

GERENCIAMENTO DA ARQUITETURA, URBANISMO E ENGENHARIA DO VALOR: UMA ABORDAGEM COGNITIVA PARA O PROJETO SUSTENTÁVEL DE EDIFÍCIOS

ARCHITECTURE, URBANISM AND VALUE ENGINEERING
MANAGEMENT: A COGNITIVE APPROACH TO SUSTAINABLE
BUILDING DESIGN

José R. S. QUEVEDO

Engenheiro Civil, Mestre, pesquisador no
CESEC – Univ. Federal do Paraná –
quevedoeng@gmail.com

Sergio SCHEER

Professor Associado, Doutor, Universidade
Federal do Paraná - scheer@ufpr.br

RESUMO

Proposta: Contribuir - à margem de indicadores pertinentes a questões como energia, usos do solo, água, materiais recicláveis, segurança e higiene no trabalho, dentre outras - com um modelo teórico de gerenciamento sustentável que permita a visualização, a tomada de decisão e o controle de todo o processo de projeto de um empreendimento. Resgatar a sustentabilidade do esquecimento a que foi relegado e, não como algo "a mais" ou estranho ao meio como muitos pretendem, mas desde dentro, como constituinte essencial. E com isto, propiciar aos atores – engenheiros, técnicos, arquitetos, investidores, etc. – subsídios e ferramentas adequados ao direcionamento sustentável dos empreendimentos. Método de pesquisa/Abordagens: A investigação foi conduzida por processos especulativos de caráter teórico experimental no intuito de formular o constructo "gerenciamento da arquitetura, urbanismo e engenharia do valor simultâneo" como critério para assegurar a sustentabilidade. Resultados: espera-se alcançar um modelo teórico que contemple todos os valores – engenharia, arquitetura e urbanismo e sustentabilidade – em unidade e paridade entre os mencionados. Contribuições/Originalidade: Construção de um modelo de natureza cognitiva contemplando de forma holística os atores e elementos constitutivos do processo de projeto.

Palavras-chave: valores, gerenciamento, visão sistêmica, sustentabilidade, projeto de empreendimento.

ABSTRACT

Proposal: To contribute – off indicators that deal with energy, soil use, water, recycling materials, security, and work conditions, among others – with a theoretical model for sustainable management that permits visualize, decision support and control of the whole enterprise project process. To get back sustainability, not as a strange, but from inside, as an essential component. And, due to this, to propitiate for the actors – engineers, technicians, architects, investors, etc - adequate resources and tools in order to obtain an enterprise sustainable guidelines. Methods: Speculative processes with theoretical and experimental characters in order to make the construct "management architecture, urban planning and engineering for both value" as a criterion for sustainability. Resulted: It aims to reach a theoretical model that deals with all values – engineering, architecture and urbanism, and sustainability – as a whole. Originality/value: Development of a cognitive model that contemplates in a holistic manner the actors and constitutive elements of the enterprise process. and the constituent elements of the project.

Key-words: Values, Management, Systemic Vision, Sustainability, Enterprise Project.

1. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Na cultura atual, pródiga em especializações, cartesiana se for preferido, a produção de edificações incumbe a engenharia de uma ampla gama de tarefas como os projetos (comumente denominados de complementares) e outras atividades tais como o planejamento geral e a condução direta das obras. Já a arquitetura, afora obras de restauro, praticamente restringe sua presença na área de projetos. Ambas, na negra urdidura de ruas e avenidas tecem, aglomeram, retalham, conectam e aparelham o espaço urbano. Eximidas de culpa na batalha ozônica, estão agora convocadas a um enfrentamento menos etéreo onde a barcaça da humanidade apresenta outro furo, agora no casco, ameaçando de naufrágio seus seis bilhões de ocupantes. Questão basilar, na sustentabilidade todos somos vítimas e, eventualmente culpados. Planeta também adocece, como se acaba de saber, e a fatura passada ao setor nos responsabiliza por cifra na segundo BECKER (2007) Na ordem de 5% das emissões, 30% do consumo de água, 70% do total de energia elétrica, entre outros. E, por este motivo a candente polêmica sobre as medidas de toda a humanidade para enfrentar o conjunto de anomalias ambientais sinteticamente agrupadas sob o “problema do aquecimento global”, deve passar necessariamente pela mobilização da cadeia de produção da construção civil que segundo TAVARES (2006) é responsável por boa parte dessa emissão. Toda operação para ser sustentável deve ser sistêmica, e seu espectro de atingimento deve conjugar racionalidades oriundas dos mais diversos setores tais como: ambientais, econômicos e sócio-antropológicos - em ordem alfabética. Tentar auxiliar no desenvolvimento da indústria da construção sustentável e diminuir esses danos ambientais são uma grande e difícil missão, porém, o longo caminho está apenas começando. De todas as etapas do empreendimento – prospecção do solo, terraplenagem e escavação, demolições, planejamento e projeto, construção, uso e ocupação, revitalização, reciclagem, entre outras – ressalta a importância do projeto, desenho do empreendimento, como elemento crucial na definição e adequação do produto ao meio no qual se pretende inserir. Ao fato de que muitos avanços já estão sendo alcançados - notadamente na reciclagem de resíduos e na eliminação de materiais tóxicos -, devemos acrescentar o alerta dado por FRANSMAN (1994), para o setor de tecnologias que vê uma íntima associação da

