

SUSTENTABILIDADE: COMPREENDENDO O EDIFÍCIO ENQUANTO ORGANISMO

MARCONSINI, CYNTHIA (1); BASTOS, LEOPOLDO E.G. (2)

1. Arq, Doutoranda PROARQ – FAU – UFRJ
Professora, Arquitetura e Urbanismo, UVV
Rua Clóvis Machado, 215/1504 – Enseada do Suá
Vitória – ES, CEP: 29050-585
c.marconsini@gmail.com

2. Eng. D. Sc. Professor PROARQ – FAU - UFRJ
Av. Pedro Calmon, 550/sl. 433
Prédio da Reitoria, Ilha do Fundão
Rio de Janeiro-RJ 21941-590
leopoldobastos@gmail.com

Palavras-chave: Sustentabilidade, pensamento sistêmico, metodologia do projeto

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apontar possíveis caminhos para a uma visão mais ampliada do conceito “sustentabilidade” reconhecendo-o como parte de um momento científico de mudança paradigmática, e que se insere na discussão do pensamento sistêmico. Reconhece que abordar a sustentabilidade no processo de projeto de arquitetura envolve um modo de pensar e olhar sobre ela, e de tratar sua complexidade, reconhecendo-a enquanto elemento sistêmico. Esta visão quer ampliar o significado da sustentabilidade para além daquele difundido pelo “mercado”, do simples objeto que utiliza artefatos tecnológicos acoplados ou inseridos na edificação como um atendimento à economia de recursos e eficiência (energética e material). Para isso procura estabelecer interfaces entre pressupostos do pensamento sistêmico e o processo de projeto, e utiliza como campo experimental o ateliê de ensino de projeto do curso de graduação de arquitetura.

Key-words: sustainability, system thinking, design methodology

Abstract

The aim of this paper is to identify possible ways for an enlarged view of the concept “sustainability”, recognizing it as part of a paradigmatic scientific change, which falls within the discussion of systems thinking. It recognizes that addressing sustainability in architectural design process involves a way of thinking and looking about it, and dealing with architectural complexity,

recognizing it as a systemic element. This vision aims to expand the meaning of sustainability beyond that released by the "market", the simple object that uses technological devices attached in the building in favor of saving resources and its efficiency (energy and material). For this, establishes interfaces between systems thinking assumptions and the design process and used as experimental field of design process methodology research, the design studio teaching of undergraduate Architecture course at the University of Vila Velha-ES.

1. SUSTENTABILIDADE: REVENDO CONCEITOS

A problemática da sustentabilidade assume um papel fundamental na reflexão sobre o desenvolvimento em suas dimensões sociais, econômicas e ambientais a partir da década de 1970. Essa preocupação pauta-se no reconhecimento de que a relação entre humanos e meio ambiente caracteriza-se pela degradação a níveis complexos que afeta a qualidade de vida da população e da capacidade de garantia de qualidade de vida a gerações futuras. (JACOBI, 2005)

O termo “desenvolvimento sustentável” surgiu a partir da publicação do relatório “Nosso Futuro Comum” realizado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento presidido pela ex-primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland. Por definição o desenvolvimento sustentável “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). Coloca-se, deste modo, as necessidades humanas como recurso a ser preservado nas políticas de desenvolvimentos.

Conforme bem apontado por LIMA (2003) observa-se que o discurso do desenvolvimento sustentável surge como substituto ao modelo de desenvolvimento econômico difundido pelos países centrais do capitalismo, modelo este que a partir da década de 1970 revela-se insuficiente para conter a crise de ordem econômica, social e ambiental deflagrada. Assim a questão ambiental é introduzida como novo ingrediente na revisão do modelo de desenvolvimento da civilização, em direção a uma visão mais ampliada dos aspectos que constituem as relações existentes entre sociedade e ambiente (LIMA, 2003).

Porém diante de dilemas e contrassensos apresentados ao desenvolvimento sustentável, a grande questão que se apresenta está exatamente na definição dos atores sociais promotores do desenvolvimento sustentável. Neste ponto é que o problema se torna extremamente complexo na medida em que são esses atores os mesmos que participam do modelo de desenvolvimento vigente e como bem definido por Guimarães “tem tudo a perder e muito pouco a ganhar” com a mudança (GUIMARÃES, 1994, pg. 115). Para Guimarães o desenvolvimento sustentado somente se transformará em uma proposta concreta “na medida em que se possa distinguir seus

componentes reais, isto é, seus conteúdos setoriais, econômicos, ambientais e sociais” (GUIMARÃES, 1994, pg. 116).

A arquitetura e os atores envolvidos em sua produção possuem um papel fundamental na participação deste desenvolvimento sustentável, uma vez que o ambiente construído possui uma grande interferência nos aspectos sociais, econômicos e ambientais das cidades e conseqüentemente na qualidade de vida dos seus habitantes.

A partir do relatório Brundtland e posteriormente a partir da conferência Mundial da ONU para o Desenvolvimento Sustentável - Rio 92, a questão urbana é fortemente debatida, principalmente no que se refere à expansão urbana, a degradação do meio ambiente e a perda da qualidade de vida. As preocupações emergentes na cidade contemporânea, cujo ritmo de crescimento e conexões é acelerado, estabelecem novos desafios de projeto e de inserção urbana. Uma das questões centrais debatidas está exatamente na contenção desta expansão urbana, que alarga a demanda por infraestrutura e recursos (energéticos e materiais), aumenta deslocamentos e conseqüentemente aumenta os níveis de poluição. As estratégias voltam-se para a busca de novas centralidades, bem como a ocupação e reestruturação de áreas urbanas degradadas e ou subutilizadas.

