

SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

SUSTAINABILITY IN THE BUILT ENVIRONMENT

SOSTENIBILIDAD EN EL AMBIENTE CONSTRUIDO

Jhébica Zezak Rodrigues

Arquiteta e Urbanista (Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC)-Pós-graduada em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável – Uninter, inscrita no CAU-PR sob o número A72656-7. E-mail: jhessica.arquiteta@gmail.com

Rafael Lopes Ferreira

Gestor Ambiental (Faculdades Integradas Camões / PR), Especialista em Biotecnologia (Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR)), orientador de TCC do Centro Universitário Internacional Uninter.

RESUMO

As soluções para os problemas de sustentabilidade, virão de programas de Educação Ambiental ou de novas tecnologias conhecidas ou ainda por conhecer? Há alternativas que possam produzir mudanças significativas nas formas de produção para a redução dos impactos ambientais? Considerando esses questionamentos e a importância de avaliar ações e estratégias relacionadas à sustentabilidade no ambiente construído, trouxe-se à tona o tema, enfatizando o objetivo de aplicar essas alternativas na arquitetura sustentável, assim como nos projetos, no processo construtivo e também em toda a vida útil da edificação.

Palavras-chave: Sustentabilidade ambiental; Arquitetura sustentável; Impactos na construção civil.

ABSTRACT

Will the solutions to sustainability problems come from Environmental Education programs or from new or well-known technologies? Are there alternatives that can produce significant changes in production forms to reduce environmental impacts? Considering these questions and the importance of evaluating actions and strategies related to sustainability in the built environment, the theme was brought up, emphasizing the objective of applying these alternatives in sustainable architecture, as well as in projects, in the construction process and throughout the building's life.

Keywords: Environmental sustainability. Sustainable architecture. Impacts on construction.

RESUMEN

Las soluciones para los problemas de sostenibilidad, ¿vendrán de programas de Educación Ambiental o de nuevas tecnologías conocidas o por conocer? ¿Hay alternativas que puedan producir cambios significativos en las formas de producción de bienes para disminuir los impactos ambientales? Tomándose en consideración esas interrogantes y la importancia de la evaluación de acciones y estrategias relacionadas con la sostenibilidad del ambiente construido, se trajo a la luz el tema, con el propósito de aplicar esas alternativas en una arquitectura sostenible, así como en los proyectos, en el proceso constructivo y en toda la vida útil del inmueble.

Palabras-clave: Sostenibilidad ambiental; Arquitectura sostenible; Impactos en la construcción civil.

INTRODUÇÃO

Sabe-se o que ambiente construído vive um processo contínuo de inovação e globalização, atividades humanas essas que podem provocar grandes alterações nas condições climáticas do meio ambiente. Por isso, para se atuar em um mundo extremamente competitivo, é necessário adotar novas estratégias e apresentar caminhos a serem seguidos.

A arquitetura sustentável cria espaços e edifícios que buscam a qualidade de vida do ser humano, tanto no entorno desses ambientes como no seu interior. Eles estarão integrados às características locais do clima e da população, consumirão uma quantidade menor de energia possível para o conforto ambiental, e, como consequência, legarão um mundo menos poluído para as futuras gerações (CORBELLA, 2003).

A sustentabilidade deve vir acompanhada de algumas estratégias –apontadas neste estudo–, sobre a arquitetura sustentável, como a diversidade funcional, a utilização de iluminação e ventilação naturais, a gestão ecológica do ciclo da água, a utilização de energias renováveis, a aplicação de fachadas ventiladas, a captação de águas pluviais através do uso de cisternas, e o aproveitamento de energia solar através de placas solares e células fotovoltaicas.

Dentro deste contexto, busca-se avaliar o conhecimento sobre o tema através de pesquisas e revisões bibliográficas, e estudar a aplicação de técnicas e tecnologias sustentáveis na construção civil, buscando uma melhora na qualidade de vida.

SUSTENTABILIDADE

Desenvolvimento Sustentável

O ser humano desenvolve atividades produtivas, que envolvem tecnologias e sistemas, que acabam por agredir o meio em que vivemos, atingindo níveis de qualidade de vida indesejáveis. A vida urbana proporciona grandes impactos ambientais, aumenta o consumo energético e o aquecimento global e é responsável por algumas das catástrofes naturais. A conscientização e o comportamento sustentável são medidas que devem ser

adotadas nas cidades, diretamente relacionadas à melhoria da qualidade de vida, à redução do impacto ambiental e à preservação de recursos ambientais.

Donato (2008 p. 21) indica que o homem sempre precisou dos recursos naturais para a sobrevivência da sua espécie, mas a partir da Revolução Industrial a degradação ambiental vem adquirindo uma dimensão preocupante.

Dias (2002 p.21) também fala sobre os efeitos da Revolução Industrial, que desencadeou o processo de urbanização e graves consequências sobre o ambiente. Aponta a perda da qualidade ambiental, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, em diversas partes do mundo, com índices alarmantes de poluição nos grandes centros.

