

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
MARINA PANTANO ALVES

**FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: ARQUITETURA COMO GERADORA
DE RESÍDUOS E A SUSTENTABILIDADE**

CASCABEL
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG
MARINA PANTANO ALVES

**FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: ARQUITETURA COMO GERADORA
DE RESÍDUOS E A SUSTENTABILIDADE**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Arquitetura e Urbanismo, da FAG,
apresentado na modalidade Teórico-
conceitual, como requisito parcial para a
aprovação na disciplina: Trabalho de Curso:
Qualificação.

Professor Orientador: Tainã Lopes Simoni

CASCADEL
2018

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

MARINA PANTANO ALVES

**FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS: ARQUITETURA COMO GERADORA
DE RESÍDUOS E A SUSTENTABILIDADE.**

Trabalho apresentado no Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação da Professora arq^a Tainã Lopes Simoni.

BANCA EXAMINADORA

Professora Orientadora
Centro Universitário Assis Gurgacz
Professora arq^a Tainã Lopes Simoni

Prof. Msc. Cassia Rafaela Brum Souza
Centro Universitário Assis Gurgacz
Arquiteta e Urbanista

Cascavel/PR, 29 de maio de 2018

RESUMO

A sustentabilidade é um assunto que vem sendo discutido a cada dia com mais frequência no decorrer dos anos. A realidade contemporânea é que há o crescimento descontrolado das cidades faz com que haja o uso de materiais e técnicas que acarretam em um elevado grau de desperdício e não otimiza os custos energéticos. Tendo isso em vista, este trabalho busca encontrar uma metodologia de projetos, analisando empreendimentos que já possuam uma arquitetura mais ecológica, buscando trazer soluções para a prática de elaboração de projetos sustentáveis, demonstrando que esta modalidade, além de ser necessária e correta socialmente pode ser também atraente quando se trata de questões estéticas e conceituais. Desse modo, é necessária esta pesquisa para responder o questionamento inicial “Sendo a arquitetura uma grande geradora de resíduos, existem medidas sustentáveis possíveis para aplicar a prática diária de projeto e execução de obras?”. Contudo, como objetivo geral este trabalho visa elaborar um estudo sobre como a arquitetura gera resíduos e propor a partir disso uma metodologia, que ao ser aplicada no processo de elaboração do projeto, auxilie os profissionais da área na minimização dos impactos da construção e priorize a sustentabilidade. Já como objetivos específicos foram subdivididos em a) Introduzir o tema através de pesquisas bibliográficas; b) Pesquisar e conceituar arquitetura sustentável; c) Pesquisar sobre metodologias de elaboração de projeto arquitetônico; d) Analisar obras sustentáveis e identificar padrões de projeto; e) Responder o questionamento inicial, refutando ou validando a hipótese.

Palavras chave: Sustentabilidade, arquitetura sustentável, arquitetura ecológica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exigências funcionais de uma edificação

Figura 2. BMW Welt

Figura 3. Painéis solares

Figura 4. Eurobusiness

Figura 5. Jatobá Green Building

Figura 6. Centro Cultural Max Feffer

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	07
 2. FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS.....	10
2.1 HISTÓRIAS E TEORIAS.....	10
2.2 METODOLOGIAS DE PROJETO.....	12
2.3 URBANISMO E PLANEJAMENTO URBANO.....	15
2.4 TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO.....	17
2.5 SURGIMENTO DA ARQUITETURA.....	18
2.6 HISTÓRIA DAS CIDADES E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	19
2.7 ARQUITETURA MODERNA.....	20
 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DIRECIONADA AO TEMA DE PESQUISA.....	22
3.1 ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA.....	22
3.1.1 Sustentabilidade.....	23
3.1.2 Arquitetura Sustentável.....	24
3.1.3 Arquitetura Bioclimática.....	26
3.1.4 Arquitetura Verde.....	27
3.2 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS.....	28
3.2.1 Coberturas Verdes.....	28
3.2.2 Minimização do consumo energético.....	29
3.2.3 A escolha dos materiais e a sustentabilidade.....	32
3.3 GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS.....	33
3.3.1 Reciclagem.....	35
 4. CORRELATOS.....	36
4.1 BMW Welt – Munique – Alemanha.....	36
4.1.1 Apresentação da Obra.....	37
4.1.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis.....	37
4.2 EUROBUSINESS – Curitiba – Brasil.....	38
4.2.1 Apresentação da Obra.....	38
4.2.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis.....	39
4.3 JATOBÁ GREEN BUILDING – São Paulo.....	39
4.3.1 Apresentação da Obra.....	39

4.3.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis.....	39
4.4 CENTRO CULTURAL MAX FEFFER – Pardinho – SP.....	40
4.4.1 Apresentação da Obra.....	40
4.4.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis.....	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
6. REFERÊNCIAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa refere-se ao Trabalho de Conclusão do Curso de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário FAG – TC CAUFAG, no grupo de pesquisa: GUEDAU – Estudos e discussões de arquitetura e urbanismo tendo como assunto principal a geração de resíduos na arquitetura e a sustentabilidade.

A cada dia que passa, é possível perceber a necessidade de se desenvolver um mundo mais sustentável. A arquitetura é considerada protagonista quando se trata de sustentabilidade. É possível notar com frequência que profissionais da área buscam realizar estudos para trazer alternativas ecológicas e bioclimáticas para a prática na realização de projetos e execução de obras. Sendo assim, a sustentabilidade se apoia em três bases: preservação ambiental, viabilidade econômica e valorização social. Do mesmo modo, as construções sustentáveis buscam minimizar os impactos causados ao meio ambiente, ser financeiramente viáveis e promover o desenvolvimento social, oferecendo condições de conforto e usabilidade aos ambientes projetados.

Sendo assim, este trabalho se justifica no âmbito acadêmico como uma forma de ampliar o campo de conhecimento na área da sustentabilidade, sistemas construtivos que auxiliam na elaboração de projetos sustentáveis devido sua menor geração de resíduos, além de tratar da gestão do gerenciamento final dos resíduos da construção civil.

No âmbito profissional, o presente trabalho justifica-se devido a importância do olhar crítico sobre a arquitetura, desde a concepção formal e funcional até a escolha de materiais e tecnologias na busca de soluções sustentáveis e assim minimizando a geração de resíduos.

Logo, a justificativa no âmbito social se trata principalmente da qualidade de vida. É entender toda essa temática, para que se possa criar projetos e ainda assim garantir a existência das gerações seguintes em um mundo que se possa habitar confortavelmente.

O questionamento que motivou a pesquisa foi: Sendo a arquitetura uma grande geradora de resíduos, existem medidas sustentáveis possíveis para aplicar a prática diária de projeto e execução de obras? Como hipótese é ressaltado que um dos papéis do arquiteto é ter consciência e responsabilidade social quanto a arquitetura sustentável e a geração de resíduos sólidos urbanos, além dos impactos ambientais decorrentes da urbanização. Como hipótese ao problema de pesquisa, acredita-se que existem medidas sustentáveis possíveis de aplicar na prática diária de projeto e execução de obras.

O objetivo geral consiste em elaborar um estudo sobre como a arquitetura gera resíduos e propor a partir disso uma metodologia, que ao ser aplicada no processo de elaboração do projeto, auxilie os profissionais da área na minimização dos impactos da construção e priorize a sustentabilidade. Sendo assim, o objetivo geral se desdobra nos seguintes objetivos específicos: a) Introduzir o tema através de pesquisas bibliográficas; b) Pesquisar e conceituar arquitetura sustentável; c) Pesquisar sobre metodologias de elaboração de projeto arquitetônico; d) Analisar obras sustentáveis, e identificar padrões de projeto; e) Responder o questionamento inicial, refutando ou validando a hipótese.

A pesquisa decorre a partir de um marco teórico onde primeiramente Mikhailova (2004) explana que existem hoje vários conceitos de sustentabilidade, e também diversas interpretações do mesmo. Nos dias atuais é notável a importância de seu estudo, sendo assim a autora define como algo que seja capaz de se sustentar, de se manter. Além disso, é aquilo que pode ser mantido para sempre, que seja renovável, e também melhore a qualidade de vida da população, respeitando o planeta. Quanto a sustentabilidade na arquitetura, pode-se compreender como algo que deve ser compreendido desde a etapa de projeto, prevendo o desempenho da edificação durante todo seu ciclo, tanto de execução quanto de vida da obra. Uma vez que o setor da construção é um dos maiores consumidores de recursos naturais e geradores de resíduos, produzir uma arquitetura sustentável se faz necessário (FAGUNDES, 2009).

Para uma edificação ser considerada sustentável, ela deve ter a capacidade de manter moderadamente ou melhorar a qualidade de vida, harmonizar-se com o clima, tendo em vista a conservação de energia e recursos, além de reciclar materiais e reduzir o número de substâncias nocivas ao ecossistema local e global ao longo do tempo (ARAUJO, 2008).

Quanto a elaboração de uma metodologia, nesta deve ser apresentado todos os procedimentos, com um roteiro e o detalhamento das etapas das atividades executadas (CERVO; BERVIAN; DA SILVA, 2007). Será utilizada a pesquisa bibliográfica, onde conteúdo é adquirido através de materiais de cunho científico, sendo eles, artigos, teses, dissertações e livros. Segundo Marconi e Lakatos (2003), este é o primeiro passo de um trabalho científico após a escolha do tema, tendo como objetivo principal, apresentar respostas ao problema de pesquisa.

Decorrente da análise se dar pela visualização das etapas de projeto e execução de obras sustentáveis, a outra metodologia que será utilizada neste trabalho é o estudo de caso, onde

segundo Yin (2001) se investiga um fenômeno em seu contexto, coletando dados de casos únicos ou múltiplos, sendo um método útil para fazer uma avaliação.

2. FUNDAMENTOS ARQUITETÔNICOS E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DIRECIONADAS AO TEMA DA PESQUISA

Neste capítulo se encontra uma breve pesquisa bibliográfica sobre os fundamentos arquitetônicos e seus quatro pilares na arquitetura, além de ressaltar a relação entre o tema escolhido com os conteúdos apresentados no decorrer do período acadêmico. Além disso, apresenta-se o conceito de sustentabilidade e algumas alternativas estudadas para elaborar projetos de arquitetura mais sustentáveis.

2.1 HISTÓRIAS E TEORIAS

Pode-se dizer que todos os conhecimentos se possuem atualmente sobre a arquitetura se deram a partir da observação das sociedades e civilizações que nos antecederam. Aprendemos sobre seus hábitos, ideologias, grau de sensibilidade, e conhecimento técnico através do estudo de seus edifícios e ruínas. Hoje, após um conhecimento e critérios estéticos mais críticos, podemos afirmar que apenas uma parte deste conjunto pode ser considerada arquitetura, sendo então, apenas os edifícios que puderam contar com algum profissional dotado de sensibilidade e talento (COLIN, 2000).

Seguindo esta linha para compreensão da arquitetura, Holanda (2013), resalta que interpretar a arquitetura de prédios, cidades e lugares é algo que pode melhorar a prática dos arquitetos e dos profissionais relacionados. Esta, não se limita apenas ao saber, mas também a entender, avaliar e proteger a paisagem que lhe cabe. Zevi (2002), diz que não existe uma divulgação adequada que demonstra o que é uma boa arquitetura, sendo assim também não há nada que impeça a construção de edifícios horríveis, da mesma maneira que existe uma censura em filmes e na literatura, sendo que os efeitos causados pela arquitetura são bem mais graves e mais longos.