No âmbito brasileiro é corrente nas revistas comerciais de arquitetura a apresentação de exemplos de edificações definidas como “arquitetura sustentável”. Em grande parte dos casos apresentados o conceito de sustentabilidade é caracterizado por um pequeno número de soluções técnicas, que garantem certa economia de recursos (energéticos e materiais).

Este conceito deriva de uma visão do edifício enquanto objeto e preocupa-se exclusivamente com sua eficiência, muitas vezes independente do contexto. Incentivados por um “marketing verde” que almeja a promoção do empreendimento ou do profissional, esta visão de “mercado” aproxima-se do que MADGE (1997) define como “consumo verde”, um suprimento de produtos “ecologicamente corretos”. Também se aproxima do que Guimarães (2003) define como “transformações cosméticas” que apenas tendem a “enverdecer” um modo de pensar vigente.

A autora Pauline Madge (1997) em seu artigo “Ecological Design: A new critique”¹ estabelece uma crítica temporal entre os termos “verde” (green), “ecológico” (ecological) e “sustentável” (sustainable), no âmbito do projeto, incluindo o amplo significado que a palavra projeto oferece. Para a autora a transição dos termos “verde” e “ecológico” para “sustentável”, no campo do projeto, representa “um constante alargamento, no escopo da teoria e prática, e em certa medida, uma perspectiva cada vez mais crítica em ecologia e projeto” (MADGE, 1997, pg. 44).

¹ Elaborado para a revista Design Issue, em 1997

Para Madge o termo “verde” se tornou um chavão na década de 80 na Europa, invadindo a mídia e a publicidade para representar políticas e preocupações ecológicas (MADGE, 1997). Para a autora, o projeto “verde” neste período está mais preocupado em suprir a indústria de produtos “ecologicamente corretos”, alimentando o que denomina de “consumo verde”. É somente a partir do final da década de 80 que se inaugura uma maior preocupação com a mudança nos padrões de consumo, na ética empresarial e no gerenciamento ambiental da indústria. É neste momento que projetistas começam a referenciar seu trabalho como “ecológicos”. A adoção do termo “ecológico” reflete noções mais amplas e mais radicais de ecologia. As pesquisas passaram a adotar uma abordagem sistêmica nas práticas de *ecodesign*, o que incluía modelos de ciclo de vida, analisando fluxos de energia e materiais. (MADGE, 1997)

Para Madge esta tentativa de utilizar modelos ecológicos para analisar produtos ou sistemas de produtos parecia muito útil, porque era capaz de conter a complexidade da abordagem ambientalista, definindo os limites do sistema. Porém, a autora atenta para o fato de que tais pesquisas centravam-se em sua maioria na visão mecanicista da ecologia, e no velho dogma de que a modelagem dos ecossistemas é uma ciência exata.

Porém, a teoria do caos e da complexidade revolucionou o conceito de natureza, que agora é vista como imprevisível, em constante evolução, e se configura através de sistemas auto-adaptativos. Para Madge o estudo dos sistemas complexos adaptativos implica também um novo modelo de projeto. Esta nova concepção sugere uma versão diferente ao projeto ecológico, mais preocupada com os processos do que com os objetos. Essa nova concepção se autodenomina projeto “sustentável”.

Conforme apontado por Hjorth e Bagheri (2006), há uma grande dificuldade em se compreender a sustentabilidade não como um projeto que tem uma meta e, portanto um ponto final, mas como um processo contínuo que precisa ser considerado como parte integrante do trabalho diário. É exatamente a favor deste argumento que este trabalho pretende contribuir. O próximo tópico procura apresentar o conceito “sustentabilidade” como parte de uma mudança paradigmática na maneira de ver e perceber o mundo, que acontece no século XX, a partir do pensamento sistêmico.

2. SUSTENTABILIDADE ENQUANTO PROCESSO

Queremos aproximar o conceito de sustentabilidade, ao conceito de adequação. Uma vez que o significado do termo “sustentável” é sustentar os interesses humanos de hoje e de amanhã, entendemos como sustentável a adequação econômica, social e ambiental do edifício, no tempo e no espaço. Esta preocupação é conhecida da arquitetura e não é um fato inaugurado a partir das discussões do desenvolvimento sustentável. É exatamente por isso que é válida a afirmativa

enunciada por Eduardo Souto de Moura (2007) de que “a boa arquitetura é necessariamente, sustentável”.

Porém, reconhecemos que trabalhar esta adequação se tornou extremamente complexa a partir da revolução industrial, na medida em que, por um lado, ampliam-se gigantescamente a disponibilidade tecnológica da construção civil, por outro lado, a partir do crescimento das cidades e conseqüentemente de seus problemas, diversos são os condicionantes envolvidos no ato projetual e que influenciarão esta adequação e, portanto, sua sustentabilidade no tempo e no espaço.