Donato (2008 p. 15) afirma que o modelo de ecologia que se conhece atualmente baseia-se no capitalismo, o qual promove cada vez mais a produção de bens de consumo com menor custo. Enfatiza que somente a partir de 1970 a preservação e conservação do meio recebeu atenção, pela existência de voluntários na sua defesa e pela inclusão de temas sobre o meio ambiente na palestra pública. De acordo com o mesmo autor, só entre o final do século XX e início do século XXI houve uma preocupação intensa com a preservação do meio ambiente, diretamente ligada ao gerenciamento de materiais e produtos em geral, que implicam em impacto ambiental.

Dias (2002 p.13) afirma que o crescimento da população se encontra na área urbana. As cidades atraem cada vez mais pessoas, que vivem em ecossistemas urbanos; a humanidade cresce, aumenta o consumo, as áreas verdes e as espécies diminuem, o solo e rios são degradados e a produção dos gases aumenta.

No ano de 1972, a Organização das Nações Unidas promoveu na Suécia uma Conferência sobre o Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo) que estabeleceu princípios sobre a preservação e melhoria do ambiente.

Com base no Relatório Brundtland – “Nosso Futuro Comum” (1987), chegou-se à definição de desenvolvimento sustentável, entendido como aquele capaz de satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem às suas. O desenvolvimento sustentável depende de programas, políticas e planos estratégicos. De acordo com Gilberto Montibeller F. (2007) o desenvolvimento está em um processo de transformação profunda, que rompe as barreiras econômicas e sociais, a partir das resoluções da ONU e da ECO-92, formalizadas na Agenda 21, cujo objetivo foi salientar e promover meios de conservação e proteção dos ecossistemas.

A conscientização é um fato recente; sabe-se agora que os recursos naturais não são infinitos. As mudanças que a consciência ambiental pode produzir, podem ser consideradas como uma espécie de revolução tecnológica e cultural semelhante ou de maior importância que a Revolução Industrial. Além da redução do consumo e do descobrimento de energias alternativas, deve-se trabalhar em função “também da conservação do nosso capital de recursos, ou melhor, do que nos resta para que as gerações futuras possam suprir suas necessidades”. (JOURDA 2009 p.01)

De acordo com Motta (2009), algumas ações diárias que geram impactos ao meio, podem ser amenizadas por metas a serem praticadas no ambiente construído e que proporcionam maiores índices de sustentabilidade. Essas práticas são divididas em três dimensões: ambiental, social e econômica, conforme as figuras I, II e III abaixo.

Figura I - Descrição das práticas de sustentabilidade no ambiente

DIMENSÃO AMBIENTAL		
Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Atmosfera	Mudança climática	Evitar gases causadores de efeito estufa (GHC)
	Dano a camada de ozônio	Evitar materiais cujo uso e/ou produção emitam substâncias nocivas a camada de ozônio.
	Qualidade do ar	Evitar poluentes do ar em áreas urbanas.
Solo	Poluição do solo	Evitar poluição do solo.
		Gestão do resíduo de construção.
	Agricultura	Seleção da área: evitar área de potencial agrícola.
	Florestas	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas.
		Usar madeira certificada.
	Desertificação e erosão	Cuidados na preparação do sítio.
Cuidados para drenagem natural do terreno.		
Urbanização e assentamentos	Seleção da área: direcionar crescimento urbano.	
	Seleção da área: priorizar vazios urbanos com infraestrutura.	
	Evitar densidades de ocupação baixas.	
Oceanos, mares e costa		Evitar poluição
		Ocupar adequadamente áreas litorâneas.
Água doce	Quantidade de água	Conservar e reduzir o consumo de água.
		Manter permeabilidade do solo.
	Qualidade da água	Tratar dos efluentes do ambiente construído.
Evitar efluentes geradores de eutrofização.		
Saneamento		Prever infraestrutura de saneamento básico: evitar poluição
Biodiversidade	Ecossistemas e espécies-chaves.	Seleção da área: evitar danos aos ecossistemas.
		Estudar o impacto ambiental.
		Conservar a vegetação.

Fonte: (adaptado de SILVA, 2003). MOTTA, 2009

Figura II - Práticas de sustentabilidade no ambiente construído

DIMENSÃO SOCIAL		
Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Justiça social	Erradicação da pobreza	Gerar empregos diretos e indiretos com salários adequados.
	Igualdade de gênero.	Reduzir desigualdade de salários e oportunidades para homens e mulheres.
	Relações trabalhistas	Política de remuneração justa.
	Comunidades locais	Uso de mão de obra local.
Educação	Capacitação técnica para sustentabilidade	Programas formais de treinamento.
	Alfabetização	Programas formais de alfabetização e melhoria de educação.
	Conscientização pública	Programas de divulgação.
Saúde	Qualidade do ambiente interno	Eliminar materiais com compostos orgânicos voláteis – COVs.
		Priorizar circulação natural de ar.
		Limpeza e renovação do ar.
	Saúde e segurança do trabalho	Proporcionar infraestrutura e equipamentos adequados.
		Proporcionar condições ergonômicas de trabalho.
		Política de redução de acidentes.
	Condições sanitárias	Acesso a abastecimento de água tratada.
Acesso a infraestrutura de coleta e tratamento de esgoto.		
Destinar apropriadamente o lixo e resíduos sólidos		
Infraestrutura urbana		Seleção da área: priorizar proximidade de parques e áreas de lazer públicas.
		Construir áreas públicas nos edifícios.
	Transporte	Incentivar o uso de transporte coletivo e/ou limpos (exemplo: bicicleta).
		Reduzir o impacto sobre o sistema viário e de transporte existente
	Habitação	Participar de política de redução do <i>deficit</i> habitacional.
		Participar de política de melhoria de habitações precárias, formais e informais.