inovação com o risco – agora também ambiental. Fornecedores, clientes, investidores e demais stakeholders encontram-se perante uma questão verdadeiramente global e, por força de suas conseqüências, preocupante, e que desta vez – talvez a última - não exime ninguém de prestar sua contribuição: a sustentabilidade.

2. FUNDAMENTOS E METODOLOGIA: EIXOS TRANSDISCIPLINARES, COGNIÇÃO, VISÃO SISTEMICA DO MUNDO REAL, FLUXO, TRANSFORMAÇÃO E CONSERVAÇÃO DO VALOR A SUSTENTAR

O gerenciamento, nas suas diversas abordagens e vieses, praticamente convergem em duas acepções. Em FABRICIO (2002), MELHADO e GRILO (2003) e ROMANO (2003), essas vertentes diferenciam-se claramente nas seguintes atividades projetuais: de gestão geral do processo e de coordenação técnica. Sendo que esta segunda particulariza aquelas atividades específicas dos projetos em si e a sua compatibilização com os demais projetos. Explicitado na figura 1, QUEVEDO (2006), concebe a atividade projetual em empreendimentos imobiliários como um processo essencialmente cognitivo. Nela, a mente da equipe de projetistas se desloca nos quadrantes formados pelo cruzamento dos eixos transdisciplinares (ARQ/URB versus ENG). Alocados no segundo quadrante, em ambiente colaborativo, re-criam (modelam) sob outras formas ou linguagens – símbolos, desenhos, etc – aquela intenção de produto que foi comunicado pelo empreendedor (quarto quadrante através de informações, conceitos, analogias, etc). Nesta concepção, valem-se também, dos resultados oriundos dos quadrantes segundo e terceiro, respectivamente, a experiência prática e o das reflexões. No cruzamento desses eixos encontra-se o núcleo Básico das Ciências e de Sustentabilidade – NBCS, tais como a matemática, química, física, geometria, geologia, etc, – que servem de sustentáculo epistemológico destas disciplinas. Também, os critérios de sustentabilidade, que consoante MILLER JR. (2007), tem a função de capacitar a sobrevivência e adaptação dos diversos sistemas da Terra. Despontando claramente como novo imperativo padrão de toda ordem racional e de toda ação humana, a sustentabilidade para seu pleno desempenho resgata do ostracismo o grupo de ciências básicas que compõe o corpus do projeto. Às ciências, como paradigma da atividade do homem, compete lançar-se na tentativa

de descobrir a ordem das coisas e lançando mão desses conhecimentos, fazer prognósticos do que pode acontecer na natureza ARTIGAS(1994).

A abordagem desta investigação foi metodologicamente concebida conforme RUBENSTEIN (2003) de forma “teórica experimental”. ROBSON (2003), predica que experimentos no mundo real fornecem resultados mais amplos e claros. O método observacional dos fenômenos – via retro-análise dos distúrbios experimentados pelo meio ambiente – pode ser aplicado conforme CERVO (2002), que recomenda o uso de indicadores previamente validados em fatos consolidados. A questão analítica se processará através do confronto e da compatibilização das decisões tomadas face aos parâmetros de sustentabilidade convenientes. Quanto ao diálogo integrador entre estas partes, temos em CAPRA (2002), uma elucidativa comparação da complexidade e da alta capacidade integradora dos sistemas organizacionais com organismos vivos, sinalizando que as organizações funcionam como sistemas dentro de sistemas, em um processo contínuo e dinâmico de troca de estímulos, informações, interações e metabolismos.