O conceito “sustentabilidade” surge em um momento científico onde se discute uma mudança paradigmática na maneira de ver e perceber o mundo. Esta mudança paradigmática inicia-se na própria ciência aos fins do século XIX e início do século XX, onde o pensamento sistêmico é apresentado como meio para abordar problemas complexos que já não podem mais serem resolvidos exclusivamente pelo pensamento analítico-reducionista-mecanicista da ciência tradicional, herdado de Galileu, Descartes, Bacon e Newton, cujo sistema de valores ainda predomina no mundo ocidental.

No método analítico o mundo é reconhecido como uma infinidade de objetos (CAPRA, 1997, VASCONCELLOS, 2002). O conhecimento baseia-se na resolução do problema através da sua decomposição em partes e sua disposição na ordem lógica. Juntamente a este método analítico, assume uma atitude reducionista, que acredita que todos os problemas podem ser decompostos em partes para serem solucionados. Caracteriza-se também pela objetividade, e exclui de sua análise qualquer subjetividade, pois acredita que o mundo existe independente de quem o observa.

Uma das maiores conseqüências desta visão analítica-reducionista do conhecimento foi a fragmentação disciplinar acadêmica, que por um lado contribuiu enormemente para os avanços tecnológicos e científicos, mas ao mesmo tempo corroborou para o desconhecimento das interligações entre os fenômenos e os fatos.

É exatamente a favor do conhecimento e estudo destas interligações que uma nova abordagem paradigmática do conhecimento é estabelecida através do pensamento sistêmico. A abordagem sistêmica reconhece o mundo através de suas relações e integrações. A noção de sistema está vinculada à noção de uma totalidade integrada que não pode ser separada em partes para ser compreendida (CAPRA, 1997). A abordagem sistêmica possui, portanto, como elemento central de investigação e conhecimento o próprio sistema e sua organização e acredita que propriedades sistêmicas são destruídas quando o todo é dissecado no método de investigação analítico. Assim ao invés de focalizar apenas na compreensão das partes individuais que compõem o sistema, está interessada nos processos e nas relações existentes entre elas, ou seja, nos princípios de

organização e nas propriedades emergentes, ou seja, propriedades que só podem ser reconhecidas através da interação entre as partes.

Para Montaner (2009) esta mudança preconizada pelo pensamento sistêmico insere-se na arquitetura como a “crise do objeto”. Segundo ele, a aplicação da Teoria dos Sistemas na arquitetura significa opor-se ao reducionismo e ao mecanicismo, aproximando-se da ideia de complexidade e de associações em rede. Este novo enfoque dar-se-á na medida em que o edifício seja identificado, não mais como um objeto ou sistema isolado, mas sim como um componente da complexa estrutura urbana e territorial e que deve ser analisado através de sua capacidade de estruturar-se e interagir com este contexto. (MONTANER, 2009).

No âmbito da arquitetura, entendemos que abordar a sustentabilidade na concepção arquitetônica trata-se de compreender o edifício e seu processo de concepção como um organismo, ou seja, um sistema auto-organizado. Este reconhecimento somente será possível na medida em que se investiguem métodos de concepção que permitam tratar a complexidade da arquitetura, reconhecendo-a enquanto elemento sistêmico.

Deste modo, abordar a sustentabilidade no ato de projetar inclui um movimento para a abordagem baseada nos sistemas e pela busca de métodos de concepção que permitam reconhecer as interfaces existentes entre os diversos requisitos de desempenho do edifício, sejam eles de ordem econômica, social ou ambiental.

Esta visão quer ampliar o significado da sustentabilidade para além daquele difundido pelo “mercado”, do simples objeto que utiliza artefatos tecnológicos acoplados ou inseridos na edificação com um atendimento à economia de recursos e eficiência (energética e material). Esta concepção simplificadora da sustentabilidade é nefasta enquanto um “modismo” de mercado, levando a descrédito todo o esforço de conhecimentos já alicerçado.

Lara (2009a, 2009b) aponta a sustentabilidade como um “ambiente fecundo” para o resgate do papel social da arquitetura e da responsabilidade social do arquiteto, em um caminho contrário à crescente abstração do discurso arquitetônico. Reconhece assim a possibilidade de uma revisão de valores no ato de projetar.

Este argumento encontra respaldo em outros autores (MARGOLIN,1998; MADGE,1997; MANZINI,2006) que reconhecem a possibilidade da “cultura da sustentabilidade” de reinventar a “cultura do projeto” incluindo aqui não somente a arquitetura, mas o amplo conceito que a palavra projeto oferece. Este pensamento ressalta que um dos focos mais interessantes nessa abordagem (projeto sustentável) está exatamente na concepção do “projeto para a necessidade”, ou seja, uma mudança de foco dos produtos, serviços e sistemas para as necessidades humanas e que podem levar a uma melhoria das condições de vida e trabalho (MADGE, 1997).

Ao considerarmos o edifício e seu processo de concepção como organismos ou sistemas auto-organizados, acreditamos que pressupostos do pensamento sistêmico são ferramentas valiosas para tratar a complexidade projetual de edifícios e para auxiliar o entendimento desta organização e, conseqüentemente para a abordagem da sustentabilidade na arquitetura. Estes conceitos serão apresentados nos itens a seguir.