Dentro da história da arquitetura, vários estilos possuíram um local e período de destaque, porém, até os dias atuais a arquitetura moderna está presente na contemporaneidade. Visto isso, o arquiteto Lucio Costa foi um nome de grande destaque no período em que esta regeu. Em suas obras, ele buscava uma associação entre o iluminismo moderno e a racionalidade de uma nova construção sendo seu objetivo principal a predominância da plasticidade na arquitetura e as efetivações concretas. Buscava criar um espaço moderno que possuísse flexibilidade e liberdade estrutural, sempre mantendo o equilíbrio e simetria

(WISNIK, 2001).

No Brasil, segundo Mindlin (2000), a arquitetura moderna, em seu curto espaço de tempo, teve obras construídas com uma rapidez inacreditável alcançando grande maturidade pelo país, principalmente em São Paulo e Rio de Janeiro. Lúcio Costa, assinala que a arquitetura nunca passou por tamanhas transformações em tão curto espaço de tempo.

Assim como Lucio Costa, Oscar Niemeyer também foi um profissional de renome na arquitetura brasileira, trazendo novas formas expressivas, onde sempre buscou trazer a predominância de unidades orgânicas e harmônicas entre o homem e o meio ambiente. Sendo assim, existem quatro elementos que mais o inspiravam: praias, montanhas, antigas igrejas barrocas e as curvas de belas mulheres. E é possível perceber esses elementos em suas criações, mas com destaques em seus traços principais, estavam as curvas sensuais e uma estética abstrata, juntamente com a funcionalidade necessária e desejada pelo arquiteto (UNDERWOOD, 2002).

A arquitetura contemporânea começou a ser relatada depois da pós modernidade nos anos 80 e início dos 90 até os dias atuais. Parte dela é definida pelo reaparecimento de estilos projetuais intimamente ligados ao racionalismo e ao embasamento do Movimento Moderno, com finalidades minimalistas. Entretanto, buscaram-se mais conceitos voltados ao conforto ambiental (LEONIDIO, 2006). Zanettini (2002) define arquitetura contemporânea como a relação equilibrada entre conhecimento racional e conhecimento sensível, ou seja, o resultado físico e espacial do equilíbrio harmonioso entre o mundo racional e o mundo sensível. A arquitetura está no meio disso.

Neste contexto, acredita-se que é significativa a influência do meio físico, especialmente do clima e dos fatores econômicos na arquitetura contemporânea. Porém, é preciso que antes de se proceder ao estudo específico da obra, examinar o meio em que ela se desenvolveu e também fica evidente a relação entre a técnica construtiva e recursos disponíveis, que dependem em grande parte da situação econômica do país (BRUAND, 2005).

A arquitetura brasileira hoje é diversificada e abrange várias tendências. A herança da concentração de renda nas mãos de poucos e a pobreza da maior parte da população, reflete-se na arquitetura com a construção de edifícios utilizando-se tecnologia de última geração nas grandes metrópoles, com exuberantes formas e grande conforto. Para alterar o quadro da eliminação da herança histórica e cultural, o arquiteto deveria contar com novas ideias, novas metodologias, uma bibliografia e facilidades nunca vistas, com ausência da criatividade que tanto influenciou a criação das escolas Paulista e Carioca. Trazendo para arquitetura formas

miméticas, faltando uma profunda reflexão sobre a busca pela identidade do próprio país (COLIN, 2000).

2.2 METODOLOGIAS DE PROJETOS

Na concepção de Doyle (2002), projeto é uma obra utilizada para demonstrar as informações sobre determinado local como: áreas de usos, dimensões, formas e as relações com a paisagem. Especifica ideias de circulação, relação entre estruturas e os materiais a serem utilizados. Pode definir também os tipos de iluminação que melhor se adequem a necessidade. Com a utilização de cores, texturas, sombras e desenhos, o projeto fornece importantes informações sobre o ambiente a ser executado.

No desenho, o termo “composição” significa a maneira como os componentes do desenho são “arrumados” pelo artista. Alguns dos componentes fundamentais de uma composição são as formas positivas (objetos ou pessoas), os espaços negativos (áreas vazias) e o formato (comprimento e largura relativos das arestas limítrofes de uma superfície). Para compor um desenho, portanto, o artista coloca as formas positivas e os espaços negativos e os encaixa dentro do formato com o objetivo de unificar a composição. (EDWARDS, p.140, 2007)

Segundo Ching (1999), a primeira fase do projeto é tratar de circulação, começando logo na via de acesso à edificação e, quando se tem dois espaços, ou dois blocos separados em uma mesma obra, eles podem ser interligados por um terceiro bloco, criando assim um espaço comum entre duas formas separadas. Porém, a qualidade de uma construção inclui desde o posicionamento correto da obra, utilizando as partes positivas em relação ao sol e protegendo-a contra as negativas. A entrada de luz nos ambientes é muito significativa em um projeto, mas depende das estações e do clima local, em geral, não se é desejável a entrada direta de sol ao meio dia e à tarde. Em construções de vidro, deve-se lembrar da possibilidade de sombreamento do edifício contra a radiação solar direta (NEUFERT, 1998).

Le Corbusier (2002) afirma que projetar é fazer uma planta e fixar ideias, é fazer com que essas ideias sejam inteligíveis e executáveis, ter ideias para então ter uma intenção, e uma concentração de assuntos, onde parece um cristal, onde há uma enorme quantidade de ideias e intenções.

Para Leggitt (2004), os desenhos de arquitetura são divididos em categorias: os croquis, que são esboços feitos de forma rápida, apenas para mostrar uma ideia; os desenhos de conceito, que ilustram o tema do projeto e mostram a visão que o usuário teria do ambiente a

ser projetado contando a sua ideia; os desenhos em perspectiva, que são a representação tridimensional da ideia proposta com a visão do usuário a partir de certo ângulo; e por último, os desenhos paralelos, que são normalmente vistas aéreas tridimensionais em que todas as linhas são paralelas e não existe perspectiva

Os desenhos de representação arquitetônica devem ser de fácil compreensão, pois estes são os principais veículos de comunicação. Para se considerar eficiente, os desenhos de representação devem possuir características coletivas (CHING, 1999).

Os edifícios se relacionam de melhor maneira quando se é pensando nos fatores de seu entorno (BAKER, 1988). Segundo Romero (2001), é necessária uma preocupação com o desempenho de um edifício em relação com o clima. Devem-se analisar os dados climáticos da região, avaliar as sensações humanas, usar soluções tecnológicas para ajudar a filtrar os impactos do clima. A partir desses princípios, agrega-se o clima na escolha do terreno de implantação da obra, o tecido urbano, o paisagismo, a vegetação e os tipos de habitação, a forma e volume, orientação e cores.

Já forma final de uma edificação é resultado de uma tomada de decisões, estas que devem ser consideradas na elaboração do projeto, como por exemplo: características do local, condições sociais e econômicas, tempo de construção e restrições jurídicas (VOORDT; WEGEN, 2013).

Entrando na área do paisagismo, que também necessita de um projeto, este pode ser definido como a arte de compor paisagens (cenários) levando em conta questões funcionais, ambientais, estéticas e culturais; é um trabalho que engloba parte artística, técnica, prudência, beleza e inventividade. Fundamenta-se na elaboração de espaços harmônicos, com funcionalidade e que sejam belos, empregando plantas e outros objetos ornamentais. O paisagismo é manifestação artística exclusiva que envolve as cinco percepções sensitivas do ser humano. Ao mesmo tempo que a arquitetura, arte em tela, a escultura, e outras artes plásticas fazem demasiado da visão, o paisagismo abarca da mesma forma o tato, a audição, a intuição, a gustação e o olfato, reunindo valiosa experiência sensorial. Um jardim que é capaz de despertar poderosamente todos os sentidos, melhor desempenha a sua função (ABBUD, 2006).

Nos cursos que administrava, Burle Marx enfatizava a importância da arborização na paisagem urbana e do efeito tranquilizador na mente humana aliviando os ruídos, o odor e também contribuindo para a integração do homem com a natureza. Ressaltou que a função da vegetação é promover a continuidade de incorporar a paisagem urbana com a paisagem da

região que está envolvida. Também fez um alerta para o desaparecimento das vegetações residenciais devido ao fenômeno da verticalização adotado na produção construtiva (FARAH; SCHLEE; TARDIN, 2010).

Em análise a respeito do aumento de novos projetos de espaços paisagísticos e das multiplicidades, as autoras descobrem mais uma razão que impulsiona esse fator. A conclusão mediante as pesquisas, é de que a proximidade com a natureza, em decorrência da vegetação, propicia o bem-estar nas pessoas. Esse fato proporcionou tão somente um estímulo para a apreciação de árvores e áreas verdes espalhadas pela cidade, como houve uma conscientização por parte dos empresários industriais, comerciais, profissionais da saúde, e autônomos, para que seus ambientes de trabalho dispusessem demais áreas verdejantes, jardins internos, com o intuito de oferecer aos usuários e funcionários uma ambientação agradável e estimulante. (FARAH; SCHLEE; TARDIN, 2010).

Para Romero (2001), a habilidade das plantas de filtrar os poluentes é proporcional ao volume de folhagem em relação a terra. Dessa forma os melhores capacitores são as árvores, os arbustos e as gramíneas. A qualidade do ar pode ser melhorada com implantação de um cinturão verde ao longo das vias contribuindo também com a diminuição do som, geridos por veículos e ruídos urbanos. Há uma diferença significativa nas áreas verdes em relação as áreas desprovidas de vegetação, formando um microclima desigual entre esses espaços relacionado a temperatura, a agilidade do ar, a agitação, a umidade do ar, etc.

2.3 URBANISMO E PLANEJAMENTO URBANO

O urbanismo que se conhece nasceu por decorrência da revolução industrial que teve início na Inglaterra (HAROUEL, 1990). Contudo, ocorreram muitas mudanças desde então, sendo assim Warteman (2010), diz que o papel que os profissionais da área de urbanismo vêm desempenhando tem sido de grande relevância na atualidade, no intuito de trazer solução aos sérios problemas climáticos, elaborar cidades com sustentabilidade, revitalizando as áreas degradadas das cidades em espaços de lazer, parques públicos, circulação. Essa profissão de urbanista é considerada nova, com atividades a cerca de 150 anos, projetando e gerenciando áreas verdes que sejam sustentáveis e transformando a paisagem urbana.

Já os termos referentes ao urbanismo definem-se como uma ciência que tem como foco principal a solução de problemas relacionados com a sistematização e desenvolvimento da

cidade, além de buscar uma melhor setorização e dimensionamento de bairros, ruas, edifícios, obras públicas e privadas, de modo a trazer mais conforto a população. Sendo assim, após a Revolução Industrial foram determinados quatros princípios básicos para o urbanismo moderno, sendo eles: garantir fácil circulação de pessoas e veículos, buscando não congestionar o centro das cidades; elevar a densidade central das cidades, a fim de elevar o contato da população com os negócios; garantir o aumento dos meios de circulação, elaborando um melhor dimensionamento dos mesmos; e por fim, buscar inserir mais áreas verdes, tendo em vista o lazer e qualidade de vida da população (LIMA, 2002).