Busca-se com este modelo, consoante a figura 1, a convergência das atividades próprias destas disciplinas - engenharia, arquitetura e urbanismo – que assim, nessa confluência ao segundo quadrante, arrastam consigo o resultado das operações já efetuadas nos demais quadrantes, conforme o processo de aprendizado humano descrito por KOLB (1997). Do esquema kolbiano as atividades de planejar, fazer, refletir e conceituar ou decidir, são transpostas ao modelo GAUEVSS (Gerenciamento da Arquitetura, Urbanismo e Engenharia do Valor Simultâneos Sustentáveis), naquelas práticas e ações previstas em empreendimentos, quais sejam: projetos; obras; reflexão; conceituação e decisão. Todas as operações interquadrantes, conforme a Figura 1 e Figura 2, são efetuadas por vetores assim designados:

- vetor epistemológico – situado na figura 1 ao centro – um vetor em formato curvo em terceira dimensão. Confronta as decisões de todos os quadrantes com os padrões científicos, demarcando seus limites e as suas credenciais de validade; e, especificamente a sua conformidade com os parâmetros de sustentabilidade ao qual se direciona centripetamente.
- vetores lógicos – situado na figura 1, borda externa - vetores em formato curvo, em duas dimensões. Fazem a transferência (fluxo),

transformação(conversão) do valor quadrante por quadrante. Considerar que neste giro interquadrantes ocorre uma socialização do conhecimento (NONAKA E TAKEUCHI, 1997), e de uma adequada compreensão dos valores por parte de todos os agentes intervenientes depende o sucesso da configuração do produto final. Dessa socialização dos tipos de conhecimentos – fazer a obra e conceituar e desenhar a obra a ser feita – nasce um novo conhecimento, mais real, mais perfeito.

- vetores axiológicos – situado figura 2 na parte inferior, em detalhe – são os valores determinantes das disciplinas constitutivas (engenharia, arquitetura e urbanismo) e, aqueles valores da sustentabilidade, situado no centro dos eixos transdisciplinares. Estes vetores apresentam diretamente ao quadrante de projetos os valores característicos de todos os demais quadrantes, com isto buscam resguardar a sua conservação.