Fonte: (adaptado de SILVA, 2003). MOTTA, 2009

Figura III - Práticas de sustentabilidade no ambiente construído

DIMENSÃO ECONÔMICA		
Meta geral	Meta específica	Práticas de sustentabilidade no ambiente construído
Estrutura econômica	Recursos e mecanismos financeiros	Investir em tecnologias mais eficientes e limpas. Financiar iniciativas, políticas e programas para aumento de sustentabilidade.
	Desempenho econômico	Aumentar a qualidade do produto e de processos.
		Aumentar o ciclo de vida do ambiente construído.
		Alocar eficientemente os recursos.
Padrões de produção e consumo	Consumo de materiais	Prever custos ambientais e sociais no valor final.
		Priorizar matérias com produção eficiente (menor desperdício e resíduos)
		Utilizar de modo eficiente os materiais
		Reduzir o desperdício e resíduos da construção.
		Gestão para melhoria da qualidade da construção.
		Aumentar a durabilidade dos materiais.
		Planejar a manutenção da edificação.
	Otimizar o uso do espaço: projeto.	
	Gestão de resíduos	Reutilizar e/ou reciclar componentes.
		Reutilizar e/ou reciclar resíduos de construção.
		Implantar programa de coleta seletiva durante a construção e no uso da edificação.
		Dispor adequadamente o resíduo de construção.
	Uso de energia	Projeto com estratégias de eficiência no consumo de energia.
		Reduzir o uso de energia durante a construção.
		Priorizar materiais com menor energia incorporada
		Utilizar energia renovável.
	Uso da água	Projeto com estratégias de eficiência no consumo de água.
Utilizar fontes alternativas de abastecimento de água: águas pluviais, reuso de água e outros.		
Programas de conscientização no uso da água		
Transporte	Priorizar materiais locais.	
	Priorizar mão de obra e serviços locais	
Divulgação	Instrumento de informação ao consumidor: <i>marketing</i> .	

Fonte: (adaptado de SILVA, 2003). MOTTA, 2009

Arquitetura Sustentável

A arquitetura sustentável conta com estratégias inovadoras, utiliza novas tecnologias com diretrizes formais e espaciais para os projetos e busca a eficiência energética durante toda a vida útil e principalmente na fase de construção de uma edificação.

Paulo Lisboa comenta em seu livro “Sustentabilidade nas obras e nos projetos” (2012, p. 25), que a sustentabilidade na construção civil é um caminho e todo seu processo criativo é desenvolvido por intenções que se renovam contínua e progressivamente; nesse processo, deve haver acordo entre cliente, contratante e indivíduos envolvidos no lugar onde o projeto será inserido. O arquiteto também salienta que a sustentabilidade não se enquadra em uma etapa do projeto, ela passa a ser uma alternativa que permeia todo o processo, e que a boa arquitetura será sustentável naturalmente.

Necessitamos de mudança de postura para harmonizar sustentabilidade e arquitetura. A sustentabilidade orientará os projetos naturalmente e a criatividade será mais estimulada na nova beleza da sustentabilidade (Paulo Lisboa – arquiteto e urbanista, membro do Conselho Deliberativo do CBS - Sustentabilidade nas obras e nos projetos: questões práticas para profissionais e empresas – São Paulo: Pini, 2012 p.26 e 27).

Souza (2005 p. 53) relata que toda e qualquer atividade humana deve respeitar as leis da natureza. Indica também que se deve exigir uma boa postura da sociedade frente ao uso dos recursos naturais e preservar o meio ambiente através do planejamento de ações e atividades sustentáveis.

Pode-se afirmar que atualmente o problema ambiental não poderá ser resolvido somente pela reciclagem; é preciso evitar o consumo ou consumir de maneira consciente, através de atitudes preventivas coletivas e/ou individuais. Neste contexto Donato (2008 p. 17) nos apresenta a matriz de atitudes ou matriz dos três erres (3R), que são: Reduzir o consumo, Reciclar e Reutilizar.