2.4 TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO

Segundo Rebello (2001), para a constituição de um projeto arquitetônico, é de fundamental importância a escolha de um determinado material aliado ao sistema estrutural, estes que definem a técnica. Esta escolha envolve uma série de considerações importantes como custos, mão-de-obra, estética, rapidez de execução, aspectos como valores sociais, culturais, sensações, percepção pessoal, entre outros. Tais fatores podem influenciar significativamente o resultado final de um projeto. Dessa maneira, quando se faz a escolha de uma solução estrutural, é importante que não se leve em consideração atitudes momentâneas visando o melhor desempenho do edifício.

Na técnica implica-se o conjunto de todos os elementos da edificação, sendo assim Lamberts (2004), afirma que para montar a composição dos materiais de “fechamento” ou “envelopamento construtivo” de um edifício, deve-se considerar todos os fatores que competem a ele, como características físicas e funcionais, entre elas é a radiação solar do material. Dessa maneira o “envelope construtivo” pode ser dividido em duas partes: os fechamentos opacos e os transparentes. A diferença entre os dois é justamente a capacidade ou incapacidade de transmitir a radiação solar para o ambiente interno

Já quando aos materiais, o metal é um grande protagonista em meio as novas tecnologias. De acordo com Rebello (2001), há mais de 4.000 anos a.C., os metais são utilizados pelos seres humanos na confecção de ferramentas e armamentos. O cobre foi o primeiro metal utilizado como substituição à pedra e à madeira. Posteriormente, surgiram o Ouro e a Prata com uma utilização mais restrita, por apresentarem menor resistência e dureza. Já na Idade Média, o estudo das propriedades físicas dos metais foi aprofundado, mas apenas

no Séc. XIX, a ciência que estuda os metais foi devidamente desenvolvida, de modo a surgir a Metalurgia.

Uma das principais propriedades físicas do aço é a resistência aos esforços de tração e compressão, principalmente se comparado ao concreto e à madeira. Esta característica permite peças estruturais com menores dimensões e consequentemente menor peso próprio da estrutura, aliviando significativamente a carga nas fundações, gerando economia e possibilitando soluções mais complexas. Por ser produzido industrialmente com alto controle de qualidade, o aço é um material mais confiável quanto às suas propriedades, e pode ser aplicado com coeficientes de segurança mais baixos, o que obviamente resulta em economia (REBELLO, 2001).

Para iniciar a concepção de um projeto arquitetônico em estrutura metálica, é necessário o conhecimento das propriedades e características do material. Por intermédio da modulação, o custo final da obra pode diminuir consideravelmente, além da economia de tempo para montagem. Além do projeto arquitetônico, este tipo de material necessita de alguns projetos mais específicos, tanto para concepção da estrutura, quanto para a fabricação e, principalmente, para a montagem das peças no canteiro de obras (PINHO, 2005).

De acordo com Pinho (2005), na construção em aço, cada peça possui um lugar específico para desempenhar seu papel estrutural. O ato de unir as peças no canteiro de obras é denominado montagem. No entanto, outro fator importante a ser considerado neste tipo de estrutura, é o transporte. Visto isso, as peças deverão possuir dimensões e pesos compatíveis com a capacidade dos veículos utilizados.

Outro material muito utilizado para elaboração de algumas tecnologias atuais é a madeira. Segundo Rebello (2001), são poucos os exemplos de estruturas antigas feitas que sobreviveram até os dias atuais, dificultando uma visão sobre sua história. No entanto, por ser um material natural, acessível e de fácil manuseio, sem dúvida, sua utilização foi mais empregada do que a pedra, material tão antigo quanto ela. As primeiras execuções em madeira foram feitas por experimentação, visto que nada se sabia sobre as propriedades físicas do material. A partir do século XVIII, com o desenvolvimento das teorias sobre a resistência dos materiais, a madeira passa a ter um dimensionamento mais adequado, permitindo estruturas mais leves e com a possibilidade de vencer grandes vãos. A madeira tem a característica de ser um recurso permanentemente renovável. Uma das possibilidades de reduzir seu impacto ecológico é utilizar-se da madeira de reflorestamento que é uma fonte economicamente viável e inesgotável de matéria-prima para a construção. Sua estrutura, resistência e peso estão

relacionados às regiões onde são cultivadas. Em regiões tropicais e quentes, as madeiras em sua maioria são duras, escuras e pesadas. Em regiões Temperadas, estas tendem a ser mais claras, leves e não tão duras. Nas regiões frias, são mais esbranquiçadas, fibrosas e mais leves, mas não significa que sejam menos resistentes.

Segundo Pfeil e Pfeil (2003), apesar de suas qualidades térmicas e fácil manuseio, a madeira está sujeita à deterioração, principalmente por conta de ataques biológicos e ações do fogo. No entanto, existem tratamentos químicos capazes de aumentar significativamente sua resistência. “A escolha da espécie de madeira, a aplicação de tratamento químico adequado e a adoção de detalhes construtivos que favoreçam as condições ambientais resultam em estruturas de madeira de grande durabilidade.” As madeiras utilizadas na construção podem ser classificadas como: madeiras maciças, que incluem a madeira bruta ou roliça, a madeira falquejada e a madeira serrada; e as madeiras industrializadas, que incluem a madeira compensada, a madeira laminada (ou micro laminada) e colada e a madeira recompensada. A madeira bruta ou roliça é empregada em forma de troncos, já a madeira falquejada tem as faces laterais aparadas com machado, formando seções maciças quadradas ou retangulares e ainda no grupo das madeiras maciças, a madeira serrada é a mais comum, o tronco é cortado em serrarias com dimensões padronizadas. A madeira compensada é formada pela colagem de lâminas finas por meio de um processo industrial, assim como a madeira laminada e colada, que é devidamente selecionada e cortada em lâminas que são coladas sob pressão. A madeira recompensada, também do grupo de madeiras industrializadas, encontra-se em forma de placas desenvolvidas a partir de resíduos de madeira em flocos, lamelas ou partículas que são coladas e prensadas.

2.5 SURGIMENTO DA ARQUITETURA

A história da arquitetura é reconhecida pelo incrível esforço humano. Esta, diz respeito a como o homem consegue abrigo. Relacionada com a arquitetura, ela não é o mesmo que um mero edificar, pois afeta nossos sentidos, elevando nossos espíritos, nos emociona. Mas também pode trazer sensações ruins, e nos diminuir. Sua história é de um tema muito amplo, e abrange a todos os períodos, desde a civilização (DIAS, 2005).

Pode-se dizer que a arquitetura é primeira manifestação do homem criando seu habitat. Esta, que ele o fez a imagem da natureza, aceitando suas leis e as que a regem, nosso universo. Todas as leis, da dinâmica, estética e da gravidade, determinam uma redução do absurdo:

manter-se em pé, ou desmoronar-se (LE CORBUSIER, 2002). Além da técnica em que Le Corbusier considera, Rasmussen (1998), explana que a arquitetura é funcional e especial, pois nela se encontra os espaços em que podemos residir. Nele se cria as estruturas em torno de nossas vidas. Sendo assim, o arquiteto é comparável a um produtor teatral, este que cria e planeja os cenários para a vida do homem, porém, para que isso possa ser posto em prática, várias circunstâncias devem ser consideradas, seu êxito então depende de como ele as organiza e monta os cenários para nossas vidas.

Segundo as teorias de Glancey (2001), a arquitetura iniciou quando as primeiras civilizações iniciaram a prática da arquitetura regular, pois para isso, a população deveria estar instalada em alguns lugares estabelecidos, onde pudessem cuidar de suas terras e não mais coletar como nômades como haviam feito seus ancestrais. Sendo assim, todas as construções demonstram características e o espírito de sua época, ou no mínimo de seu proprietário e do arquiteto. Esta também é a maior representação das relações sociais da criação humana. Com a observação da história é possível notar que diversos fatores geraram diferentes tipologias de construção, e sem dúvidas fator que mais influenciou a arquitetura no decorrer de toda a história foi o desejo de ostentação. Era necessário criar edifícios que fosse orgulho para o povo. Estes tinham o dever de refletir status pessoal ou coletivo, como os palácios para os reis e imperadores que eram construídos como símbolos de poder.

2.6 HISTÓRIA DAS CIDADES E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Historicamente, o surgimento das primeiras cidades coincidiu com o início da civilização, pois o homem apenas pode ser considerado civilizado quando começa a habitar em aglomerados urbanos. Por volta de 10.000 anos atrás, o homem vivia em bandos formados por não mais que 50 indivíduos, que se abrigavam em cavernas ou construções provisórias. Como dito anteriormente, o ser humano começou a cultivar sua própria agricultura assim, desenvolvendo as primeiras aldeias rurais. Alguns anos se passaram e foi identificada na história uma Revolução agrícola, onde o homem começa a cuidar de sua plantação com processos racionais como irrigar, selecionar sementes, observar as épocas propícias para o plantio e estações do ano. Porém, por volta de 4000 a.C. ocorreu a Revolução Urbana, onde estas aldeias rurais passaram a se tornar cidades, não por crescimento, mas pelo fato de existirem vários grupos de pessoas com uma certa proximidade (BENEVOLO, 2003).

Devido a visualização das moradias e das aldeias dos povos primitivos, foi possível

perceber sua preferência pela curva, tanto por questões práticas como religiosas. A configuração formal circular revelam as relações de parentesco da população, sendo um fator determinante na localização das moradias, bem como as inter-relações do grupo (GUIMARÃES, 2004).

Quanto as características das primeiras civilizações urbanas, estas ficavam próximas a grandes rios, pois isso oferecia condições de cultivo e transporte. Geralmente possuíam uma política independente, nomeadas de cidades estado. Seus integrantes formavam associações de caráter restrito, moldadas em estruturas de consanguinidade. Dominavam extensas terras à sua volta e administravam seus negócios como nações independentes. Eram geralmente delimitadas por canais e muros de pedras, consideradas cidade mercantil e eram erguidas em torno do templo dedicado ao seu Deus patrono (BENEVOLO, 2003).

A característica principal de sua estruturação eram as muralhas externas que serviam como proteção contra guerras que poderiam vir a ocorrer, passados alguns anos já houve a configuração de bairros residenciais e a ordenação de ruas estreitas e sinuosas, suas casas eram formadas por um pátio central onde em seu entorno era distribuído diversos quartos (BENEVOLO, 2003).

Já na Babilônia, planificada em média no ano de 2000 a.C. foi a maior cidade da antiguidade, alcançando meio milhão de habitantes, foi destruída e teve de ser reconstruída muitas vezes. Era muito importante pois era considerada como um centro religioso era formada em um retângulo de 1,5x2,5 km separado ao meio pelo Rio Eufrates. Possuía certa regularidade quanto sua geometria, com ruas retas e constantes (BENEVOLO, 2003).

Neste ritmo de evolução, foram surgindo vários novos aglomerados urbanos, com algumas diferenças devido as características locais a que eram instaladas. Contudo, outra civilização de destaque foi a grega, estas eram centros comerciais, religiosos, políticos e artísticos, possuindo uma autonomia organizacional. Suas cidades mais conhecidas eram Atenas e Esparta, e durante séculos possuíram domínio do Mar Egeu e parte do Mediterrâneo (GUIMARÃES, 2004).