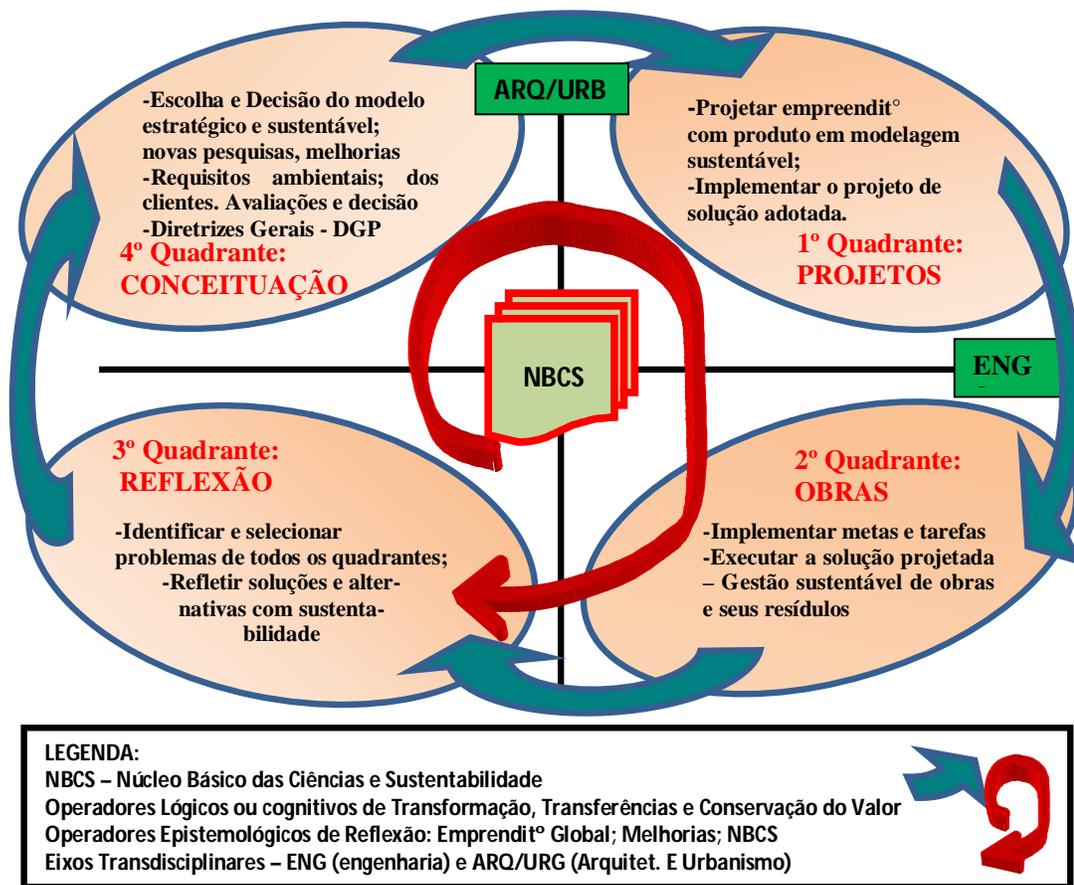


Figura 1: Cognição e transformação do valor - Adaptado de Quevedo (2006)

3. BASE EPISTEMOLÓGICA PARA UM DESIGN SUSTENTÁVEL E ESQUEMA OPERATÓRIO DO MODELO

O início do projeto se dá através do estudo de viabilidade do empreendimento e pode ser visualizado pelas atividades quadrifásicas operados pelos vetores lógicos nos ícones produzindo os conteúdos escritos nos ícones ovalados, conforme a figura 1. Posteriormente, estas operações externas são re-alimentadas pelo operador epistemológico, e que também atua simultaneamente em todos os quadrantes tendo em presente todas as implicações no conjunto de cada ação isolada. Neste modelo todas as operações são originárias do Projeto de Informações e Conceitual (PIC) do empreendimento, isto é, ele é fruto de deliberações extra-projetuais – Diretrizes Gerais para o Projeto (DGP), acrescido do Plano de Comunicação (PC), conforme QUEVEDO (2006). Em suma dá origem ao Projeto Preliminar, que por sua vez é traduz os anseios do contratante (empresa), do futuro cliente e atende os requerimentos ambientais. São no 4º quadrante que as deliberações contidas no PIC são resumidas, bem como a conceituação e decisão de todas as operações dos demais quadrantes. Por impactarem, na seqüência, a atividade de projetos, devem necessariamente pertencer ao quadrante antecessor, o quarto quadrante. Gerando-se inicialmente no âmbito empresarial o PIC deve conter as informações suficientes, pois isto é fundamental para que a equipe de agentes tenha a possibilidade de desenvolver um projeto em Ambientes Colaborativos, integrado, sustentável e simultâneo com valores de habitabilidade, construtibilidade, reflexão, conceituação e sustentabilidade. A sua ação circulante e conjugada visa trocar informações, circular conhecimentos teóricos e experiências práticas, promover a retroalimentação, é circular e envolvente na exploração de todas as possibilidades de uma melhoria real na configuração final do produto.

O vetor epistemológico – operação efetuada em e a partir do terceiro quadrante representa a reflexão efetuada na análise das ações não só do segundo quadrante, mas também – daí sua representação em duas dimensões - de todas as operações dos demais quadrantes e sobre si mesmo e, em todos os sentidos e direções por virtude da imaterialidade do pensar. Descrito por ABBAGNANO (2000), a reflexão é a ação do homem cujo intelecto se flexiona sobre um ato ou até pensamentos (inclusive até sobre si mesmo) com o intuito de executar um julgamento após o ato