2.1. Sistema

A Teoria Geral dos Sistemas foi elaborada por Ludwing von Bertalanffy, biólogo austríaco, um dos teóricos pioneiros dos sistemas. Bertalanffy, reconhecendo a dificuldade de aplicação das leis científicas estabelecidas pela física, na biologia e na sociedade, aponta pela necessidade de estabelecer novas categorias de pensamento científico, mais amplas, que pudessem estabelecer uma interdisciplinaridade.

A “Teoria geral dos sistemas” (BERTALANFFY, 2010) estuda os fenômenos biológicos e suas diferenças em relação aos fenômenos físicos, e se propõe a identificar os princípios gerais do funcionamento de todos os sistemas. São apresentados como entidades complexas, que interagem abertamente em seus ambientes e evoluem continuamente pela aquisição de novas propriedades. Ao invés de isolar partes de uma entidade para compreendê-la, a teoria dos sistemas se preocupa com as relações estabelecidas entre as partes, que unidas configuram o todo. Sistemas complexos são geralmente dinâmicos, não lineares, e capazes de se auto-organizarem para sustentar sua existência. (FIKSEL, 2003).

Deste modo procura identificar os princípios universais, ou seja, propriedades gerais que aparecem em diferentes disciplinas científicas. Estabelece assim o conceito de sistema como elemento fundamental da investigação científica e a formulação de princípios válidos para os sistemas em geral, independente dos elementos que os constituem. Caracteriza-se então como uma teoria interdisciplinar (VASCONCELLOS, 2002).

O conceito de sistema é definido por Bertalanffy (2010) como um “conjunto de componentes em estado de interação”. Portanto é este estado de interação que define a existência de um sistema e que o difere de um aglomerado de partes independentes umas das outras (VASCONCELLOS, 2002).

“O problema do sistema é essencialmente o problema das limitações dos procedimentos analíticos na ciência” (BERTALANFFY, 2010, pg. 39). Para Bertalanffy o “procedimento analítico” assume como primeira condição que a interação entre as partes não existem, ou são relativamente fracas para serem consideradas. A segunda condição é que “as relações que descrevem o comportamento das partes sejam lineares” (BERTALANFFY, 2010, pg. 39). Nos sistemas, também definidos como “complexidade organizada” essas condições não são satisfeitas e por isso ele é definido como partes “em interação”.

O pensamento sistêmico tem como objetivo compreender fenômenos complexos, aqueles que não podem ser compreendidos sob a ótica do pensamento analítico, através da separação em partes. O paradigma sistêmico reconhece o mundo através de suas relações e integrações. Uma abordagem sistêmica considera que em um sistema complexo relações mútuas existentes entre as partes não ocorrem nas partes isoladamente. (SIMON, 1996). A noção de sistema, portanto, está vinculada à noção de uma totalidade integrada que não pode ser separada em partes para ser compreendida, uma vez que as propriedades sistêmicas são destruídas quando o todo é dissecado.

Edgar Morin (2007) reflete que pensar complexamente não significa dar conta da completude do fenômeno, mas sim dar conta das articulações entre eles que são desmembradas no pensamento disjuntivo, característico do pensamento científico tradicional, aquele que “isola o que separa e oculta tudo o que religa, interage, interfere” (MORIN, 2007, PG.6). Este saber fragmentado isola o objeto de seu contexto e assim ignora as relações.

Reconhecendo o edifício como um elemento complexo, podemos também compreendê-lo enquanto um elemento sistêmico, ou seja, tanto o edifício quanto seu processo de concepção podem ser considerados sistemas. O edifício é um sistema cujo desempenho depende da relação estabelecida entre suas diversas partes constitutivas (subsistemas) e insere-se em um dado contexto (natural e urbano) sujeito a interações com este (sistema dentro de outro sistema). Por sua vez o processo de concepção do edifício também pode ser compreendido como um processo sistêmico, no qual diversas disciplinas, atores e variáveis interagem. Deste modo ambos – edifício e processo de concepção do edifício – são totalidades sistêmicas.

O desafio apresentado ao projeto sustentável é o de compreender e tratar o edifício em termos sistêmicos e traduzir esta necessidade em métodos de projeto (e também de ensino de projeto) que sejam capazes de possibilitar a compreensão das relações de interdependências existentes entre edifício e seus subsistemas, entre edifício e usuários e entre edifício e contexto.

2.2. Organismo, organização e contexto.

O conceito de organismo é também um importante fundamento na compreensão do edifício enquanto sistema. Em um organismo vivo existem um número de sistemas inter-relacionados, e todos esses sistemas impactam uns aos outros. O mesmo ocorre em uma edificação: cada subsistema da edificação também poderá impactar um outro e vice-versa. A edificação por sua vez é um sistema inserido em um sistema maior que é o meio natural e urbano. Vasconcellos (2002) atenta para o fato de que as fronteiras estabelecidas entre os sistemas nem sempre são elementos concretos e não devem ser consideradas como barreiras, mas como “lugar de relação” ou “lugar das trocas” entre os sistemas. Assim é de fundamental importância, compreender como se estabelece essas inter-relações entre um sistema e seu ambiente.

Para Maturana e Varela (2001) a organização de alguma coisa é “algo ao mesmo tempo simples e potencialmente complicado” (MATURANA e VARELLA, 2001, pg. 50). A organização trata das relações que precisam acontecer para que esse algo exista. Para Maturana e Varela é simples apontar, em uma determinada organização, os objetos que a compõem e que a caracterizam como uma classe. Porém é extremamente complexo e difícil descrever com exatidão as relações que constituem tal organização. Traduzindo para a linguagem arquitetônica, é simples compreender quais elementos compõem um edifício, porém mais complexo é compreender como esses elementos interagem entre si.