O ser humano, entre outras habilidades, cultivou o título de maior produtor de lixo do planeta. Em sua maioria, o ser humano tem o hábito inconsequente de não se preocupar com esse problema, que já atingiu uma dimensão de proporções mundiais. (DONATO, Vitorio 2008 p. 16)

A arquitetura e a engenharia em matéria de planejamento, urbanismo e infraestrutura consomem grande parte dos recursos naturais, mas graças ao avanço das

tecnologias, podem-se construir edifícios de baixo impacto ambiental, projetando-os de forma diferenciada, onde a estética esteja aliada a alternativas ecológicas. Paralela à construção, existe a recuperação dos espaços urbanos ociosos, para restaurar o equilíbrio das áreas de convivência e proporcionar novas áreas de convívio. (JOURDA 2009 p.01)

Naime e Sommer (2013 p.01) afirmam que a busca por melhorias em padrões de vida na sociedade está associada a um grande consumo de bens naturais e energia, que devolve à natureza quantidades significativas de resíduos que acabam por contaminar rios e solos e fazendo possível o esgotamento dos recursos naturais do planeta.

Vivemos um modelo de desenvolvimento insustentável, que se baseia em crescente consumo de recursos naturais, com uma conseqüente degradação e poluição ambiental. (NAIME, Roberto e SOMMER, Anelise Adriana 2013, p. 01)

De acordo com os mesmos autores, a construção civil é o setor onde mais se consomem matérias primas e recursos naturais; assume o papel do terceiro segmento responsável por emissões de gases poluentes, sendo os edifícios os principais responsáveis pelo impacto gerado à natureza.

Segundo Wines (2000 p. 05), as edificações são grandes consumidoras de recursos naturais; suas fontes de energia são combustíveis fósseis não renováveis que produzem impacto ambiental muito alto, como por exemplo o efeito estufa, que provocará um aumento do aquecimento global.

As cidades também refletem os danos ambientais causados pela civilização moderna; entretanto, os especialistas e os formuladores de políticas reconhecem cada vez mais o valor potencial das cidades para a sustentabilidade a longo prazo. Mesmo que as cidades gerem problemas ambientais, elas também contêm as soluções. Os benefícios potenciais da urbanização compensam amplamente suas desvantagens (Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), 2007).

Na fase de projeto, podem-se definir as dimensões do edifício, bem como “a qualidade de seu envoltório e de seus equipamentos e materiais a serem empregados. É nessa etapa que podemos atender as exigências relacionadas ao conforto e à saúde dos futuros usuários”. (JOURDA, 2009 p.50)

Uma edificação sustentável se caracteriza pelas prioridades levantadas desde o projeto arquitetônico até a gestão ambiental do canteiro de obras e do empreendimento. Com a necessidade de reduzir efeitos nocivos e impactos no entorno, a gestão ecológica se faz importante para reduzir a poluição sonora e ambiental sobre a vizinhança e os

trabalhadores. A gestão do empreendimento em seu ciclo de vida útil (decisões tomadas em projetos e empregadas durante a obra), garante o máximo de economia de energia e de água potável. (MULLER-GAUZIN, 2010 p. 15)

Conceitos e Definições para uma Arquitetura Sustentável

Faz-se necessário considerar todos os critérios, conceitos e definições de um desenvolvimento sustentável na construção civil. A sustentabilidade inserida no espaço urbano é uma ferramenta de grande importância na conscientização e mudança de atitudes. Cabe ao arquiteto ou profissional relacionado ao projeto identificar, classificar e hierarquizar as limitações urbanas, funcionais, técnicas, normativas e possuir uma definição clara e objetiva dos principais conceitos de sustentabilidade, conforme os itens abaixo relacionados por Jourda (2009 p.78 a 84):

- **Balanco de carbono:** Contabilização as emissões de gases estufa. (JOURDA, 2009 p.78)
- **Balanco energético:** É uma ferramenta de contabilização do consumo e da produção de energia em um edifício. (JOURDA, 2009 p.78)
- **Ciclo de vida:** É a decomposição de todas as fases de vida de uma construção, desde sua concepção até sua demolição. (JOURDA, 2009 p.79)
- **Desenvolvimento sustentável:** “Um desenvolvimento sustentável é o que atende as necessidades das gerações do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender as suas próprias necessidades” Definição extraída do Relatório de Brundtland. (JOURDA, 2009 p.80)
- **Energia final:** É a energia consumida (gás, eletricidade, aquecimento). (JOURDA, 2009 p.80)
- **Energia positiva:** Quando um determinado edifício produz mais energia (elétrica, calor) do que consome. (JOURDA, 2009 p.81)
- **Energia renovável:** É uma energia regenerada naturalmente. (JOURDA, 2009 p.81)
- **Inércia térmica:** É a capacidade de um edifício em absorver e depois restituir o calor de maneira difusa. (JOURDA, 2009 p.82)
- **Gases de efeito estufa:** São componentes gasosos que contribuem com suas propriedades físicas para efeito estufa, impedindo que raios solares escapem da atmosfera terrestre. (JOURDA, 2009 p.83)
- **Pegada ecológica:** É utilizada para mensurar o impacto das atividades. O desenvolvimento sustentável visa absorver ou reduzir ao máximo a pegada ecológica das nossas atividades. (JOURDA, 2009 p.84)

ESTRAT EGIAS DE PROJETO SUSTENT AVEL

Expansão Urbana

Jourda (2009 p.04) menciona que “a expansão urbana   uma das causas mais importantes de emissão do efeito estufa”. E que “a escolha do lugar de implanta o de um edifício   estratégica. Ela condiciona de forma considerável (em até 30%), o cáculo de pegada ecológica do edifício”.