e, de forma mais perfeita, conforme GONZALEZ (2002), antes do ato. A reflexão está aberta à totalidade, e tudo pode abarcar (inclusive a si mesmo – pois ela se pensa a si mesmo). Logo, é natural que se coloque esta atividade no terceiro quadrante – posição intermediária entre uma ação concreta concluída e as ações preparatórias de um novo empreendimento. Este vetor, responsabiliza-se em conjunto com os vetores lógicos nas operações de transferência, transformação e configuração do valor nas suas diversas “roupagens”. Quanto ao Núcleo Básico das Ciências e Sustentabilidade – NBCS – estarem situados no cruzamento dos eixos transdisciplinares “ENG” e “ARQ/URB”, se deve a dois argumentos principais. Um primeiro seria o fato de que a engenharia e a arquitetura possuam uma base epistemológica comum em ciências fora delas mesmas – tais como: matemática, geometria, física, geologia, etc. Uma segunda razão podemos extrair da epistemologia que no seu viés metodológico tem como finalidade a verificação da validade de uma área do conhecimento e ao mesmo tempo, a demarcação de seus limites, isto é: quando projetamos um empreendimento de construção estamos fazendo somente engenharia, arquitetura e urbanismo ou teremos ultrapassado – perigosamente – a fronteira de outras ciências? E mais estaremos de fato fazendo ciência – ou qual a sua validade racional - quando projetamos de forma isolada ou autista um empreendimento à margem das demais disciplinas, no caso, a sustentabilidade? Isto significa, convocando ARTIGAS (2006), que a ciência tem seus limites, sobretudo que não é autosuficiente, autônoma, independente de todo saber ou conhecimento de ordem prática ou reflexão filosófica.

Vale a pena acrescentar o outro viés da epistemologia – o originário – definido por JAPIASSU (1991), como o estudo metódico e reflexivo do saber, de sua organização, de sua formação, do seu desenvolvimento, de seu funcionamento e de seus produtos intelectuais.

A incumbência de decidir e transferir toda a experiência e lições aprendidas pela empresa cabe ao quarto quadrante. Neste quadrante também, extrínseco ao processo (representada em seta tridimensional angulada), temos a voz do cliente, o fruto de eventuais novas pesquisas e a criatividade, esta última indisciplinar e imetódica. Conformando-se ou mesmo ultrapassando os anseios de um pretense cliente, estes elementos uma vez definidos e decididos passam a constituir-se em

meios originários ou geradores de valor para o cliente final. KOSKELA (2000) destaca a importância de atender a voz do cliente durante o processo de projeto como a melhor garantia de atendimento aos requisitos do produto. E, adverte nesta operação duas dificuldades: a conversão das necessidades dos clientes é pouco considerada e sua transformação em características do produto não ocorre dentro de parâmetros de qualidade aceitável; e, algumas necessidades ou requisitos se perdem durante o processo ou não são incorporados ao projeto, havendo uma perda de valor.

O que nos leva a concluir que se trata de uma deficiência na consideração e conservação do valor – função do vetor axiológico -, ou à luz desta pesquisa uma falha na sustentabilidade do valor.

No tocante ao terceiro quadrante temos além das operações em terceira dimensão já descrita como reflexão holística do empreendimento, as atividades específicas de reflexão sobre os resultados das ações práticas do segundo quadrante. Constitui-se assim, no ponto adequado para implementação do aprendizado, melhorias e inovações. Na representação tridimensional, temos a ação prévia da reflexão sobre o projeto – em torno às NBCS - sendo a fundamentação cognitiva do processo de projeto anterior à tomada de decisão do empreendimento. Temos também na esfera do real as ações descritas pelos ícones ovalados agindo na esfera da ação real, depois da obra já feita no 2º quadrante. Já a outra operação – prévia à decisão de empreender e representada pela seta tridimensional – percorre (discorre) de forma abstrata, como idéia ou pensamento, na totalidade dos quadrantes todas as realidades contextualizadoras do negócio. Deste fenômeno decorre o fato de que nos estágios iniciais dos projetos a tomada de decisão necessariamente se dão sob dados abstratos e insuficientes, exigüidade do tempo, desnível entre dados quantitativos e qualitativos e insuficiência de recursos que favoreçam uma boa análise.