Entretanto, o caso mais notório de uma cidade antiga é Roma, onde formou-se o maior império do período. Os romanos expandiram seu comercio por toda Europa, possuindo uma dominação militar, econômica e cultural por muitos séculos. Porém, no final da Idade Média houve o renascimento comercial e urbano por todo o continente europeu. As cidades voltaram a ver evolução a partir dos burgos, surgindo assim o desenvolvimento do capitalismo industrial, tendo como seu caso mais notório o inglês, iniciando então o período da Revolução

Industrial (GUIMARÃES, 2004).

A urbanização ligada a Revolução Industrial é um processo de organização espacial onde repousa sobre dois conjuntos de fatos fundamentais, sendo eles a decomposição prévia das estruturas sociais agrárias e a passagem de uma economia doméstica, para uma economia de manufatura, para uma economia de fábrica (HAROUEL, 1990). Segundo Pereira (2010), a Revolução Industrial trouxe grande impacto para a arquitetura, de forma que se alteraram os procedimentos construtivos e técnicos, e aumentaram-se as exigências arquitetônicas e os problemas urbanos, transformando assim a paisagem. Como resultado do espírito progressista a arquitetura e o urbanismo alcançaram seus objetivos de desenvolvimento anteriormente propostos. Ao mesmo tempo, devido ao desenvolvimento das cidades, as redes públicas urbanas de eletricidade tiveram um avanço significativo, permitindo iluminação das vias, praças e parques, trazendo vida noturna para as cidades. Além desses avanços técnicos, começaram a ser utilizados novos materiais dando-se a devida importância aos seus usos, e houve também uma industrialização da construção.

De acordo com Benevolo (2001) a revolução industrial proporcionou grandes modificações na distribuição da população sobre o território. No século 18, a Inglaterra ainda era rural e a indústria ainda tem sede no campo. O trabalho com o ferro ainda é feito com carvão de lenha e os fornos ficam onde há bosques, a indústria têxtil ainda é a domicílio e dentro das famílias eles alternam a produção de tecelagem com o trabalho no campo.

Segundo Colin (2000), com novas possibilidades técnicas, com uma demanda que sempre está crescendo, uma crença ilimitada na ciência e da técnica, foi possível uma atitude de confiança em relação ao futuro. Em novas linhas, o conteúdo formal valorizará o volume preferencialmente ao espaço, este concebido por critérios totalmente funcionais e desprezo pela ornamentação; formas tradicionais serão colocadas em desuso. Será utilizado o pano de vidro nas fachadas, uma maior tendência no uso de formas abstratas. Diferentemente do passado, hoje a arquitetura não possui limites, tudo que for pensando dentro da razão poderá ser executado. Esta é uma das características da arquitetura moderna é seu funcionalismo. O edifício deve atender às funções que lhe são demandadas e deve ser avaliado no que se refere ao atendimento para mais ou para menos da função ao qual ele se destina.

2.7 ARQUITETURA MODERNA

Nos períodos anteriores não havia muita preocupação com o conforto e a funcionalidade

das edificações. Na arquitetura moderna do século XX com o conjunto de movimentos e escolas arquitetônicas que a caracterizaram, suas origens se encontram em diversas origens tipologias. Benevolo (2001) traça sua gênese histórica em uma série de movimentos que ocorreram em meados do século XIX. Um de seus princípios iniciais era elaborar uma arquitetura totalmente nova. O modernismo demonstrou princípios que foram seguidos por vários arquitetos, incluindo variedade de escolas e tendências (DOIS, 1979).

É possível encontrar a gênese da arquitetura moderna traçando duas linhas evolutivas, e o que as une é o fato de que elas terminam no movimento moderno da arquitetura. A primeira origem é a que reconhece o ideal da arquitetura moderna, que está absolutamente ligada ao projeto da modernidade e da visão do mundo iluminista. Nesta linha se encontra a gênese onde a arquitetura é realizada com as inovações tecnológicas da Revolução Industrial. Segundo esta interpretação as causas sociais são muito mais relevantes do que as causas estéticas (COELHO; ODEBRECHT, 2007).

A segunda linha destaca o movimento *Arts & Crafts* e ao *Art Nouveau*, onde leva em consideração as alterações que ocorreram em diversos momentos do século XIX, que de uma forma geral considera formas e conceitos que estiveram presentes no passado, mas propuseram novos caminhos para uma estética do futuro (COELHO; ODEBRECHT, 2007).

Contudo, pode-se dizer que existe uma terceira linha onde se compreende a base do modernismo, onde se faz uma reflexão de que a arquitetura moderna surge a partir da gênese do movimento moderno, com as transformações estéticas propostas por várias escolas, mas com destaque a Bauhaus (ARGAN, 1992).

A Bauhaus é uma escola de artes plásticas, design e arquitetura de vanguarda que funcionou entre 1919 e 1933 na Alemanha. Esta foi uma das mais importantes expressões do modernismo na arquitetura, sendo uma das primeiras escolas, dessa tipologia, do mundo. Um de seus objetivos principais era unir a tecnologia com a arte (GROPIUS, 1977).

Entre os nomes de referência Arquitetura Moderna Internacional estão: Frank Lloyd Wright, Le Corbusier e Mies Van der Rohe. O último sempre buscou uma abordagem mais racional para guiar o processo de projeto arquitetônico, sua concepção envolvia as necessidades do lugar, seguindo os preceitos do minimalismo, conhecido pela frase *Less is More* (menos é mais). Foi professor na Bauhaus e foi reconhecido pela criação do Estilo Internacional e deixou sua marca na arquitetura pela clareza e simplicidade aparente. Seus edifícios faziam uso de materiais evidentemente da era industrial, como o vidro e o aço, estes que estão presentes em peso nas obras modernas (GROPIUS, 1977).

3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DIRECIONADA AO TEMA DE PESQUISA

Baseado em um conceito moderno de construção sustentável o terceiro capítulo apresenta fatores determinantes para geração deste conceito, bem como algumas alternativas que podem vir a ser determinantes quando se trata de sustentabilidade na arquitetura, sem renunciar as tecnologias recentes e o conforto dos usuários.

Este conceito faz parte de uma visão multidisciplinar, pois aborda diferentes áreas do conhecimento, a fim de possibilitar uma diversidade de soluções para compor o mundo. Nesta teoria pode se encontrar conteúdos de engenharia, arquitetura, saneamento, paisagismo, entre outras áreas do saber, todas em busca de um bem social e necessário.

Entretanto, para que todas estas questões sejam plausíveis, é necessário que se atenda as normativas presentes na ISSO 21930 e ISSO 15392, pois na elaboração de uma construção sustentável é atuar e projetar de forma com que haja um entendimento integral de todos os fenômenos que possa vir a ocorrer no local, com todas estas questões objetivando que a sustentabilidade deixe de ser apenas uma visão obrigatória para profissionais da construção, mas que se torne uma questão cultural e de domínio público.

3.1 ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA

Uma das questões a serem tratadas é a questão da arquitetura contemporânea e a sustentabilidade. A história da arquitetura contemporânea, assim como a moderna, tem suas principais mudanças ocorridas devido as inovações técnicas da Revolução Industrial, esta que foi marcada por além de transformações técnicas, mudanças econômicas, políticas, sociais e culturais. A arquitetura contemporânea é um estilo em que se insere características de vários movimentos, e que teve seu início posterior a arquitetura moderna. Pode-se dizer que seu início ocorreu juntamente com o pós-modernismo nos anos 60, onde os arquitetos que eram contra o modernismo estabeleceram algumas críticas, principalmente relacionadas ao estilo internacional (ARANTES, 1995).

Além disso, houveram as modificações técnico-construtivas, como o uso de novos materiais como o ferro, o vidro, concreto simples e armado. Segundo Farrelly (2012), o estilo que se mantém até hoje é o que foi reproduzido na década de 80 e no início da de 90, este que não possui uma linguagem singular, mas com sua visualização é possível reinterpretar a

arquitetura do passado, seja pela releitura dos estilos ou por alguns elementos que podem vir a estar presentes.

Quanto suas características, este estilo possui geralmente um formato mais irregular, com janelas de grandes dimensões, e também o uso de materiais reutilizáveis, sempre levando em consideração a funcionalidade, conforto e a qualidade estética (FARRELLY, 2012).

3.1.1 SUSTENTABILIDADE

Segundo Franco (1977), a partir de 1960 houve um aumento de discernimento e preocupação de buscar novos conceitos ecológicos para o manuseio da terra e dos bens naturais. Num planeta com uma inquietação cada vez maior em questão de degradação ambiental, seja na produção de energia, contaminação atmosférica, hídrica, e do solo, o extermínio de plantas e animais, as consequências das grandes aglomerações humanas faz com que o ambiente natural seja esmagado para dar espaço as cidades. Até então o panorama das cidades prossegue atuando com argumento de que desenvolvimento ecológico não acontecem na zona urbana, ou então que tem apenas uma pequena expressão no contorno e na sua conformação.

Entre os anos de 1992 e 2000 foi feita uma consulta entre milhares de pessoas, instituições, religiões, universidades, cientistas, culturas e remanescentes das culturas originárias, que gerou um dos documentos mais inspiradores do início do século XXI, a Carta da Terra. Esta carta é uma declaração com princípios éticos para elaboração de uma sociedade global justa, sustentável e pacífica. A partir de então vários estudiosos estiveram envolvidos em pesquisas sobre sustentabilidade, pois nesta carta consta os riscos que pesam sobre a humanidade, e também anuncia com esperança, ações capazes de abrir um novo futuro neste planeta tão ameaçado (BOFF, 2012).

Grazia (1993) afirma que o desenvolvimento sustentável ocorreu paralelo a esse período de progresso tecnológico, científico, com a invenção e utilização de bombas atômicas nas guerras, provocando consequências desastrosas ao meio ambiente e nos seres humanos. As indústrias tem sido grande responsável pela poluição e degradação da natureza. Cogitar a sustentabilidade urbana envolve maneiras no uso dos recursos naturais renováveis ou não renováveis, nos ciclos de reaproveitamento dos detritos, dos tratamentos dos dejetos, do mapa, na composição da malha urbana, e principalmente na extensão social através da administração coletiva.

Sendo assim, a sustentabilidade em geral busca elevar a qualidade de vida, assim como garanti-la para gerações seguintes, buscando controlar o uso de recursos naturais e também substituir grande parte do mesmo por recursos renováveis. Nesta linha, entende-se que o desenvolvimento sustentável não diz respeito apenas ao gerenciamento de recursos naturais e a proteção dos ecossistemas, mas também ao planejamento e ações de projetos que auxiliam em sua manutenção, visando elevar as condições da qualidade de vida da população (MIKHAILOVA, 2004).

3.1.2 Arquitetura Sustentável

Pode-se dizer que a construção civil possui grande responsabilidade pelo fato dos ambientes naturais terem se transformado em ambientes artificiais. Sendo assim, os impactos ambientais foram inevitáveis (VAHAN, 2011).