Segundo a defini o de desenvolvimento sustentável, a igualdade de oportunidades entre as diferentes gera es e classes sociais constitui um elemento crucial de valoriza o de um projeto. O acesso a equipamentos escolares, creches, serviços públicos administrativos, comércio, equipamentos esportivos e culturais representa a garantia da qualidade de vida, da igualdade de oportunidades e, conseqüentemente, da paz social. (JOURDA, Françoise-H l ne p.07)

Jourda (2009 p.21) enfatiza que se deve analisar e pensar em decisões estratégicas desde os primeiros estudos de uma edifica o, pois   preciso estar atento “  volumetria,   orienta o solar e   implanta o no terreno. Essas diretrizes determinarão a capacidade do edifício para reduzir sua pegada ecológica”. Uma orienta o solar inadequada, ou um mal posicionamento no terreno, acarretará ou comprometer  o balanço energético.

Uso Racional de Energia

Agopyan e John (2011 p.128) estabelecem que o consumo de energia aumenta cada vez mais na sociedade moderna. Sabe-se que toda gera o de energia origina um impacto ambiental, sendo que mais de 80% da energia se produz a partir de fontes combustíveis fósseis.

O Brasil se encontra em uma situa o favorável, pois possui uma matriz de gera o de eletricidade renovável –as hidroelétricas. Agopyan e John (2011 p.128) apontam que mesmo com uma fonte de energia renovável, há impactos associados   produ o dos sistemas geradores, como por exemplo a destrui o de biomas pelas constru es de lagos e também pela necessidade de transporte de alguns materiais e equipamentos em longas distâncias.

As edificações devem ser implantadas de acordo com a orientação solar de forma diferente em cada zona climática e sua forma e envoltórios também devem levar as trajetórias solares em consideração. (JOURDA, 2009 p.23)

Agopyan e John (2011 p.129) apontam que “a economia de energia é também relevante do ponto de vista econômico, pois o investimento de energia é elevado”.

Uma importante estratégia de economia de energia é a utilização de ventilação natural, pois os sistemas de ventilação podem representar de 20 a 60% das despesas energéticas de uma edificação, particularmente durante o verão. (MULLER-GAUZIN, 2010 p.15). Tem-se a maior temperatura e umidade que no exterior, em ambiente construído e ocupado, devido à perda de calor e umidade. Deve-se, portanto, promover o movimento do ar e sua renovação para remover a umidade em excesso, dissipar a energia térmica da edificação e aumentar o conforto térmico (CORBELLA, 2003 p.18).

São algumas das principais estratégias para uma boa ventilação: com o posicionamento correto de um prédio, pode-se conseguir em seu interior corrente de ar, que compatibiliza com a melhor localização em relação às trajetórias solares; posicionar os edifícios de maneira a desviar o vento; estudar as divisórias internas de maneira que apresentem o menor obstáculo possível ao deslocamento do ar, e outros. (CORBELLA, 2003 p.20).

Através de proteções como vidros com fator de proteção solar, que limitam aportes de energia, brises, quebra-sóis e persianas, pode-se controlar a insolação direta evitando o desconforto ocasionado pelo aquecimento excessivo do ambiente. Outras alternativas como painéis verdes (proteção vegetal) e toldos são medidas encontradas. Vale lembrar que o aproveitamento da energia solar passiva aumenta a autonomia do edifício e reduz o consumo de energia. (MULLER-GAUZIN, 2010 p.100).

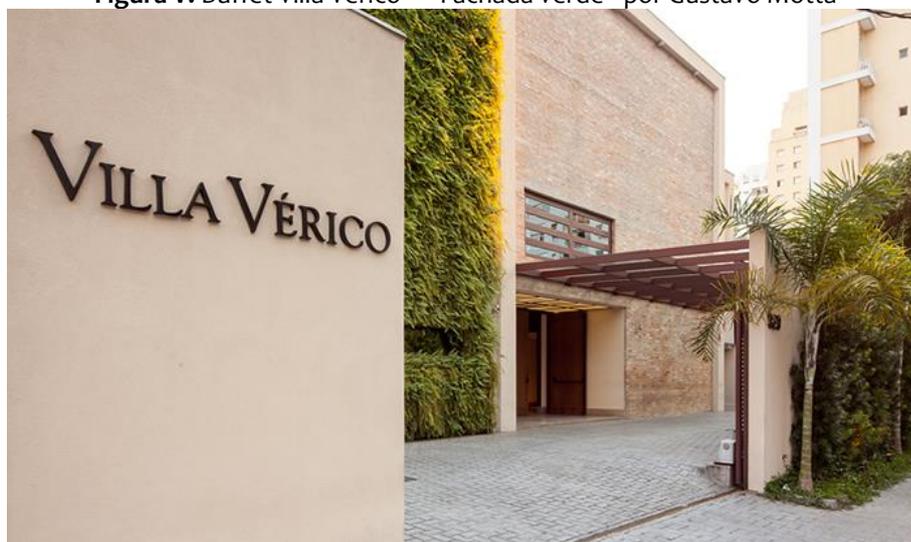
Figura IV - Uso de brises na fachada – Casa Delta, Bernardes Arquitetura