Maturana e Varela fazem ainda uma distinção entre organização e estrutura. Entendem como organização “as relações que devem ocorrer entre os componentes de algo, para que seja possível reconhecê-lo como membro de uma classe específica”. Entendem como estrutura “os componentes e relações que constituem concretamente uma unidade particular e configuram sua organização” (MATURANA E VARELLA, 2001, pg 54)².

Para Maturana e Varela seres vivos diferentes se distinguem porque tem estruturas distintas, mas são iguais em organização. Ao tentar caracterizar um ser vivo, e ao buscar fazê-lo de um modo científico, perceberam que não podem fornecer uma lista que caracterize um ser vivo, mas que podem “propor um sistema que, ao funcionar, gere toda sua fenomenologia” (MATURANA E VARELLA, 2001, pg 56)

Para estes autores ter uma organização não é exclusivo dos seres vivos, mas comum a todas as coisas que podem ser investigadas como um sistema. Assim, do mesmo modo que podemos dizer que algum tipo de organização define um ser “vivo”, algum tipo de organização define um objeto “edifício” e mais especificamente algum tipo de organização que define um “edifício sustentável”. Uma vez compreendida esta organização é possível conceber as possíveis estruturas que permitirá tal organização. Mas esta organização somente poderá ser compreendida se inserirmos o edifício num dado contexto ambiental, sócio-cultural, econômico, etc.

Assim, para pensar complexamente é necessário sempre contextualizar o objeto ao estudá-lo e para proceder tal contextualização do objeto ou problema, deve-se fazer um exercício de ampliação do foco e trabalhar com sistemas amplos, retirando o foco exclusivo no elemento e incluindo o foco das relações. O contexto não significa simplesmente o ambiente, mas as relações entre todos os elementos envolvidos. (VASCONCELLOS, 2002).

² Maturana e Varela exemplificam o conceito de organização e estrutura através de uma descarga de banheiro: “...numa descarga de banheiro a organização do sistema de regulação do nível de água consiste nas relações entre um aparelho capaz de detectá-lo e outro mecanismo capaz de cortar o fluxo de entrada do líquido. No banheiro de uma casa, essa espécie de artefato se configura por meio de um sistema de plástico e metal e numa válvula de passagem. Mas essa estrutura específica poderia ser modificada, substituindo o plástico por madeira, sem alterar o fato de que ela continuaria sendo uma descarga.” (MATURANA E VARELLA, 2001, pg 54).

Compreender a **organização** de cada edifício, de acordo com suas necessidades programáticas e o contexto em que se insere, possibilita a visualização das trocas e interações internas ao edifício e as trocas e interações com o meio (ambientais, econômicas e sociais). Esta forma de proceder permite a concepção de **estruturas** distintas para os edifícios sustentáveis e revela-se um caminho para trabalhar o edifício sob um enfoque sistêmico e também abordar a sustentabilidade no processo de projeto.

2.3. Decomposição Hierárquica

Bertalanffy propõe também que o mundo deva ser considerado sob um enfoque de organização hierárquica, onde entidades organizadas superpõem-se em muitos níveis, indo dos sistemas físicos e químicos aos biológicos e sociológicos, (BERTALANFFY, 2010).

Assim, é comum se dizer que a natureza constitui-se de sistemas dentro de sistemas. Cada sistema é um subsistema em relação a aquele de nível hierárquico superior. Cada subsistema teria assim duas tendências: uma integrativa, que lhe permite funcionar como parte de um sistema superior, através de relações de interdependência e integração; e outra afirmativa, que lhe permite funcionar como um todo, a fim de preservar sua individualidade e autonomia. (VASCONCELLOS, 2002).

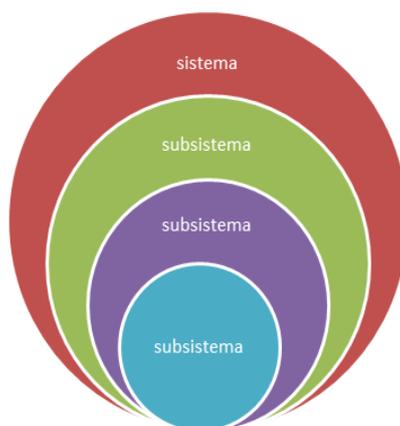


Figura 1 - Decomposição Hierárquica. Fonte: autora.

O conceito de hierarquia quando relacionado aos sistemas complexos é discutido por Simon em *Ciência do Artificial* (SIMON, 1996) na caracterização da “forma do projeto (design)”. Simon entende como “sistema complexo” aquele composto por “uma série de partes que possuem muitas interações” (SIMON, 1996, pg. 184. Tradução nossa).

Para Simon (1996) sistemas complexos podem ser construídos através de uma hierarquia de níveis, como em caixas dentro de caixas. A ideia básica é que vários componentes de um sistema complexo desempenham sub-funções particulares e que estas contribuem para o funcionamento total do sistema. Um sistema hierárquico é composto de subsistemas inter-relacionados, cada um

destes sendo, por sua vez, hierárquicos em suas estruturas, até que se chegue um nível mais baixo de um subsistema primário. (SIMON, 1996). Para este autor a decomposição do objeto de projeto em componentes funcionais não é única e existem diversas alternativas para realizar esta decomposição.