Para entender a arquitetura sustentável, é necessário obter conhecimento de que a indústria da construção civil é responsável pelo consumo de 50% dos recursos naturais mundiais, visto isso, é considerada a atividade menos sustentável do planeta. É buscando minimizar esse número que a cada dia existem novas pesquisas sobre como elaborar projetos mais sustentáveis. Os sinais do aquecimento global são a cada dia mais perceptíveis, e a cada dia que passa a arquitetura é considerada foco principal da sustentabilidade no futuro. Tendo isso em vista, não será válida uma arquitetura que não tenha preceitos sustentáveis. Entretanto, a tecnologia será de suma importância para aplicação de uma arquitetura verde (EDWARDS, 2005).

Um dos aspectos ambientais mais levados em consideração quando se trata de construção sustentáveis é o clima. A arquitetura e o clima são diretamente relacionados, e como por muito tempo não se havia conhecimento desta relação, foi necessária a realização de um segundo conceito da arquitetura, batizada como bioclimática. Foi também apresentado os conceitos de edifícios verdes, estes que teoricamente podem frear o aumento das emissões de gás carbônico (CO₂), e reduzir o consumo energético e de água do planeta e também prevenir algumas mudanças climáticas (ROMERO; REIS, 1999).

Os materiais de construção geralmente passam por processos antes de chegar ao consumidor final, e devido a isso utiliza de energia e inevitavelmente gera resíduos. A escolha dos materiais afeta o meio ambiente (FUENTES; THOMAS, 2009). Logo, o conceito de arquitetura sustentável corresponde ao entendimento de vários princípios bioclimáticos e

fatores ambientais, assim o primeiro desafio da arquitetura sustentável é minimizar o consumo energético para o conforto ambiental, e a geração de resíduos da construção civil utilizando tecnologias alternativas, reduzindo então a necessidade de opções de climatização e iluminação, e possibilitando o uso de materiais recicláveis ou materiais que podem ser reciclados (GUEDES, 2007).

No conceito de arquitetura sustentável é contestada a ideia de que o edifício é uma obra de arte, esta teoria o compreende como um habitat vivo, com total relação ao seu sítio de implantação, à sociedade, ao clima, região e ao planeta. Esta, possui o comprometimento de realizar as construções realizando o mínimo de impactos ambientais e buscando ganhos sociais elevados (EDWARDS, 2005).

O projeto de arquitetura sustentável na arquitetura deve considerar todo ciclo de vida do edifício, desde sua concepção, seu uso, manutenção, até sua reciclagem ou demolição. Para isso se tornar possível, deve ser considerado o que há de mais nobre na atividade profissional do arquiteto: o planejamento (EDWARDS, 2005).

Montaner (2001) dentre suas teorias, explana que a arquitetura busca uma certa integração com a natureza em grande parte de sua história. Esta, respeita e valoriza os elementos que existem nas cidades, bem como visa que a criação do lugar deve respeitar os aspectos topográficos do ambiente. Contudo, ela vai além disso. A sustentabilidade da edificação a torna responsável por tudo o que ela consome, gera, processa e descarta, e devido a este fator, a característica mais marcante do profissional da construção seja a capacidade de projetar, prever e planejar tudo o que diz respeito aos impactos que esta edificação possa vir a provocar, antes, durante e até o fim da vida desta obra.

Dentre as teorias da sustentabilidade, destaca-se uma de especial do arquiteto e pesquisador Javier Barona (2017), uma maneira simples para se obter a identificação do estado e também de maneira geral as necessidades de uma construção com motivação sustentável é Análise do Ciclo de Vida. O aprofundamento da Análise de Ciclo de Vida (ACV), é compreendido pela comunidade internacional de forma a ser a única base legítima de como fazer a comparação dos materiais, tecnologias, componentes e serviços empregados ou prestados.

As Normas ISSO 14000 -Pregam que seja abordado um padrão global para certificação e identificação dos produtos e serviços que estejam dentro segmento ambiental- dado a incorporação a ACV, sendo as mais difundidas: a ISO 14040 de 1998 – Gestão Ambiental, ACV, Princípios e Estruturas; ISO 14041, de 1998 – Gestão Ambiental, ACV, Definição de

Objetivos, Alcance e Análise de Inventários; ISO 14042, de 2000, Análise do Impacto de Ciclo de Vida e ISO 14043, de 2000, Interpretação do Ciclo de Vida.

A pouco, a área da construção civil recebeu normas próprias dentro do âmbito sustentável, por meio do sistema ISO. Tais como a ISO 21930 de (2007) - Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção e ISO 15392 (2008) – Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais. Pertence ao Comitê Técnico da ISO, e também o seguinte conceito de obra sustentável:

Pode-se chamar de uma edificação sustentável tal qual mantém moderadamente ou até melhora a qualidade de vida do indivíduo e que também seja harmonizada junto com o clima, tradições, culturas e também a região, e junto conservando o consumo energético e recursos, recicla materiais e que reduza o uso de substâncias nocivas dentro da capacidade dos ecossistemas regionais e globais, durante o tempo de vida da edificação (ISO/TC 59/SC3 N 459).

3.2.2 Arquitetura Bioclimática

Uma das maneiras de se fazer uma arquitetura sustentável é utilizando os princípios da arquitetura bioclimática. Primeiramente conceitua-se o termo de bioclimatologia como sendo a ciência que estuda os seres vivos e o clima, bem como a sua relação. Para se realizar um estudo de bioclimatologia é necessário possuir entendimento sobre o clima e os seres vivos, além de conhecimentos meteorológicos e as respostas fisiológicas do homem para tal. O objetivo principal é garantir o bem-estar do ser humano a fim de garantir sua produtividade (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Seguindo os princípios da bioclimatologia, a arquitetura bioclimática tem como base a utilização de elementos arquitetônicos e tecnologias construtivas para reduzir o consumo energético, garantir o conforto e bem-estar do ser vivo, utilizando de estratégias projetuais e elementos naturais, tornando-a uma alternativa mais sustentável (CORBELLA; YANNAS, 2003).

Em regiões que são marcadas por variações entre o verão e o inverno faz-se necessário soluções complexas para as fachadas da edificação. Para Goulart et al (1994), é importante priorizar a iluminação e a ventilação de maneira natural e suas vistas, tendo em foco evitar de projetar edifícios altos com o uso de climatização e iluminação artificial, logo um grande dispêndio de eletricidade. O pátio é um ótimo dispositivo climático, segundo Montaner (2012,

p.162): As casas gregas e romanas, o tecido da casbá, residências populares, arquitetura agrária, palácios urbanos, casas coloniais latino-americanas e também alguns complexos residenciais contemporâneos tais como Hof vienense foram inventados de acordo com a funcionalidade e também a beleza do pátio, tal espaço muito especial, que é capaz de propiciar a criação de um microclima e também mesmo tempo introvertido, iluminado e central na orientação da maioria dos cômodos.

Os profissionais ligados a área da construção civil, atualmente já buscam maneiras de incorporar uma nova arquitetura mais sustentável baseada na bioclimatologia. Porém este conceito pode ser integrado a várias outras vertentes com definições mais concretas, como por exemplo o da arquitetura integrada, qual se adapta ao meio ambiente físico, e utiliza de técnicas que reduzem os impactos ambientais. Entretanto a arquitetura bioclimática é reconhecida pois possui uma alta eficiência energética, economiza e conserva a energia natural a que tem acesso, acarretando na redução do consumo de energia de outros meios. Em geral, leva em consideração todos os meios da natureza, como o clima, sol, vento, topografia e vegetação, utilizando da arquitetura que permite que se aproveite das condições naturais que o local oferece, oferecendo condições propícias de conforto no espaço físico elaborado (LAMBERTS, 1997).

3.2.3 Arquitetura Verde

Uma crescente importância ecológica foi responsável por emergir estudos que se voltam a arquitetura bioclimática. Ao final da década dos anos de 1980 e no começo dos anos 1990, emerge o conceito da arquitetura sustentável. De acordo com Corbella e Yannas (2003, p.17), a arquitetura sustentável: É uma arquitetura com intuito de criar prédios com objetivo de aumento da qualidade de vida do indivíduo no ambiente construído ao seu entorno, fundindo as características de vida dos climas locais, esgotando a menor quantidade possível de energia combinada com o conforto ambiental, para passar um mundo menos poluído possível para as nossas futuras gerações [...] Entretanto o desenvolvimento de uma arquitetura assim, é um dos desafios que afrontam a atual geração de arquitetos brasileiros.

Segundo Montaner (2001), o desafio presente consiste em comprovar que a arquitetura verde, faz-se necessária e adequada socialmente, consegue ser muito atraente do ponto de vista estético, conceitual e cultural da cidade. A chave incidiria em parar de arquitetar a arquitetura como uma concepção única, de edifícios autônomos e independentes, produtos

definitivos e esgotados, enormes mecanismos do consumismo, calhando a analisá-la e a emprega-la como estratégias e processos que se pautam entre si, como sistemas que se relacionam, adição de conhecimentos especializados no entorno, de penetrações de sistemas tanto abertos como fechados, de formas dita-cuja matéria prima é a energia, com certos ambientes para os sentidos e para a astúcia. Muito mais que uma arquitetura que segue estruturas tipológicas, é necessária uma arquitetura de empolas habitáveis, de ambientes saudáveis e transformáveis (MONTANER, 2012, p. 158).

Sabe-se que para se projetar, seguindo os princípios ecológicos, são complexos e variam em cada contexto, de acordo com a disponibilidade de tipologias, de soluções tecnológicos e de materiais que se adequem ao meio. Não se consegue definir normas gerais para uma arquitetura ecológica, uma vez que serão diferentes em cada contexto, mesmo sendo possível apelar a modelos considerados sustentáveis para as cidades.

3.2 SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS

3.2.1 Coberturas Verdes

Ao modo de ver da forma, existe outro método tipológico que seja favorável a uma relação com o meio e incide em aproveitar as possibilidades bioclimáticas da cobertura: coberturas verdes ou até escalonadas, painéis solares e ou coletores de água pluvial, aderindo uma adaptação mais adequada ao seu entorno e um melhor aproveitamento da energia solar e de água. As coberturas verdes e suas formas até escalonadas tem contribuição na umidificação, purificação e enriquece grandes metrópoles. Os grandes terraços de um edifício podem se integrar a seu entorno, tirando vantagens tanto da insolação tanto quanto pela ventilação natural proveniente dos ventos. Com tudo, o favorecimento a disponibilidade de espaços próprios para uma relação do interior entre o exterior, e consequentemente uma vista avantajada (MONTANER, 2012, p. 163). Com esse seguimento, outra tomada tradicional de movimento verde, é o método semienterrado, que permite tirar proveito da inercia térmica do terreno e das paredes.

Ainda no conceito da arquitetura verde, volta o uso dos telhados verdes adicionando uma posição atual de cidades verdes. No entanto, trata-se de um conceito que se difere de outros já descritos e utilizados em antigos telhados verdades que foram realizados por todo o período evolucionário do ambiente construído. Segundo Neiva e Pozo (2005), coberturas

refletem opções parecidas quanto a semelhança entre as estratégias aceitáveis de captação de energia e as demais disposições construtivas admitidas pela prática habitual. Os métodos construtivos devem se agregar ao clima que predomina, deixando de lado um método de construção globalizado válido para quais quer regiões e situações. Percebe-se um crescimento na utilização dos telhados verdes, tal seguimento que pode se tornar uma tendência mundial em controle ao efeito estufa. Tal utilização tem como uma boa consequência, a redução do efeito ilha-de-calor, poluição do ar e nas enchentes.

