos meios construído e natural, e dos acentuados problemas de mobilidade e acessibilidade (Romero, p.55).

Marta Romero propõe um urbanismo sustentável baseado em premissas de desenho participativo, arquitetura da paisagem, bioclimatizo e eficiência energética.

A sustentabilidade emerge da integração de quatro elementos: Desenvolvimento econômico, que inclui habitação acessível, segurança pública, proteção do meio ambiente e mobilidade, inclusão social, reconciliando interesses para identificar e alcançar valores e objetivos comuns, previsão de objetivos em longo prazo (preservação para as gerações futuras).

Todos estes conceitos são importantes, e se complementam, uma vez que permitem uma compreensão do que vem a ser a sustentabilidade através de uma aproximação de seus múltiplos significados ao tema da Construção Civil. Com o uso exagerado de recursos, a preocupação com a sustentabilidade na construção civil é cada vez maior. Nesse cenário, a consciência sobre a importância do ecossistema equilibrado e a vontade de fazer diferente, pensando em um amanhã melhor, têm motivado a criação de novas alternativas. Com a oferta de materiais de construção sustentáveis, os profissionais da área e as construtoras vêm investindo esforços conjuntos para adotar materiais verdes e fazer uma gestão completa aplicando sustentabilidade na construção civil do começo ao fim da obra. (Sienge, 2016).

Outra importante consideração a se fazer está na definição da metodologia utilizada para encarar os problemas urbanos. Apesar dos avanços científicos que fornecem poderosas ferramentas de trabalho para o planejador, tais como programas de georreferenciamento, fotos aéreas tiradas de satélites, programas que permitem trabalhar simultaneamente várias disciplinas de planejamento; pode-se apontar como o maior obstáculo a ser vencido a maneira de pensar soluções para os mais graves problemas de nossas cidades.

Segundo dados da Sociedade de Pesquisa sobre Materiais Industriais Renováveis, publicados no site no ano de 2012 EcoDesenvolvimento, a construção de 1,7 milhões de casas com estruturas tradicionais de madeira, aço e concreto consome a mesma quantidade de energia que o aquecimento e a refrigeração de 10 milhões de casas por ano. Por exemplo, o emprego de material reciclado em programas de habitação popular, por exemplo, traz bons resultados. Os custos de produção da infraestrutura das unidades podem ser reduzidos. Porém, como o princípio econômico que viabiliza a produção de componentes originários do entulho é o emprego de maquinaria e não o emprego de mão-de-obra intensiva, nem sempre se pode afirmar que a sua reciclagem seja geradora de empregos (CORRÊA & VIEIRA, 2019).

Impactos em relação ao uso dos processos construtivos sustentáveis em edificações

O setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos do desenvolvimento sustentável, uma vez que, de acordo com o Conselho Internacional da Construção (CIB), é o que mais consome recursos naturais, utiliza energia de forma intensiva e gera significativa quantidade de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Além disso, visa proporcionar a qualidade de vida das pessoas por meio do espaço construído (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015). Assim, a construção sustentável consiste em um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, atendendo às necessidades de habitação do homem da atualidade e preservando o meio ambiente e os recursos naturais, a fim de garantir a qualidade de vida para as atuais e futuras gerações, conforme o Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA) (2013).

A construção sustentável implica que os princípios de desenvolvimento sustentável sejam aplicados ao ciclo de vida dos empreendimentos. O ciclo de vida corresponde à extração e ao beneficiamento da matéria-prima; ao planejamento, ao projeto e às construções de edificações e obras de infraestrutura; às demolições e ao gerenciamento de entulhos (INEG, 2014). Outro aspecto a ser considerado é a saúde e a segurança ocupacional e a qualidade de vida do trabalhador. De acordo com Motta e Aguilar (2009), é possível destacar alguns avanços em busca da aplicação dos princípios da sustentabilidade no setor da construção civil: o International Council for Research and Innovation Building and Construction (CIB) finaliza a Agenda 21 para construção sustentável, o United States Green Building Council (USBCG) cria o selo de certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) e o Conselho Europeu de Arquitetura produz o livro Green Vitruvius: Principles and Practices of Sustainable Architectural Design, todos em 1999.

Em 2000, o CIB cria a Agenda Setorial para Construção Sustentável para países em desenvolvimento. Em 2001, é finalizada uma obra de referência em construções sustentáveis, o Beddington Zero Energy Development (BedZED), na Inglaterra. Em 2002, o CIB o finaliza a Agenda 21 para construção sustentável para países em desenvolvimento. Ainda em 2002, a França lança seu programa de certificação de construções, assim como o Japão lança o seu, intitulado Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (Casbee). Em 2004, a Austrália finaliza seu sistema de certificação de construções ambientais, o National Australian Built Environment Rating System (Nabers). Em 2006, o arquiteto Norman Foster projeta a Cidade Carbono Zero ou Masdar City.