Simon atenta para o fato de quem nem sempre existe uma relação de subordinação na decomposição, ou seja, nem sempre alguém é “chefe” de alguém. Assim o autor define dois tipos de sistemas hierárquicos: sistemas hierárquicos que apresentam uma hierarquia em sua estrutura (com inter-relações, mas nem sempre de subordinação), e sistemas hierárquicos formais, aqueles onde os subsistemas apresentam relações de subordinação.

É importante ressaltar que o diagrama resultante desta decomposição hierárquica nem sempre ocorre de forma linear e as inter-relações existentes entre os componentes podem se estruturar em forma de “rede”.

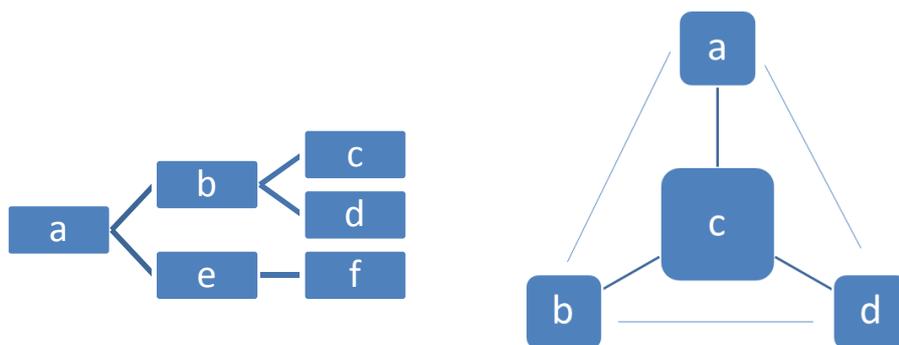


Figura 2 - Decomposição Hierárquica Formal (esquerda) x Decomposição Hierárquica em Rede (direita). Fonte: autora.

Simon argumenta que para “conceber uma estrutura complexa, uma poderosa técnica é descobrir maneiras viáveis de decompô-la em componentes semi-independentes que correspondem às várias partes funcionais”. Deste modo cada componente pode ser desenvolvido com algum grau de independência da concepção dos outros componentes, “uma vez que cada um vai afetar os outros principalmente através de suas funções e independente dos mecanismos que realizam função” (SIMON, 1996, pg. 128, tradução nossa).

Para Simon, estas alternativas estão abertas, na organização do processo do projeto, enquanto os subsistemas podem ser resolvidos, antes que a coordenação global do projeto seja detalhada ou, vice-versa, enquanto o projeto global pode ser resolvido antes que os componentes e os seus elementos constituintes sejam desenvolvidos.

A **decomposição hierárquica** do edifício é uma poderosa ferramenta para compreensão das interdependências existentes entre seus subsistemas, na compreensão da organização do edifício

e composição de sua estrutura. Configura-se também como uma valiosa ferramenta para abordar a complexidade projetual do edifício e sua sustentabilidade.

2.4. Retroação

A retroação (*feedback*) é o conceito central na qual se baseia a Cibernética. A cibernética é uma teoria dos sistemas de controle baseada na comunicação, ou seja, transferência da informação, entre o sistema e o meio onde esse sistema opera e entre os elementos do próprio sistema (BERTALANFFY, 2010). Dizer que um sistema conta com um mecanismo de retroação significa que o sistema, durante seu funcionamento, é informado quanto aos resultados produzidos e parte dos resultados (output) são enviados como informação (inputs) à entrada do processo, o que se denomina de circuito de retroação. Isso significa que o sistema cibernético poderá apresentar mudanças de comportamento por influência de um fator externo. Assim o sistema pode ser considerado fechado quanto à troca de energia e matéria, mas aberto à informação vinda de seu ambiente. (VASCONCELLOS, 2002). Para Simon (1997) o controle por retroação mostra como um sistema pode trabalhar na direção de certos objetivos e se adaptar para um ambiente em mudança.

A ferramenta **retroação** pode ser aplicada ao processo de projeto sustentável para realimentar processos diante de respostas obtidas. Permite estabelecer a flexibilidade no processo projetual que tende a evoluir em busca de determinados objetivos e metas.

3. O ENSINO DE PROJETO, PENSAMENTO SISTÊMICO E A SUSTENTABILIDADE

Assim como Lara (2009a), os autores do presente trabalho reconhecem que a abordagem da sustentabilidade não se imporá na prática arquitetônica enquanto não for integrado ao Atelier (de ensino de arquitetura) e que devemos “abraçar o ethos do Atelier para transformá-lo ou aprimorá-lo” aproximando a pesquisa da prática do projeto.

Também concordam com Meurer (2001) quando este afirma que o projeto orientado para o desenvolvimento sustentável é uma atividade complexa e argumenta para o fato de que não pode ser ensinado como um campo separado. Para Meurer, o projeto sustentável só pode ser desenvolvido através da interseção das disciplinas existentes e das áreas individuais, no âmbito de projetos flexíveis, constituídos e adaptados especificamente para o problema em questão. Isto só é possível através da interação do projeto com a ciência e a tecnologia. Estes devem ver-se a si mesmos e uns aos outros como objetos de reflexão e interação criativa (MEURER, 2001). Por conseguinte, o projeto (design) deve ser entendido como uma atividade em rede.