Para Neiva e Pozo (2005), tal tipo de cobertura pode ser empregado em diferentes climas e regiões onde tenha deficiência de precipitação. Mostra favorecimento em vista do conforto devido a umidade do ar e sua temperatura, como também com a consideração de efeito ambiental, que pode ser capaz de produzir em seu involucro. Destacam-se tais vantagens, de que se faz presente a retenção do pó e de substâncias contaminantes em capa vegetal: proteção eficaz contra a radiação solar e o aumento da capacidade de resfriamento através da evaporação, acaba por melhorar a umidade do ambiente, crescimento do espaço útil, considerável melhoria do isolamento e da estabilidade térmica no interior e também efeitos consequentes da absorção de ruídos. As vantagens obtidas do sistema minimizam-se a tamanhos resultados eficazes.

3.2.2 Minimização do consumo energético

O uso de materiais e suas técnicas avançadas quando bem aplicadas, contribuem com uma arquitetura sustentável, temos exemplos disso, estufas e galerias como grandes planos de vidro que atuam de maneira térmica. Há uma crescente modificação nas formas arquitetônicas derivado do uso de painéis solares e de células fotovoltaicas, uma vez que conciliam tecnologia high tech e estruturas levementes, dando enfoque a iluminação e ventilação natural (MONTANER, 2001)

O meio ambiente sofre danos frequentemente através da constante utilização de recursos fósseis. O aquecimento global é consequente a elevada emissão de gases na atmosfera. Qualquer que seja a forma de energia que fará a substituição do uso de combustíveis fósseis, deverá ter enfoque a sustentabilidade e gradativamente diminuir o presente desgaste ambiental. No caso da energia obtida da insolação, essa energia não possui necessidade de extração, refinamento ou transporte até o local da geração, tal que é próximo a carga, evitando custos com transmissão em alta tensão. Se obtém através de células solares,

que são responsáveis pela criação da energia, e um conversor que transforma a tensão e a frequência a uma corrente correspondente a dos aparelhos domésticos (MONTANER, 2001).

São de suma importância as energias renováveis para que obtenhamos uma arquitetura sustentável. De maneira generalizada a energia solar é utilizada em edifícios em forma de aquecimento, ventilação e iluminação dos espaços, de outra maneira também aquecendo água em coletores dispostos sobre o telhado dos edifícios e para geração de eletricidade. A maneira mais econômica de se reduzir os gastos com iluminação, é aproveitando da iluminação natural, seguindo isso, a construção dos edifícios deve levar em conta importantes cálculos de distancias, como da janela até a mesa de trabalho, de maneira que a menor distancia da janela se obtém maior aproveitamento da iluminação natural, consequentemente a redução da iluminação artificial. (EDWARDS, 2008).

Há diversos tipos de consumo energético associado a vida dos edifícios e dos seus materiais e também que decorrem tanto das fases de produção de todos os materiais para construção e a sua utilização na obra, até a reutilização ou demolição desses materiais, indo pelos consumos necessários a manutenção do bem-estar das edificações: iluminação artificial, refrigeração da temperatura ambiente, aquecimento da água, equipamentos, cozinhas e etc. (EDWARDS, 2008).

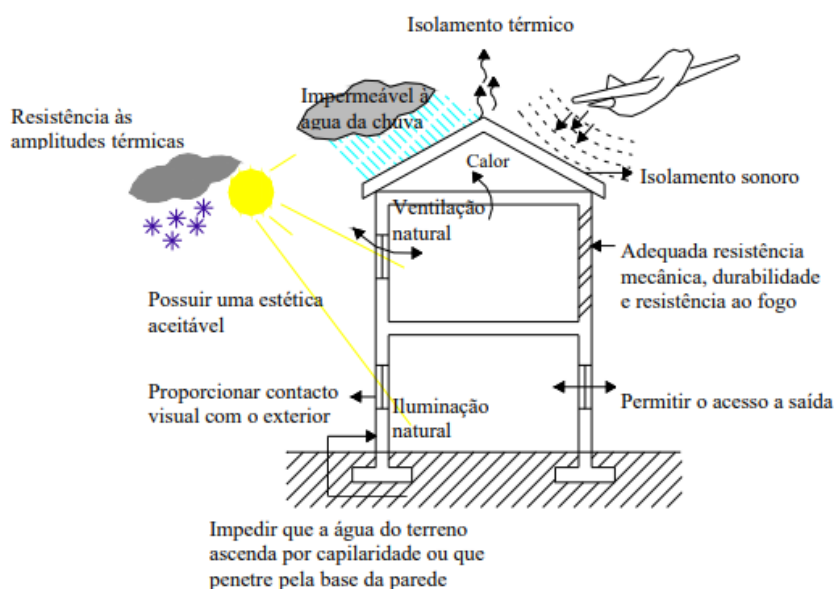
O consumo de energia elétrica nos edifícios está em crescimento exponencial decorrente ao crescimento de vida da população e do consequente aumento das necessidades de conforto individualista e familiar. Nos últimos anos veem surgindo equipamentos resultantes do grande desenvolvimento da tecnologia constatada nas ultimas decorrentes décadas (televisores com comando à distância e modo “standby”, computadores pessoais, micro-ondas), que em conjunto com maiores exigências no nível de condições térmicas de interior, levando a um crescimento constante de consumo energético. São responsáveis equipamentos eletrodomésticos e a iluminação, por uma importante quota-parte do consumo de energia. Ao conceber o edifício, se não forem considerados princípios, regras ou até normas que empregam a utilização racional de energia, o aumento da demanda em busca de novas tecnologias e maior exigência para com o conforto térmico, que só serão supridos com maiores ofertas de equipamentos de climatização, haverá como consequência o aumento do consumo global no setor e gradativamente de impactos ambientais (EDWARDS, 2008).

Existem inúmeros fatores que podem influenciar o consumo elevado de energia nos edifícios, sendo como fatores determinantes pontos como as condições climáticas da região e a necessidade dos usuários de buscar certo conforto, a orientação em que o edifício está

implantada, superfícies revestidas com material de alta condutibilidade térmica (CORRÊA, 2009).

A vedação em um edifício, agrupa todos os elementos que fazem parte estrutural, como também materiais e outros elementos que separam a atmosfera interior do exterior, incluindo também portas, janelas, paredes, coberturas e os pavimentos. Tendo em foco a envolvente faz-se necessário compatibilizar ventilação e iluminação natural junto da proteção térmica e de suma importância, a impermeabilização adequada a qualquer clima da região a ser aplicada (CORRÊA, 2009).

Figura 1: Exigências funcionais de uma edificação.



Fonte: BRAGANÇA; MATHEUS, 2004.

Contudo, através da análise do comportamento solar no momento da criação do projeto do edifício, auxilia na elaboração de alternativas bioclimáticas visando uma melhor performance térmica do edifício, acarretando também na diminuição dos custos de energia. É importante também realizar uma escolha criteriosa dos materiais que irão ser utilizados a fim de garantir o conforto térmico (CORRÊA, 2009).

3.2.3 A escolha dos materiais e a sustentabilidade

Deve-se seguir de critérios na hora da escolha de materiais para uma obra sustentável, como de onde se origina a matéria prima, a extração, processamento do solo, despesas com energia na transformação, emissão de poluentes, biocompatibilidade, durabilidade, dentre

outros, permitindo se classificar como sustentável e crescer o nível da obra, como também melhorar a qualidade de vida de seus indivíduos e de seu entorno. Tal seleção deve suprir parâmetros de inserção, estando de acordo com a geografia a seu redor, história, tipologia, ecossistema, condições climáticas, resistência, responsabilidade social entre outras avaliações de implantação da obra (ARAÚJO, 2008).

Entende-se como de suma importância a mínima utilização de materiais que tenham suspeitas ou de fato gerem danos ambientais, como por exemplo o PVC (policloreto de vinil), que acarreta danos desde sua produção, uso e descarte (sua queima gera ácido clorídrico e dioxina) e alumínio (que provoca grandes impactos ambientais para sua extração). Outros produtos, quando ausentes de métodos mais eco-eficientes, devem ser minuciosamente selecionados quando empregados no interior da edificação, como o caso de materiais compensados ou de madeiras recompostas, como os OSBs e MDFs, que contêm em sua elaboração adesivos à base de formaldeído (substância tóxica) e que não são recicláveis ou mesmo biodegradáveis (ARAÚJO, 2008).

A aplicação adequada dos materiais, também contribuem na busca da redução do desperdício. Consequentemente reduzindo o consumo de energia que foi gasto na fabricação de insumos e dentre outros materiais, assim agregando valor a uma construção civil mais sustentável (CORRÊA, 2009).

3.3 Gerenciamento de resíduos

Os Resíduos de Construção e Demolição – RCD, veem se tornando um dos principais alvos no meio técnico-científico, utilizando o mesmo como agregado dentre inúmeros usos na aplicação civil e também na pavimentação de rodovias, se tornando substituto as matérias primas agregadas nestes setores. Os resíduos sólidos da construção civil são aqueles gerados em qualquer etapa de uma nova construção ou reforma, bem como concreto, tijolos, revestimentos, pedras, madeira, gesso, argamassa etc. (CARNEIRO, 2001).

Dentre as construções civis nos municípios brasileiros, se percebe a geração de uma grande quantidade de entulho, evidenciando um desperdício irracional de material: desde a sua extração, passando pelo seu transporte e pôr fim à sua utilização na obra. Outro fator preocupante dessa questão é a de não realização da segregação de tais materiais que vão para o lixo, que acarreta na contaminação destes materiais, que poderiam ser reutilizados outra vez, empregados nas obras de engenharia, tintas, solventes, etc. (OLIVEIRA; MENDES, 2008).

O peso dessa irracionalidade é repartido por toda a sociedade, não só com o aumento no custo final das construções como também nos custos de retirada e tratamento do entulho. Muitas das vezes, esses resíduos são retirados de obras e dispostos clandestinamente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias, acarretando em uma série de danos ambientais e sociais, como a contaminação do solo por gesso, tintas e solvente (OLIVEIRA; MENDES, 2008).

Relatam, Angulo e John (2004) que com a ausência ou se ineficiente, políticas específicas para tal resíduo, vem criando formas de mostrar efeitos ambientais sobre a malha urbana, como o surgimento de aterros irregulares (inertes ou sanitários).

Praticamente todos os resíduos de construção e também da demolição (RCD) resultam tantos problemas no meio urbano e no meio ambiente, que é prudente os ver como fonte de materiais com potencial para reutilização na construção civil. Guimarães et al. (2005) dizem que atrai a deposição de outros resíduos no local, ainda gera um ciclo constante de despesas públicas com limpeza, já que cada vez mais será disposto mais montantes de lixo no local.

Carneiro (2001) afirma que resíduos que são gerados deste modo possuem um considerável nível de heterogeneidade em sua composição. Sua quantidade varia de 54% a 70% dos resíduos sólidos urbanos de cidades brasileiras como o Rio de Janeiro e Belo Horizonte, representando uma geração per capita entre 0,4 e 0,76 t /hab./ano (MOTTA; FERNANDES, 2003).

No país, a prática da destinação adequada e também o ato da reciclagem dos resíduos da construção civil, é pouco seguida. Existem alguns municípios Brasileiros, como Belo Horizonte, São Paulo, Londrina e Porto Alegre que utilizam de usinas de reciclagem, porém o número de absorção dos resíduos é ligeiramente baixo, uma vez que representam menos de 10% do todo urbanos (JOHN; AGOPYAN, 2003).