Fonte: Galeria da Arquitetura

Para aplicação dessas alternativas acima, o conhecimento do desempenho t ermico do edifício, bem como das propriedades t ermicas dos materiais,   necessário, pois influenciar  no conforto ambiental do empreendimento e de seus usuários. (CORBELLA, 2003 p.31)

Figura V: Buffet Villa V rico – “Fachada verde” por Gustavo Motta



Fonte: Galeria da Arquitetura

Deve-se considerar que existem superfícies que são mais ensolaradas que outras conforme as regiões, as quais precisam de proteção com elementos externos (descritos acima) para retardar a propagação da onda de temperatura pela parede e para que não cheguem altas temperaturas ao interior do edifício. (CORBELLA, 2003 p.42)

O uso de energias renováveis está relacionado com técnicas utilizadas há muitos anos, e agora mais, devido a tecnologias mais eficientes e produtivas, tais como bombas de calor, coletores solares para produção de água quente, células fotovoltaicas e usinas eólicas e outros. (MULLER-GAUZIN, 2010).

Segundo o autor acima, entre as formas mais utilizadas de obtenção de energia renovável estão: A calefação termodinâmica, a biomassa de madeira, o biogás, e a energia eólica.

Figura VI: Biblioteca com fachada revestida de painéis fotovoltaicos



Fonte: Sustentarqui

A energia solar é proveniente da luz solar, há diferentes tecnologias desenvolvidas com a mesma fonte. O aquecimento solar através dos produtos fotovoltaicos deve se adaptar às exigências do projeto quando integrado aos edifícios, e é considerado fonte de energia renovável e sustentável. A energia solar é fonte de energia inesgotável do ponto de vista humano, possui diversas formas de aproveitamento como: energia solar térmica (geração de energia térmica ou elétrica), coletor solar ou aquecedor solar (aquecimento de água) e a energia solar heliotérmica (calor da energia solar na geração de energia elétrica).

Figura VII: Concentradores parabólicos e torres de concentração solar – CSP

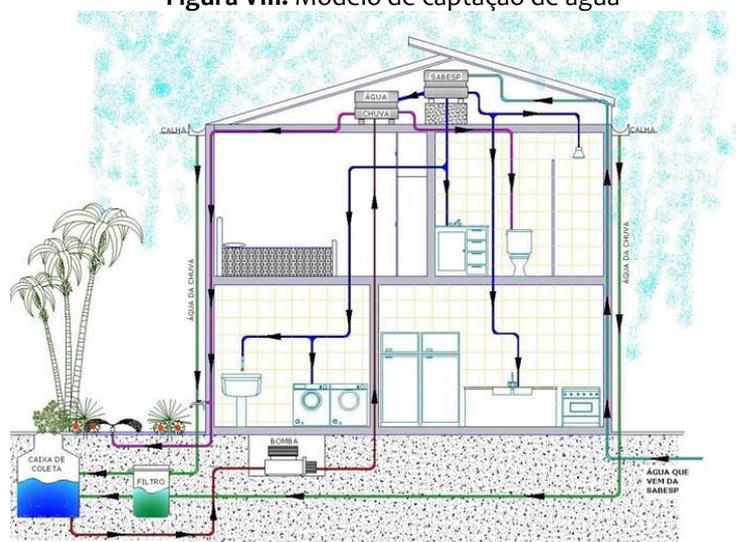


Fonte: Portal Solar

Uso Racional de Água

O gerenciamento do ciclo da água, no setor da construção civil, conta com diversas medidas que podem ser adotadas tais como: redução do consumo graças a equipamentos econômicos e a um comportamento responsável; recuperação das águas de chuva; plantio de vegetação nas coberturas; tratamento natural das águas servidas; criação de ecossistemas. (MULLER-GAUZIN, 2010).

Figura VIII: Modelo de captação de água



Fonte: Ecohabitar Arquitetura e Construção

“Além da reutilização da água durante a obra (em lavagens de canteiros, caminhões e calçadas, entre outros), a redução do consumo em um empreendimento pode começar ainda na fase de projeto e definição do produto -com técnicas da chamada

construção seca, por exemplo- e seguir até a etapa de especificação de equipamentos que permitam o uso racional pelo cliente final.” (CICHINELLI, 2015)

Figura IX: Captação e reúso da água da chuva
COMO FAZER A CAPTAÇÃO E REÚSO DA ÁGUA DA CHUVA?



Fonte: Ecoeficientes – Construção Sustentável

A reutilização de águas pluviais é uma alternativa mais acessível, por fazer o uso de tecnologia mais simples. Esse tipo de água permite a utilização na rega de áreas verdes, nas caixas de descarga sanitárias e na limpeza. O prazo de retorno de uma instalação corretamente executada varia em geral entre três e dez anos, de acordo com o tamanho da cisterna e o uso dado à água reciclada. (MULLER-GAUZIN, 2010).