Esta argumentação é extremamente importante no que se refere ao ensino de projeto, mais especificamente a arquitetura. Este trabalho defende que a abordagem da sustentabilidade não deva ser ministrada como um campo separado do atelier de projeto, ou num atelier específico cujo

tema esteja relacionado à sustentabilidade, onde todos os outros não necessariamente devam se preocupar com o assunto. A sustentabilidade deve ser introduzida como uma abordagem metodológica do processo projetual, através de métodos que possibilitem os alunos trabalharem com as complexidades e as interfaces entre os requisitos ambientais, econômicos e sociais do projeto.

4. PESQUISA EM ANDAMENTO

Esta pesquisa, constante de uma tese de doutorado, utiliza como campo experimental a investigação metodológica do processo projetual, no atelier de projetos do curso de graduação de arquitetura, da Universidade de Vila Velha. Esta investigação metodológica enfoca a compreensão do edifício enquanto sistema, utilizando conceitos do pensamento sistêmico - sistema, organismo, decomposição hierárquica e retroação - para abordar a sustentabilidade.

Acreditamos que a abordagem da sustentabilidade no ensino de projeto configura-se como um meio para compreensão das complexidades referentes à concepção do edifício e as interfaces existentes entre as diversas disciplinas envolvidas na sua concepção e construção. Esta forma de abordagem preconizada tem o objetivo de dotar aos alunos de uma maior compreensão do edifício arquitetônico enquanto um organismo sistêmico, cujas partes se inter-relacionam e afetam o desempenho deste objeto como um todo.

Na abordagem do edifício, apropriamo-nos da descrição de “artefato” proposto por SIMON (1996). Na investigação sobre a ciência do design, Simon analisa os termos envolvidos na concepção do artefato. Para Simon, a concepção de um artefato envolve a relação de três termos: a finalidade (objetivo deste artefato), sua organização interna (seu caráter ou substância) e o ambiente externo (meio em que opera). Deste modo, o artefato pode ser visto como uma “interface” entre o “ambiente interno”, a substância e organização do próprio artefato e o “ambiente externo”, a vizinhança no qual ele opera. Se o ambiente interior é apropriado ao ambiente exterior, ou vice-versa, o artefato servirá a sua finalidade.

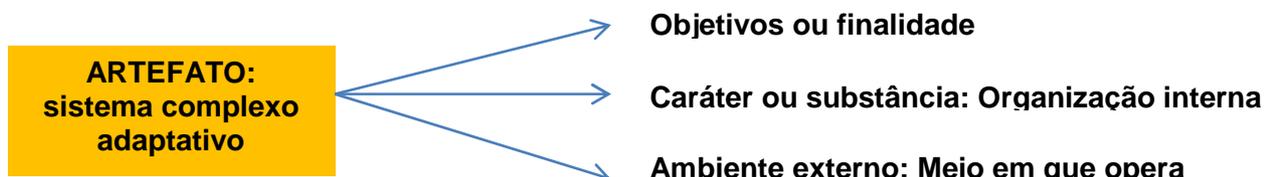


Figura 3 – Termos envolvidos na concepção do artefato, segundo Simon (1996).

Assim, Simon decompõe o que denomina de sistema adaptativo (sistema artificial) em: objetivos (finalidade e adaptação), ambiente externo e ambiente interno. Para o autor “descrever um artifício em termos de sua organização e funcionamento – sua interface entre o ambiente interior e exterior – é o maior objetivo da invenção e da atividade do designer” (Simon, 1996, pg. 9)

Abordamos, portanto, o desempenho do edifício através da observação destes três termos: sua finalidade: o uso a que se destina e seus objetivos, seu ambiente interno (sua materialidade, sua espacialidade e sua organização interna) e o ambiente, o contexto no qual e para qual ele opera (ambiente natural, ambiente urbano, seus usuários). O objetivo, portanto a ser alcançado, no processo de projeto, é promover a melhor interface (edifício) entre sua organização interna e o ambiente.

Utilizamos para isto elementos do pensamento sistêmico para abordar a sustentabilidade e promover a compreensão das complexidades referentes ao desempenho do edifício. O método objetiva a identificação, no edifício, de sua organização interna e sua adaptação ao contexto. Para que isto seja possível é necessário caracterizar e compreender o edifício enquanto sistema e caracterizar suas propriedades e seu comportamento.

Apresentamos abaixo um quadro síntese do método investigado, que se encontra atualmente em desenvolvimento e aplicação:

<p>Contextualização: Reconhecimento do edifício como um sistema inserido em outro sistema. Contextualização do “ambiente externo” (meio no qual o edifício opera): ambiente natural, ambiente urbano.</p> <p>Proposição: Estabelecimento das relações de interdependência entre edifício e contexto e elaboração das diretrizes projetuais que nortearão as futuras decisões. Contextualização programática do edifício baseado na investigação do ambiente natural e urbano.</p> <p>Organização: Reconhecimento da organização interna do edifício que reponda simultaneamente à contextualização e à proposição: diretrizes projetuais estabelecidas a partir do contexto. Organização = relações que precisam acontecer para que algo exista.</p> <p>Partido: Concepção preliminar do edifício, a “interface”, baseado na contextualização e organização definida. Definição das “estruturas” possíveis para tal organização.</p> <p>Decomposição hierárquica: Decomposição do edifício em suas diversas partes funcionais, a fim de abordar a complexidade projetual de seus subsistemas. Compreensão das relações de interdependências entre as diversas partes funcionais. Concepção das partes funcionais definidas em sua organização.</p> <p>Teste: teste das partes funcionais contra restrições impostas: restrições normativas, restrições de desempenho. Reavaliação da organização.</p> <p>Retroação: os resultados voltam ao início do processo para alimentar novos caminhos e soluções.</p> <p>Solução final.</p>
--

Figura 4 – Quadro da Síntese Metodológica.