Autores citados anteriormente, afirmam, que muitas ações que apontam para a redução da geração de um menor número de resíduo na área da construção civil, como também mudanças de atos para confrontar perdas, entre aperfeiçoamento e flexibilidade nos projetos, como também aperfeiçoamento de construção, de maneira a diminuir as manutenções decorrentes de correções de defeitos, como selecionar materiais adequados considerando um aumento na vida útil dos mais variados componentes e também da estrutura dos edifícios, entre tantos outros, mas também com campanhas educativas (JOHN; AGOPYAN, 2003).

Existe a exigência da elaboração de um projeto de gerenciamento de resíduo em legislação federal, presente na Resolução 307 do CONAMA (2002). Toda nova edificação

antes ou durante sua construção deve elaborar este projeto e encaminhar para análise no órgão municipal que o cabe. Porém, existem empreendimentos que necessitam de uma licença ambiental, isso acarreta na análise do projeto de gerenciamento de resíduo também por um órgão ambiental. Este projeto deverá estabelecer todas as ações necessárias para o manuseio e também a destinação adequada seguindo as seguintes etapas: especificar o tipo do resíduo, identificando-o e quantificando-o; separar os resíduos respeitando sua classe; encaminhar para destinação final, se assegurando de sua correta destinação; o transporte também deve respeitar a classificação e a destinação final específica para o tipo do resíduo.

Hoje em dia um importantíssimo agente nesse problema ambiental é a implantação de programas que gerenciem esses resíduos. Uma ferramenta de grande escalão pensado para tal finalidade é a Resolução 307 (CONAMA, 2002), tal qual define, para a construção civil, quatro classes de resíduos, que deverão ter tratamentos distintos:

- ✚ Classe A – resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como agregados, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassas, concretos, tubos, meio-fio, solos de terraplanagem, etc;
- ✚ Classe B – resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel/papelão, metais, madeiras, etc;
- ✚ Classe C – resíduos ainda sem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para a sua reciclagem/recuperação, tais como os oriundos do gesso (tratamento pelo gerador);
- ✚ Classe D – perigosos, como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados (tratamento pelo fabricante).

Além de tal classificação de resíduos permite um manuseio mais correto com o auxílio para uso dos mesmos como uma alternativa (reciclado) em várias atuações da construção civil, esta alternativa determina que os mesmos citados não devam ser dispostos em simples aterros de tais resíduos sólidos de domicílios entre outros do mesmo escalão. Fica estabelecido que a competência para com o gerenciamento de tais, ficam em mãos dos municípios (AZEVEDO; KIPERSTOK; MORAES, 2006).

3.3.1 Reciclagem

A reciclagem aborda um tema muito amplo e possui total relação com a temática da sustentabilidade. Esta tem por objetivo reciclar materiais já utilizados objetivando a redução de extração de novos recursos naturais do planeta. O ideal seria a redução do consumo dos materiais não renováveis, mas como esta é uma situação que não ocorre, a reciclagem é uma alternativa de minimizar os impactos da construção, e somente quando não houver possibilidade de reciclagem, estes resíduos devem ser descartados. Contudo, para reciclagem se tornar possível deve haver resíduos de qualidade, o que implica em sua segregação correta junto a obra, e para que isso aconteça, os profissionais relacionados devem ter consciência da importância deste processo (BRAGANÇA; MATHEUS, 2004).

Para este processo ser viável, junto a conscientização do profissional responsável pela separação dos resíduos em suas categorias, a coleta seletiva deve ser realizada de acordo com o Plano de gerenciamento de resíduo de cada obra. A categoria que mais recebe resíduos para reciclagem é a industrial, pois muitas vezes as indústrias de reciclagem compram os resíduos dos geradores devido ao fato de um ser a matéria prima do outro (BRAGANÇA; MATHEUS, 2004).

4. CORRELATOS

Neste quarto capítulo, serão apresentadas quatro propostas de edificações que desde a concepção de seu projeto foram pensadas em alternativas sustentáveis. Estas obras irão servir como base para posterior análise e elaboração de uma metodologia de projetos sustentáveis, utilizando-as como referência de projeto. Os escolhidos como correlatos foram a sede da BMW Welt em Munique na Alemanha, o edifício Eurobusiness em Curitiba no Brasil, Jatobá Green Building – São Paulo, e Centro Cultural Max Feffer – Pardinho – SP. Para esta análise dos correlatos, o critério utilizado será referente aos aspectos sustentáveis presentes nos edifícios.

4.1 BMW Welt – Munique - Alemanha

A sede da BMW Welt na Alemanha é um edifício marcante, pois eleva os padrões da arquitetura sustentável com seu planejamento diferenciado. As soluções sustentáveis utilizam tecnologia de ponta, e foi baseada em experiências anteriores de grandes salões. Tudo nesta obra foi pensado em um método de reduzir o consumo energético. Ao entrar no Hall já é possível sentir uma sensação de bem-estar devido as inter-relações entre a luz natural e artificial. Contudo, o maior responsável pela minimização do consumo energético é devido ao mecanismo de ventilação natural, e aquecimento. A obra se localiza em uma região provida de ventos predominantes e grande radiação solar (STOFELLA, 2014).

Figura 2. BMW Welt.



Fonte: Stofella, 2014.

4.1.1 Apresentação da Obra

O projeto do edifício de responsabilidade do escritório Coop Himmelb(l)au e teve como seu arquiteto projetista Paul Kath. A obra possui 25.000 m² e foi inaugurada no ano de 2007. As instalações do edifício e seu programa de necessidades levaram a equipe de projeto chegar a uma criação de blocos temáticos, sendo eles: *hall* de entrada, *première*, fórum, gastronomia e prédio corporativo (STOFELLA, 2014).

4.1.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis

O sistema construtivo utilizado é basicamente o aço, pois suas paredes são revestidas com materiais metálicos e translúcidos visando a eficiência térmica. A sua forma gera correntes naturais de ventilação gerando turbulências quando os ventos estão mais fortes, entretanto, possuem saídas de ar automatizadas para quando este fato ocorra. O telhado é composto por em média 3660 painéis solares, tornando o prédio quase autossuficiente em energia nos blocos temáticos (STOFELLA, 2014).

Figura 3. Painéis solares.



Fonte: Stofella, 2014.

Esta tecnologia responsável pela ventilação que foi inserida no projeto, cumpre totalmente seu papel seguindo as exigências de conforto e isolamento acústico. Estas instalações foram realizadas de forma independente, mas com intuito de se integrar a arquitetura. O ar que entra pelas circulações laterais geradas pelas formas, é retirado do ambiente por meio de exaustão (STOFELLA, 2014).

4.2 Eurobusiness – Curitiba - Brasil

4.2.1 Apresentação da Obra

O edifício Eurobusiness localizado em Curitiba foi um projeto realizado pelo arquiteto Luís Alberto Borges de Macedo, tendo como seus princípios o conceito da sustentabilidade. A obra possui o selo LEED CS 2009 Platinum, sendo a maior premiação de sua categoria. O edifício teve sua construção finalizada no ano de 2015, possuindo uma área construída total de 15.562 m² (ARCOWEB, 2018).

Figura 4. Eurobusiness.



Fonte: Arcoweb, 2018.

Desde a concepção dos desenhos de suas fachadas, sua implantação e até a escolha de seus materiais garantiram a certificação de sustentabilidade do edifício. Tudo isso realizado a partir do uso de um software de modelagem e simulação de projetos sustentáveis, o Energy Plus (ARCOWEB, 2018).

4.2.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis

Na fachada do edifício o material predominante é o vidro, e seu desenho foi desenvolvido de acordo com as análises de radiação solar, por isso nas fachadas, norte, oeste e leste existem locais com predominância em alvenaria com objetivo de reduzir a incidência de luz natural. As janelas são do tipo maxim-ar, que contribui com a diminuição do uso de ar condicionado o que auxilia nos custos condominiais e as paredes de vedação interna do edifício foram executadas em drywall. A realização deste projeto foi possível pois a cidade de Curitiba possui seu clima ameno na maior parte do ano (ARCOWEB, 2018).

Além dos tópicos citados acima o edifício Eurobusiness ainda conta com um telhado verde e uma estação de tratamento de água, que permite que se faça o reuso na irrigação de plantas e vasos sanitários. A obra ainda possui um alto nível de economia energética a partir do uso de elevadores com drive regenerativo, que ao trabalhar recupera a energia que utiliza em seu funcionamento (ARCOWEB, 2018).

4.3 Jatobá Green Building – São Paulo

4.3.1 Apresentação da Obra

O edifício Jatobá Green Building tem um porte relativamente pequeno, devido ao fato de estar situado na cidade de São Paulo. A obra teve seu início no ano de 2001 e seu término apenas no ano de 2010. Conta com uma área total de 14.255 m² e foi realizado pelo escritório Aflalo/Gasperini Arquitetos (CABRAL, 2018).

4.3.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis

O edifício tem sua composição feita em dois blocos, sendo um retangular e o outro curvo, assim como o Eurobusiness, as fachadas do Jatobá Green Building foram pensadas de acordo com a orientação solar utilizando uma menor quantidade de vidro nas fachadas que possuem uma maior incidência, bem como a utilização de vidros altamente reflexivos. Diferentemente da fachada norte, que recebe menor incidência solar. Esta é quase totalmente

envidraçada e recebe o fechamento em vidro incolor e protegidas por brise-soleil (CABRAL, 2018).

Figura 5. Jatobá Green Building.



Fonte: Galeria da arquitetura, 2018.

O edifício também recebeu uma premiação LEED, porém diferentemente do Eurobusiness ele recebeu a premiação Gold. Além do projeto sustentável ocorrido pela implantação e planejamento da fachada, o edifício ainda possui reuso de águas pluviais, e sistemas de climatização setorizada. O terraço verde nas laterais também auxilia no desempenho de conforto térmico do edifício (CABRAL, 2018).

4.4 Centro Cultural Max Feffer – Pardinho – SP

4.4.1 Apresentação da Obra

O edifício situa-se na cidade de Pardinho no oeste do estado de São Paulo e foi idealizado pelo Projeto Pardinho, por realização do Instituto EcoAnima. O projeto teve seu início no ano de 2008 e término no ano de 2009. Possui uma área total de 1.570 m² em um terreno de 6.250 m². O projeto foi de autoria de Leiko Hama Motomura, do escritório Amima Arquitetura (CORBIOLLI, 2018).

4.4.2 Sistema Construtivo e Soluções Sustentáveis

A edificação ocupa um espaço de uma praça onde acontecem ações comunitárias, ensino e entretenimento. Já o projeto foi pensado para receber o maior número de soluções sustentáveis, também com a intenção de receber a premiação LEED. As soluções construtivas da edificação principal são diferenciadas pois possui sua estrutura independente de toras de eucalipto e uma cobertura de bambu. Já a construção secundária é composta de concreto e alvenaria, com finalidade de abrigar os setores administrativos do espaço (CORBIOLLI, 2018).

Figura 6. Centro Cultural Max Feffer



Fonte: Arcoweb, 2018.