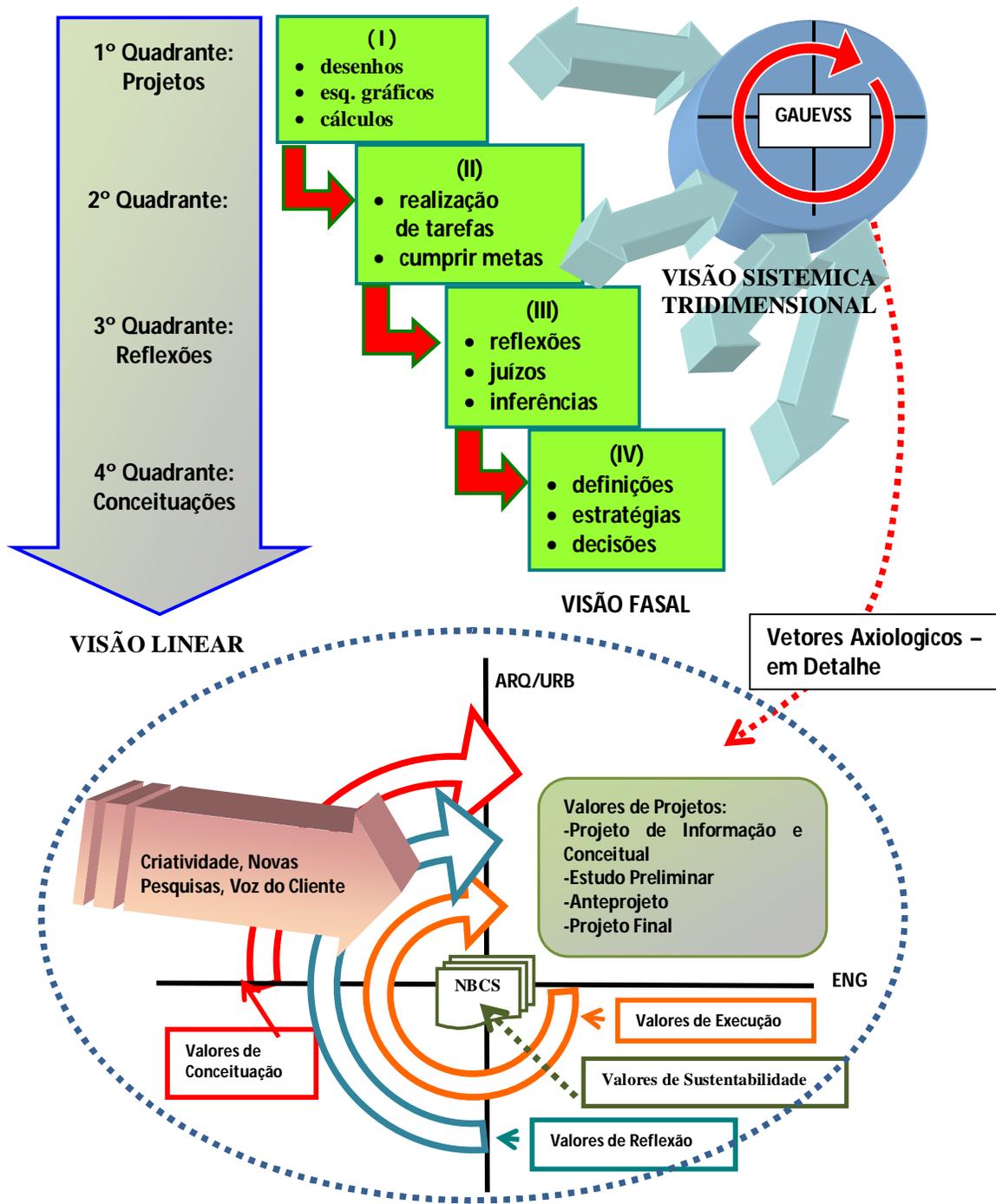


Figura 2 – Esquemas de Visões do processo projetual e detalhe dos operadores axiológicos

Em relação ao segundo quadrante, nele ocorre a realização da finalidade dos projetos, a execução da obra, a produção do valor a ser entregue ao cliente. Nesta tarefa, envolvem-se principalmente os engenheiros ocorrendo uma notória e quase total ausência dos arquitetos. Estes, mesmo não operando diretamente nesta etapa, poderiam colaborar – não co-operar - na análise crítica do produto enquanto construção. Acrescente-se ao observação que o valor da engenharia está justamente na construtibilidade; ou seja, o “a potencialidade do valor vir a estar em construção”. Dissemina-se a idéia de que é na execução que ocorre de fato o conhecimento; KOLB (1997), entretanto, sustenta que sua completude ocorre após o percurso dos quatro quadrantes. Conclui-se daí que a competência da “obra” restringe-se a uma mera repetição do “já feito”. Em resumo, a melhoria contínua, o progresso, pode encontrar na “obra” um sustentáculo importante, rico em dados para observações, mas nada, além disso, ou superiores aos demais quadrantes.