Deve-se partir de uma instalação técnica bem projetada e corretamente executada. Os sistemas mais seguros e mais eficazes compreendem: recuperação da água que escoar das coberturas; filtragem com sistemas autolimpantes antes de chegar à cisterna; instalação, no interior do reservatório, de duas etapas de depuração que não necessitem de manutenção; conservação da água em um local fresco e sombreado; e emprego de bombas de baixo consumo de energia para a distribuição da água reciclada”. (MULLER-GAUZIN, 2010, p. 119).

Certificações Ambientais

Por ser a construção civil uma grande geradora de resíduos e emissora de poluentes, se criaram –através das organizações públicas e privadas–, normas e selos certificadores para redução dos impactos produzidos por esse setor.

De acordo com Agopyan e John (2011 p.131), as certificações são um instrumento de comunicação que informam ao consumidor que determinado produto, serviço e sistema atende aos requisitos mínimos de uma especificação. Elas têm sido uma ferramenta popular, também conhecida na área da qualidade. No Brasil aplicam-se duas certificações importadas que, de acordo com a arquiteta Juliana Rangel (sócia e fundadora da SustentArqui, 2014), podem ser definidas como:

- O *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)*, aplicado pelo GBC Brasil; criado em 1993. Certificação: novas construções ou grandes projetos de renovação e manutenção de edifícios já existentes, entre outros.
- *Haute Qualité Environnementale*, aplicado pela HQE, no Brasil apresentado como Alta Qualidade Ambiental – AQUA; criado em 2007. Certificação: Edifícios habitacionais, escritórios e edifícios escolares, hospedagem, loteamentos, e etc.
- A Caixa Econômica Federal oferece a certificação Selo Casa Azul de Construção Sustentável. Criado em 2008. Certificação: Edifícios habitacionais.
- O Procel Edifica (Ministério de Minas e Energia e das Cidades e de Universidades e Centros de Pesquisas), criado em 2003. Certificação: Para edifícios comerciais de serviços e residências.

Figura X: Tabela com a certificação LEED

CERTIFICAÇÃO LEED (GREEN BUILDING COUNCIL)			
	Menos de 4.645 m ²	4.645 – 46.451 m ²	Mais de 46.451 m ²
LEED 2009, nova construção, interiores comerciais, escolas, certificação Core & Shell completa	Taxa fixa	Baseado na metragem quadrada*	Taxa fixa
Auditoria de projetos			
Membros USGBC	US\$ 2,000	US\$ 0.4306/m ²	US\$ 20,000
Não membros	US\$ 2,250	US\$ 0.4844/m ²	US\$ 22,500
Taxa especial*	US\$ 5,000, independentemente da área		
Auditoria da obra			
Membros USGBC	\$500 US\$ 500	US\$ 0.1076/m ²	US\$ 5,000
Não membros	\$750 US\$ 750	US\$ 0.1615/m ²	US\$ 7,500
Taxa especial *	US\$ 5,000, independentemente da área		
Auditoria de projeto e obra juntos			
Membros USGBC	US\$ 2,250	US\$ 0.4844/m ²	US\$ 22,500
Não membros	US\$ 2,750	US\$ 0.5920/m ²	US\$ 27,500
Taxa especial*	US\$ 10,000, independentemente da área		
LEED-EB-OM para os edifícios existentes	Taxa fixa	Baseado na metragem quadrada	Taxa fixa
Auditoria para certificação inicial			
Membros USGBC	US\$ 1,500	US\$ 0.3229/m ²	US\$ 15,000
Não membros	US\$ 2,000	US\$ 0.4306/m ²	US\$ 20,000
Taxa especial*	US\$ 10,000, independentemente da área		
Auditoria para recertificação			
Membros USGBC	US\$ 750	US\$ 0.1615/m ²	US\$ 7,500
Não membros	US\$ 1,000	US\$ 0.2153/m ²	US\$ 10,000
Taxa especial *	US\$ 10,000, independentemente da área		
LEED para Core & Shell: pré-certificação	Taxa fixa		
Membros USGBC	US\$ 3,250		
Não membros	US\$ 4,250		
Taxa especial *	US\$ 5,000		
CIRs (para todos os sistemas de classificação)			

Fonte: Revista Técnica Digital-Pini

O processo de certificação torna-se eficaz para uma grande redução do consumo de energia elétrica, mas implica em um certo custo ao empreendedor; existem, ainda, investimentos adicionais em um projeto e construção, decorrentes do processo de certificação. (SOUZA, 2005 p.30)

Figura XI: Edifício Eldorado Business Tower, projeto do escritório



Fonte: Vitruvius

No Brasil, segundo a revista Vitruvius, 2012, existiam vinte e três edifícios certificados pelo LEED Brasil e aproximadamente 50 unidades estão em processo de adquirir a certificação. O primeiro a receber o certificado Platinum foi o edifício Eldorado Business Tower em São Paulo em 2009.

Figura XII: Edifício Eldorado Business Tower – foto da fachada frontal com a grelha estrutural e vedac o diferenciada de vidro



Fonte: Vitruvius

METODOLOGIA

O método utilizado consistiu em uma pesquisa de natureza exploratória, com levantamento de dados e estratégias necessárias para possíveis aplica es em projetos por meio da análise do comportamento adotado pela sociedade na constru o civil. O estudo esteve focado nas a es e no comportamento humano.