No Brasil, em 2007, foi criado o Green Building Council Brasil (GBCBrasil) como referência na avaliação e certificação de construções sustentáveis do LEED. Nesse mesmo ano, foi criado o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e lançado o selo ecológico para produtos e tecnologias sustentáveis IDHEA-Falcão Bauer. Em 2008, é lançado o selo brasileiro de certificação ambiental AQUA (Motta; Aguilar, 2009). Para a eficiência do processo de construção sustentável, é ainda relevante que sejam construídas normas e que estas sejam respeitadas. A ISO 14000, formulada pela *International Organization for Standardization* (ISO) propõe que a certificação e identificação dos produtos e serviços sejam padronizadas globalmente. A ISO também formulou outras normas voltadas à sustentabilidade, como a ISO 21930 (2007), Sustentabilidade na Construção Civil – Declaração Ambiental de Produtos para Construção, e a ISO 15392 (2008), Sustentabilidade na Construção Civil – Princípios gerais (Ibrahim, 2014).

Os princípios utilizados pelo Guia da Sustentabilidade na Construção, elaborado pela Câmara da Indústria da Construção (2008), mencionam que a construção sustentável deve estar presente em todo o ciclo de vida do empreendimento. Em cada fase da obra, é necessário que sejam apresentados os impactos ambientais e seus aspectos, a fim de solucionar tais problemas, considerando toda a cadeia produtiva. Assim, existem três condições fundamentais para que a construção da cadeia seja sustentável, conforme a Câmara da Indústria da Construção (2008): a primeira consiste no fato de que um projeto, para ser sustentável, precisa ter qualidade, minimizar os desperdícios e aumentar a durabilidade e a produtividade; a segunda compreende a eliminação da informalidade nos empreendimentos; e a última corresponde à busca constante pela inovação, mediante incorporação de tecnologias que a proporcionem no âmbito organizacional.

Para o IDHEA (2013), existem nove princípios para que haja a construção sustentável: planejamento sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia de água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo acústico; uso racional de materiais; e uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis. Nessa mesma linha, a Câmara da Indústria da Construção (2008), por meio do Guia da Construção, sustentável apresenta nove diretrizes: qualidade da implantação; gestão do uso da água; gestão do uso de energia; gestão de materiais e (redução de) resíduos; prevenção de poluição; gestão ambiental (do processo); gestão da qualidade do ambiente interno; qualidade dos serviços; e desempenho econômico, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Diretrizes para a Construção Sustentável

DIRETRIZES	DESCRIÇÃO
Qualidade da implantação	Ao iniciar uma obra, é necessário que o empreendimento avalie as condições externas do ambiente, de modo que possa desenvolver a perspectiva dos possíveis danos futuros causados ao meio ambiente, garantindo a viabilidade econômica, social e ambiental.
Gestão do uso da água	Antes de iniciar a construção, faz-se necessária uma avaliação dos recursos disponíveis no local, identificando a disponibilidade hídrica da área de implantação. Uma vez que o projetista dispõe dessas informações, ele tem maior capacitação para elaborar o projeto, buscando soluções viáveis às disparidades que possam existir.
Gestão do uso de energia	Conhecer a potencialidade energética auxilia na concepção do projeto, sendo preciso considerar variáveis humanas, climáticas e arquitetônicas. Por isso, um empreendimento deve oferecer conforto aos seus clientes, incluindo a possibilidade de aproveitar os recursos naturais disponíveis.
Gestão de materiais e (redução de) resíduos	A construção de uma obra deve preocupar-se com a correta utilização de materiais, assim como com a geração de resíduos, para que ambos possam ser reduzidos a partir do planejamento inicial da obra.
Prevenção de poluição	É necessário desenvolver mecanismos para aumentar a eficiência do uso de matérias-primas e insumos, como forma de minimizar a geração dos resíduos e maximizar o uso de materiais adequados, evitando, assim, a poluição.
Gestão ambiental (do processo)	Deve-se adotar políticas que permitam visualizar, em longo prazo (todas as etapas da obra), os possíveis danos que a construção poderá causar ao ambiente. Cabe, assim, tomar medidas preventivas para que os efeitos sejam evitados ou minimizados.
Gestão da qualidade do ambiente interno	O desenvolvimento do projeto sustentável deve considerar as características internas e externas do ambiente, como forma de oferecer conforto térmico e visual para o empreendimento.

Qualidade dos serviços	A qualidade nos serviços permite melhor desempenho, produtividade, e conseqüentemente, qualidade do produto final pra que o empreendimento possa ter o reconhecimento e aceitação dos clientes.
Desempenho econômico	A partir das diretrizes anteriores, o empreendimento terá benefícios econômicos, retorno financeiro aos investidores e competitividade em relação a concorrentes, por exemplo.

Fonte: Guia da Sustentabilidade da Câmara da Indústria da Construção (2008)

Diante do exposto, pode-se afirmar que, à medida que o setor da construção civil cresce, é necessário que as partes envolvidas busquem meios de criar procedimentos que viabilizem, de maneira real e efetiva, a adoção de práticas sustentáveis nas construções. Logo, é preciso investir em estudos que abordem os princípios da sustentabilidade, buscando aplicá-los. Conseqüentemente, os impactos gerados serão minimizados e o custo/benefício para as empresas serão maiores, resultando em sistemas produtivos que, ao longo dos anos, serão mais sustentáveis e competitivos.