Finalmente no primeiro quadrante, temos a atividade projetual. No seu processo histórico ocorreram diversas evoluções no seu processo, que podemos ver na figura 2 acima e, no detalhe da mesma figura, a abordagem proposta pelo modelo GAUEVSS. Neste quadrante, através dos operadores axiológicos, busca-se a convergência dos resultados práticos das ações previstas nestes respectivos quadrantes (obras, reflexão, conceituação). Decorrente desta superação das visões linear ou seqüencial e a fasal que são parcelizadoras da realidade surge o conceito do “Valor Simultâneo” gerado na convergência a este quadrante. A “simultanização” referida tem sua origem principalmente pelas atividades do terceiro quadrante, sendo posteriormente processada e reincorporada (via tomada de decisão) ao ciclo pelas operações do quarto quadrante, conforme as ilustrações (figuras 1 e 2). Segundo VYGOTSKY (1987), para formar um conceito é igualmente importante unir e separar – a síntese deve combinar-se com a análise – e, recomenda nesse sentido, abstrair, isolar elementos separadamente da experiência concreta da qual fazem parte. Percorrer enfim, o triplo caminho do sincrético (caótico) para o sintético (organizado e formal) pela análise.

O delineamento do mecanismo operatório gera-se inicialmente no âmbito empresarial com o Projeto Conceitual, que é fundamental para que a equipe de agentes tenha a possibilidade de desenvolver um projeto integrado e simultâneo.

Embora não seja objeto desta investigação, adverte-se que estas conceituações lançam uma base teórica consistente para a abordagem da escola do “lean design”. No presente trabalho consideraram-se como operações próprias da reflexão as seguintes:

- processo de transferência do valor, ao modo de um fluxo interno ao projeto;
- processo de transformação do valor, ao modo de uma conversão;
- processo de configuração do valor através dos mecanismos de:
- conservação e permanência do valor a ser conhecido (via cognição) e não um mero aglomerado de dados; e
- controle do valor para confronto ao padrão requisitado.

Em QUEVEDO E SCHEER (2004), observa-se que esta capacidade de reflexão é vital no atual contexto de mudanças no qual o próprio objeto do conhecimento – a engenharia no caso – está em processo de mudança caracterizando uma ruptura epistemológica – a cujo recorte os sujeitos aprendentes devem estar atentos. Plasmar todas estas atividades, no primeiro quadrante, é o que se denomina projeto do empreendimento, cujo processo será tão sistêmico quanto for a sua integração, concomitância e conformidade ao anseio do valor pretendido pelo cliente.

4. DIRETRIZES DE UM MODELO DE PROCESSO DE PROJETO TRANSDISCIPLINAR E INDUTOR DE SUSTENTABILIDADE

O novo desafio que se apresenta para o setor de projetos é o desenvolvimento de empreendimentos sustentáveis que façam frente a demandas econômicas, sociais e ambientais e uso racional dos recursos do planeta, tanto na sua exploração e aplicação como na sua reciclagem, descarte e decomposição, consoante SILVA (2001). Além evidentemente, de apresentarem produtos com alto desempenho em termos de qualidade, economia, capacidade de produção e atendimento aos requisitos do cliente. A abordagem cognitiva pelo seu alto grau de abstração potencializa um enfoque holístico de forma a viabilizar o empreendimento contemplando os aspectos corporativos, técnicos, científicos, econômicos e ambientais. Conclusivamente, a liberdade de criação de todos os agentes é plena,

porém, sob a observância de padrões prévios. A boa reflexão não apenas não afasta o empreendedor da realidade, mas também melhor integra o pensamento pela convergência dos quadrantes (projeto, meta, decisão, estratégia, etc.) com a ação concreta, na sinergia dos operadores. O bom projeto não nasce apenas na técnica e da criatividade dos projetistas, mas também na reflexão sistêmica, conceituação e decisão previamente efetuada nos quadrantes imediatamente anteriores ao de projetos. Racionalmente, o que se “pensa” nestes quadrantes “aparece” naqueles referentes ao projeto e às obras.