Para isso, seguiram-se as seguintes etapas: pesquisa sobre aspectos históricos e tecnológicos e principais métodos sustentáveis, por meio de levantamento de referenciais teóricos, realizados em consulta de livros e sites de arquitetura.

O foco deste trabalho   oferecer conhecimento teórico sobre sustentabilidade na constru o civil, baseado na diversidade de dados existentes; promover a discussão sobre a sustentabilidade relacionada ao modelo econ mico atual; estudar métodos gerais que promovem a síntese entre conhecimento e sustentabilidade.

CONSIDERA ES FINAIS

O conceito de sustentabilidade e a aplica o dos princípios de arquitetura sustentável estão sendo discutidos e difundidos amplamente ao longo dos últimos quarenta anos. Paralelo a isso, ainda se podem notar no meio urbano diversas situa es

“não sustentáveis” como: o desperdício e elevado consumo de energia elétrica, lançamento de esgoto em rios e cursos d’água, lixões a céu aberto. Mesmo com muitas informações disponíveis, não há um entendimento amplo e profundo sobre a importância do desenvolvimento sustentável e de suas práticas, muito menos uma medida direcionada e integrada de sustentabilidade.

São notáveis os esforços coletivos e individuais, assim como de alguns setores empresariais que buscam ações e alternativas sustentáveis para a solução dos problemas urbanos. A sociedade precisa de um caminho, uma direção que responda às questões, e a sua participação é fundamental no processo do desenvolvimento.

Como outra forma de garantir a eficiência energética e sustentabilidade de uma edificação, deve-se realizar um processo de certificação que avalie as condições do projeto e permita uma operação ambientalmente sustentável da construção civil ao longo da sua vida útil.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

CORBELLA, Oscar. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003.

DONATO, Vitório. **Logística verde**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2008.

DIAS, Genebaldo Freire. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana**. São Paulo: Editora Gaia, 2002.

JOURDA, Françoise-Hélène. **Pequeno manual do projeto sustentável**. Barcelona: Editora Gustavo Gilli, 2009.

LISBOA, Paulo. **Sustentabilidade nas obras e nos projetos: questões práticas para profissionais e empresas**. São Paulo: Editora Pini, 2012.

MULLER-GAUZIN, Dominique. **Arquitetura ecológica**. São Paulo: Editora SENAC, 2010.

MONTIBELLER, F. Gilberto. **Empresas, desenvolvimento e ambiente: diagnóstico e diretrizes de sustentabilidade**. São Paulo: Editora Manole, 2007.

MOTTA, R. F. Silvio. **Sustentabilidade na construção civil: crítica, síntese, modelo de política e gestão de empreendimentos**. Belo Horizonte, 2009.

NAIME, Roberto e SOMMER, Anelise Adriana. **Uso de pr aticas de sustentabilidade em pr edios residenciais**. Novo Hamburgo, 2013.

SOUZA, Jadir Cirqueira de. **A o civil pública ambiental**. São Paulo: Editora Pillares, 2005.

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

CICHINELLI, Gisele. A constru o civil e a falta d' gua. 2015. ARCOWEB. Publicado originalmente em **Finestra** na Edi o 91.

<<https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/ecoeficiencia-construcao-civil-falta-agua>> Acesso em 15 de janeiro de 2016.

ECOHABITAR <http://www.ecohabitararquitetura.com.br/captacao_agua.html> Acesso em 28 de janeiro de 2016.

ECOEICIENTES <<http://www.ecoeficientes.com.br/new/wp-content/uploads/2014/02/COMO-CAPTAR-AGUA-DE-CHUVA>> Acesso em 28 de janeiro de 2016.

GALERIA DA ARQUITETURA

<<http://www.galeriadaarquitetura.com.br/projetos/referencias-ambientes-d/84204/85/2212/1>> Acesso em 15 de janeiro de 2016.

IPOG. **Revista Especialize On-line** - <http://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=conceito-sustentavel-na-decoracao-de-interiores-14161367.pdf>. Goiânia - 5  Edi o n  005 Vol.01/2013 – julho/2013.

PORTAL SOLAR <<http://www.portalsolar.com.br/o-que-e-energia-solar.html>> Acesso em 15 de janeiro de 2016.

REVISTA TÉCHNE DIGITAL. <https://loja.pini.com.br/index.php/produto/techne-anual/> Acesso em 20 de janeiro de 2016

SUSTENTARQUI - <<http://sustentarqui.com.br/construcao/integracao-da-energia-solar-eletrica-na-arquitetura/>> Acesso em 20 de janeiro de 2016

TABELA CERTIFICA O LEED <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/162/40-perguntas-certificacoes-286744-1>> Acesso em 28 de janeiro de 2016.

UNFPA - **Fundo de Popula o das Na es Unidas** <<https://brazil.unfpa.org/>>

VITRUVIUS <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos>> Ed. 140/2012 - Acesso em 25 de janeiro de 2016.