Quanto aos recursos sustentáveis, o prédio possui um consumo baixo de água e energia, também possui um sistema de tratamento do esgoto além do aproveitamento de materiais de origem reciclada. A permeabilidade do local de implantação é elevada por possuir muitos drenos de água da chuva e revestimento em piso drenante. No paisagismo foram utilizadas espécies arbóreas de grande porte, o que também auxilia na retenção de água pluvial. A cobertura por ser de bambu, um material renovável, possui certo destaque (CORBIOLLI, 2018).

3. CONCLUSÃO

Quando se faz um resgate histórico da arquitetura é possível perceber que no período primitivo a civilização existente gerava pouco, ou nenhum dano a natureza. Conforme foram se os anos foram se passando o homem inicia uma utilização maior dos recursos naturais que planeta nos oferece. Esta exploração aumentou do decorrer dos anos, porém pode-se dizer que os danos maiores ao meio ambiente iniciaram no período da Revolução Industrial.

A população percebeu muito recentemente que o planeta sofre com a exploração de seus recursos, e a arquitetura possui uma boa parcela de culpa nesta situação. Contudo, ao mesmo tempo em que foi uma das causas que gerou o resultado que temos hoje, podemos também a partir desta melhorar as condições de vida das próximas gerações.

A sustentabilidade começa a entrar em discussão já na arquitetura moderna em sua primeira linha evolutiva em busca de sua gênese, onde se ressalta que as causas sociais são mais importantes do que as estéticas nesse período. Sendo assim, percebe-se que há uma certa preocupação em se fazer uma arquitetura sustentável, esta que segue até a contemporaneidade.

Em conclusão, como pôde ser visto ao longo deste material, a indústria da construção civil ocupa uma posição de destaque na economia nacional. Por outro lado, é grande geradora de impactos ambientais, aparecendo muitas vezes como o maior gerador de resíduos de toda a sociedade. Cabe também notar que uma mudança nas metodologias de projetos leva a resultados diferentes, sendo possível aderir alternativas bioclimáticas, ou diferentes tecnologias construtivas, a fim de garantir a sustentabilidade e melhorar qualidade de vida da população.

Vale ressaltar a importância da elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos pois atualmente a maior dificuldade encontrada pelas empresas que incorporam em seus processos a gestão de resíduos está relacionada à correta destinação, solução que somente poderá ser encontrada se houver a efetiva participação da cadeia produtiva, envolvendo construtoras, incorporadoras, projetistas, recicladoras, fabricantes, órgãos públicos e entidades de pesquisa.

5. REFERÊNCIAS

ABBUD, B. **Criando Paisagens, Guia de trabalho em arquitetura paisagística**. 3.ed. São Paulo: Senac, 2006.

ADAM, R. S. **Princípios do Ecoedifício: interação entre ecologia, consciência e edifício**. Editora Aquariana, 2001.

ANGULO, S.C. JOHN, M. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico dos concretos**. 2005. 149 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ARANTES, O. B. F. **O lugar da arquitetura depois dos modernos**. São Paulo. Edusp, 1995. Disponível em: <http://www.edusp.com.br/detlivro.asp?ID=663042> acesso em: 29/03/2018.

ARAÚJO, M. A. **A moderna construção sustentável**. IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da, 2008.

ARCOWEB. **Luís Alberto Borges de Macedo e Realiza Arquitetura: Edifício Eurobusiness, Curitiba**. 2018. Disponível em: <https://www.arcoweb.com.br/finestra/arquitetura/luís-alberto-borges-macedo-realiza-eurobusiness-curitiba> acesso em: 20 maio 2018.

ARGAN, G. C. **Arte Moderna**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

AZEVEDO, G. O. D. de; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. **Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável**. Eng. Sanit. Ambient. v. 11 n. 1, Rio de Janeiro, mar. 2006.

BAKER, G. H. **Le Corbusier: Uma Análise da Forma**. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

BENEVOLO, L. **História da Cidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2003.

BENEVOLO, L. **História da arquitetura moderna**. 3º ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.

BRAGANÇA, L.; MATHEUS, R. **Novas tecnologias construtivas com a vista na sustentabilidade na construção**. 2004. Disponível em:

<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/817/5/Parte%20I.pdf> acesso em: 15 maio 2018.

BRUAND, Y. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

CABRAL, M. **Jatobá Green Building**. 2018. Disponível em: https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/aflalogasperini-arquitetos_/edificio-jatoba-green-building/720 Acesso em: 20 maio 2018.

CANTOR, S. L. **Green Roofs in Sustainable Landscape Design**. W.W. Norton & Company, New York – London, 2008.

CARNEIRO, A. P. **Caracterização do entulho de Salvador visando a produção de agregado reciclado**. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador-BA. Anais... Salvador: ANTAC, v II p. 932. 2001.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHING, F. D. K. **Dicionário Visual de Arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

CHOAY, F. **O urbanismo**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva S.A., 2003.

COELHO, A.; ODEBRECHT, S. **Arquitetura moderna: reconhecimento e análise de edifícios representativos em Blumenau, SC**. 2007. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/viewFile/370/347> Acesso em: 27/03/2018.

COLIN, S. **Introdução à Arquitetura**. Rio de Janeiro: UAPÊ, 2000.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002). **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Diário Oficial da União, 17/07/2002.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simons. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro, Reven, 2003.

CORBIOLLI, N. **Centro de Cultura Max Feffer**. 2018. Disponível em: <https://arcoweb.com.br/projetodesign/arquitetura/amima-arquitetura-centro-cultural-28-07-2009> Acesso em: 20 maio 2018.

CORREA, H. **Just In Time, MRP e OPT: Um enfoque estratégico**. Gianesi. 2º ed, São Paulo: Atlas, 2009.

DIAS, S. I. S. **Introdução a arquitetura I**. 1º ed. Cascavel. CAU-FAG, 2005.

DOIS, J. A. **Função da Arquitetura Moderna**. Rio de Janeiro: Salvat, 1979.

DOYLE, M. E. **Desenho e Cores: Técnicas de desenho de projeto para arquitetos, paisagistas e designers de interiores**. 2º Ed – São Paulo: Bookman, 2002.

EDWARDS, B. **Guia básico para a sustentabilidade**. São Paulo: Gilli, 2005.

EDWARDS, Brian. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gilli, 2008.

FAGUNDES, C. M. N. **Contribuições para uma arquitetura mais sustentável**. 2009. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/18710/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o_C%C3%A1ssia-2009.pdf Acesso em: 27/03/2018.

FARAH, I.; SCLEE, M. B.; TARDIN, R. **Arquitetura paisagística contemporânea no Brasil**. São Paulo: Sanac, 2010.

FARRELLY, L. **Fundamentos da arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2012. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=QISaAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=arquitetura+contempor%C3%A2nea&ots=iUpegaRWp3&sig=PTiJM4XZ_yXLcMiOzfdAFyq1rOY#v=onepage&q=arquitetura%20contempor%C3%A2nea&f=false acesso em: 29/03/2018.

FUENTES, M.; THOMAS, S. **Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre – Bookman, 2009.

GLANCEY, J. **A história da arquitetura**. São Paulo: Loyola, 2001.

GOULART, S.V.G., BARBOSA, M.J., PIETROBON, C.E., BOGO, A., PITTA, T. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Florianópolis: UFSC, 1994.

GROPIUS, W. **Bauhaus: Nova Arquitetura**. São Paulo: Perspectiva, 1977.

GUEDES, M. C. **Arquitetura Sustentável: Oportunidades e desafios**. 2007. Disponível em: < http://recil.ulusofona.pt/bitstream/handle/10437/396/tema2_4.pdf?sequence=1 > Acesso em: 01/04/2018.

GUIMARÃES, R.P. et al. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, v.12, n.2, p.307-323, 2005.

HAROUEL, J. **História do urbanismo**. 3. ed. São Paulo: Papirus, 1990.

HOLANDA, F. **10 Mandamentos da Arquitetura**. 1º ed. Brasília: Prol Editora Gráfica Ltda, 2013.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS DOMICILIARES, São Paulo. Disponível em: www.reciclagem.pcc.usp.br . Acesso em: 12 ago. 2003.

LAMBERTS, Roberto. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: Pw Editores, 1997.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. 6º ed. São Paulo. Editora Perspectiva S.A. 2002.

LEONIDIO, O. **Um quarto de século de “Arquitetura contemporânea no Brasil”**. 2006. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/05.060/3121>> Acesso em: 25/03/2018.

LEGGIT, J. **Desenho de arquitetura. Técnicas e atalhos que usam tecnologia**. Bookman, Porto Alegre, 2004

LIMA, J. A. A. **Urbanismo como ciência, técnica e arte: sua política e sua proteção legal**. 2002. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.027/760>> Acesso em: 27/03/2018.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2001.

MIKHAILOVA, I. **Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática.** 2004. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/ii_sustentabilidade.pdf> acesso em: 27/03/2018.

MINDLIN, H. **Arquitetura Moderna No Brasil.** Rio de Janeiro, Aeroplano Editora/IPHAN, 2000.

MONTANER, J. M. **A Modernidade Superada. Arquitetura, arte e pensamento do século XX.** Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, 2001.

MONTANER, J. M. **A Modernidade Superada: ensaios sobre a arquitetura contemporânea.** 2.ed. São Paulo: GG, 2012, p. 153-169.

MOTTA, L. M. G.; FERNANDES, C. **Utilização de Resíduo Sólido da Construção Civil em Pavimentação Urbana.** 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003.

NIEVA, A B; POZO, A. V. **Guía de construcción sostenible.** Espana: Instituto Sindical do Trabajo, Paralelo Edición, noviembre, 2005.

NEUFERT, E. **A arte de projetar em arquitetura.** São Paulo: G. Gilli, 1998.

OLIVEIRA, E.G. & MENDES, O. **Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição:** estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA. 2008. Disponível em: <http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/> . Acesso em: 16 maio 2018.

PEREIRA, J. R. A. **Introdução à história da arquitetura.** São Paulo, Ed. Bookman, 2005.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de Madeira.** 6º Ed: Editora LTC, 2003.

RASMUSSEN, S. E. **Arquitetura vivenciada.** 2º ed: Martins Fontes. 1998.

REBELLO, Y.P.C. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura.** São Paulo: Zigurate, 2001.

REIS FILHO, N. G. **Quadro da Arquitetura no Brasil: Perspectiva,** 2004.

ROMERO, M. A. B. **A arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

SCHUNCK, E; OSTER, H. J; BARTHEL, R; KIESSL, K. **Roof Construction Manual**. Pitched Roofs. Birkhäuser Edition Detail, 2003.

STOFELLA, A. **BMW Welt**. 2014. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/759485/bmw-welt-coop-himmelb-l-au> Acesso em: 20 maio 2018.

UNDERWOOD, D. K. **Oscar Niemeyer e o modernismo de formas livres no Brasil**. São Paulo: Cosac & Naify, 2002.

VOORDT, T. J. M. van der, WEGEN, H. B. R. van. **Arquitetura sob o olhar do usuário: programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WATERMAN, T. **Fundamentos de paisagismo**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WISNIK, G. **Lucio Costa**. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.

YIN, R. K. **Estudo de caso – Planejamento e métodos**. 2ª ed. -Porto Alegre : Bookman, 2001.

ZEVI, B. **Saber ver a arquitetura**. São