5 CONCLUSÃO

Percebe-se que práticas sustentáveis na construção é uma tendência crescente no mercado. Uma vez que ela engloba desenvolvimento econômico, segurança, proteção ao meio ambiente e mobilidade. Contudo, também se percebe a necessidade uma maior pesquisa para que esta técnica se torne cada vez mais viável de modo real e efetivo. Isso se baseando na importância da minimização de impactos negativos e da necessidade de que está se torne mais competitiva. Foi descrito diferentes tipos de processos construtivos sustentáveis no decorrer do trabalho, além de uma análise de viabilidade econômica e ambiental deste e um estudo de impacto em relação ao uso dos processos construtivos sustentáveis em edificações. Pode-se notar que quando aplicados corretamente contribuem para o meio ambiente, além de proporcionar a diminuição dos custos para seus usuários. No entanto, apesar de todas as vantagens, concluiu-se que essas alternativas sustentáveis de aproveitamento de matérias recicláveis, ainda são pouco utilizadas no Brasil devido, principalmente, ao seu custo inicial elevado se comparado com os sistemas construtivos convencionais.

REFERÊNCIAS

- CBCS – Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. 2011. Disponível em: <catalogofstudies.uark.edu/4057.php>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- IBRAHIM, Jakob M. Um balanço de 20 anos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: IDHEA. Construção Sustentável. Disponível
- IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. Disponível em: <http://www.idhea.com.br/>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- INEG – Industrial Engineering. Catalogs of Studies. Disponível em: <http://
- KLEINDIENST, Elisabeth. Você Conhece o Tijolo Ecológico? São Paulo, jul. 2016. Disponível em: <http://arquiteturaek.com.br/voce-conhece-o-tijoloecologico/>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.

- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: Construção Sustentável, Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidadessustentaveis/urbanismosustentavel/constru%C3%A7%C3%A3osustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- MIXMAQUINAS: Máquina Tijolo Ecológico, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.mixmaquinas.com.br/maquinatijoloecologico.html>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- MOTA J. D., Oliveira D. F., De Sousa A. A. P., Laranjeira E., Monteiro M. R. S.. Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solocimento. 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólido, 2010
- MOTTA, Silvio R. F; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e Processos de Projetos Edificações, São Paulo, maio 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/viewFile/50953/55034>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- MURDOCH, C.; FIGUEIREDO, A. BEDZED. Caderno de Boas Práticas em Arquitetura - Eficiência Energética, 2009. p. 12 – 15. Disponível em: <<http://www.iabry.org.br/wp-content/uploads/2009/08/bedzed1.pdf>>. Acesso
- NAGALLI, A. Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- NASCIMENTO, Alberto. Saiba como selecionar materiais para a sua construção. Avaliação ambiental dos materiais deve estar sempre associada ao seu desempenho e vida útil. 2011. Disponível em: <<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/301/Saibacomoselecionar-materiaisparasuaconstrucao.aspx>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019. <<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/noticias/301/Saibacomoselecionar-materiais-para-suaconstrucao.aspx>>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.
- PEREIRA, P. I. Construção sustentável – o desafio. 2009. 122p. Monografia (Engenharia Civil), Universidade Fernando Pessoa. Porto/Portugal, 2009.
- PINHEIRO, M. D. Ambiente e Construção Sustentável. Instituto do Ambiente (atual Agência Portuguesa do Ambiente), Lisboa/Portugal. 2006. ISBN: 972-8577-32-X
- PISANI, M. J. Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo cimento. São Paulo: Sinergia, 2005.
- PLESSIS, C. du. A strategic framework for sustainable construction in developing countries. Construction Management and Economics, v. 25, p. 67–76, January, 2007.
- SACHS, Ignacy. O desenvolvimento sustentável: do conceito à ação. De Estocolmo a Johannesburgo. In: DOWBOR, Ladislau; TAGNIN, Renato Arnaldo. (organizadores). Administrando a água como se fosse importante: gestão ambiental e sustentabilidade. São Paulo: Senac São Paulo, 2005.
- SANTANA, W. B. Construção enxuta através da padronização dos processos de produção e planejamento de ações na construção civil. 2011. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil), Departamento de Tecnologia– Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana – BA, 2011.
- SERRADOR, M. E. Sustentabilidade em Arquitetura: referências para projetos. 2008. 268p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola Engenharia de São Carlos, São Carlos/SP, 2008.
- SHAYANI, R. A; OLIVEIRA, M. A. G; CAMARGO, I. M. T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. 2006. In: IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético (CBPE). Brasília DF, 2006. Anais eletrônicos.... Brasília DF, 2006. Disponível em: <http://www.gsep.ene.unb.br/producao/marco/sbpe_2006.pdf>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2019.