Contextualização

Reconhecimento do edifício como um sistema inserido em outro sistema.



Proposição

Definição de objetivos baseados no contexto: elaboração de diretrizes projetuais.



Organização

Estabelecimento de relações de interdependência. Relações que precisam acontecer para que algo exista



Partido

O edifício como "interface". Possíveis estruturas

Decomposição Hierárquica

Hierarquização funcional

Decomposição do edifício em suas diversas partes funcionais

Teste contra restrições

- normativas
- desempenho
- mecanismos
- espacialidade

Estruturação das partes funcionais

Solução

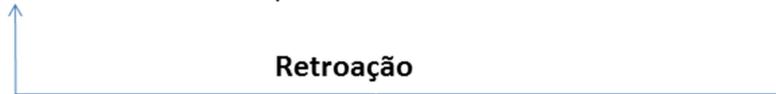


Figura 5 – Diagrama da Síntese metodológica.

Este método está em fase de definição e aplicação no curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Vila Velha, ES. A disciplina refere-se ao Ateliê Integrado de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo III, ministrada para o quinto período do curso.

Tal investigação pauta-se no reconhecimento de que a abordagem da sustentabilidade no projeto de arquitetura está relacionada ao reconhecimento de que tanto o edifício, quanto seu processo de concepção são elementos sistêmicos, ou seja, não podem ser concebidos ou estudados através de suas partes separadamente, mas através de métodos que possibilitem a abordagem integrada do edifício e a compreensão de sua organização, buscando relacionar, durante a evolução da concepção do projeto, as interfaces existentes entre cada escolha e o desempenho final da edificação (seja ela ambiental, social ou econômica).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoria Geral dos Sistemas. Fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. 5ª edição. Petropolis, RJ: Editora Vozes. 2010

CAPRA, Fritjof. *O ponto de mutação*. São Paulo: Editora Cultrix. 1997.

- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso futuro comum*. 2. Ed. Rio de Janeiro: FGV, 1991.
- FIKSEL, Joseph. *Designing resilient, sustainable systems*. Environmental Science & Technology. Vol 37, Nº 23. 2003.
- GUIMARÃES, Roberto P. *O desafio político do desenvolvimento sustentado*. Foro sobre el desarrollo sostenible y la reforma del Estado em America Latina y el Caribe, Colégio de México e PNUMA/ONU, abril, 1994.
- HJORTH, Peder; BAGHERI, Ali. *Navigating towards sustainable development: A system dynamics approach*. Futures 38, 74–92. 2006
- JACOBI, Pedro. *Educar para a Sustentabilidade: complexidade, reflexividade, desafios*. Revista Educação e Pesquisa- vol. 31/2- FEUSP. Maio-agosto, 2005.
- LARA, Fernando Luiz. *Ambiente Fecundo. A urgência da sustentabilidade como janela de oportunidade para a arquitetura*. Revista AU. Edição 179. Fevereiro 2009a. pg.58-60
- _____. *Sustentabilidade e Ensino de Projeto: Desafios e Oportunidades*. IV Projetar 2009. São Paulo. 2009b.
- LIMA, Gustavo da. *O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação*. Ambiente e Sociedade. vol.6 no.2 Campinas. Julho/Dezembro. 2003
- MADGE, Pauline. *Ecological Design: A New Critique*. Design Issues 13:2, Summer, 1997
- MANZINI, Ezio. *Design for sustainability. How to design sustainable solutions*. Milão: DIS INDACO Departament, Politécnico di Milano, 2006. Disponível em: www.sustainable-everyday.net/manzini.
- MARGOLIN, Victor. *Design for a sustainable world*. Design Issues: volume 14, nº2, Summer 1998.
- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. *A árvore do conhecimento. As bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- MEURER, Bernd. *The transformation of design*. Design Issues: volume 17, nº1, winter 2001, p.44-53
- MONTANER, Joseph Maria. *Sistemas arquitetônicos contemporâneos*. Barcelona: Editora Gustavo Gilli. 2009.
- MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina. 3ª edição. 2007.
- MOURA, Eduardo Souto de. *A boa arquitetura é, necessariamente, sustentável*. Entrevista Publicada originalmente no suplemento *Babelia* de *El País*, edição de 30 de junho de 2007, sob o título "La buena arquitectura lleva implícito el ser sostenible". Revista Vivercidades. Disponível em: http://www.vivercidades.org.br/publique_222/web/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1285&sid=19. Acesso em dezembro 2008
- SIMON, Herbert. *The sciences of the artificial*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, 1996.
- VASCONCELLOS, Maria José Esteves de. *Pensamento sistêmico: O novo paradigma da ciência*. Campinas, SP: Papirus, 2002