5. PLANO DE AÇÃO: VALORES, INDICADORES E FERRAMENTAS

No modelo de gerenciamento global proposto, observa-se na tabela 1, os diversos valores componentes; e na figura 3, logo abaixo, os grandes campos de decisão do empreendimento: a produtividade e a rentabilidade. Agora, moderadas por uma nova fronteira da racionalidade, a sustentabilidade. A operação do modelo propõe que . simultaneamente às deliberações respectivas à viabilização do empreendimento sejam também analisados os parâmetros regulatórios ambientais e gerais. Conforme a figura 3 – parte superior - o GAUEVSS parte destes indicadores mobilizados pelos operadores (epistemológicos, lógicos e axiológicos) monitorando a inserção de soluções projetuais sustentáveis. Abrangem na parte superior os aspectos mercadológicos de prospecção e levantamento de requisitos do cliente para posterior informação e decisão da conveniência de sua inclusão no produto. Conforme o objetivo desta investigação conflui para a nossa unidade de análise – o projeto do empreendimento – aqueles aspectos essenciais que fundamentam as operações do setor da construção: os valores de engenharia, de arquitetura e urbanismo e os de sustentabilidade. Estes valores consoantes QUEVEDO (2006) se subdividem em indicadores que são:

valores para a engenharia subdividida nos seguintes indicadores: em: estabilidade; manutenibilidade; materiais básicos; racionalidade; construtibilidade; segurança predial; instalações e sistemas de engenharia; uso racional de recursos, reusos e reciclagens, gestão de resíduos durante a construção, aumento da vida útil, etc.

valores para a arquitetura e urbanismo subdividida nos seguintes indicadores: estética e estilo; flexibilidade de uso; funcionalidade; percepção e orientação dos

projetos harmonicamente com o entorno e elementos naturais, materiais especiais, especificação de materiais corretos ecologicamente, etc;

híbridos ou misto de engenharia e arquitetura e urbanismo subdividido nos seguintes indicadores: status; localização; conforto; habitabilidade; permanência e ganho de valorização; locomoção e acessibilidade.

indicadores biofísicos e socioeconômicos de sustentabilidade oriundos do NBCS: insolação; conforto térmico e acústico; integração ao meio ambiente; ventilação, pureza do ar e clima; acessibilidade e transporte (transito); racionalidade de uso de energia e água; uso e descarte de materiais ecológicos, despejos sólidos e líquidos compatíveis; observância de todo o ciclo de vida da edificação desde uma construção limpa com higiene e segurança do trabalho, logística reversa, reciclagem de materiais substituídos, descartes e neutralização de detritos, entre outros.

O modus operandi da aplicação dos critérios de sustentabilidade – representado na tabela 1, acima – operacionaliza-se pela análise dos valores referentes aos principais projetos acima referidos – representado na primeira coluna da tabela. Esta avaliação cinge-se aos impactos ambientais e sócioeconômicos dos valores dos projetos específicos e, é feita pela aplicação dos indicadores oriundos do NBCS e a sustentabilidade por cujo crivo – demarcados em linhas pontilhadas – são submetidos à análise os valores de engenharia; arquitetura e urbanismo; bem como aqueles denominados híbridos. Através deste mecanismo os indicadores de sustentabilidade passam a funcionar como um verdadeiro filtro. Diagnostica-se desta forma, aqueles componentes com impactos nocivos e que estão classificados na última coluna da mesma tabela em gradações de pequeno, médio e de grande magnitude. Esta avaliação, porém, de pouco serviria caso permanesse numa mera classificação dos componentes. A importância dos fatos deve levar-nos a tomar atitudes operativas. Com isto pode ser útil um enlace com o esquema de planejamento estratégico configurado por KIM E MAUBORGNE (2005), exposto na tabela 2. Nele, se buscará dar uma tomada de posição relativa aos componentes classificados, eliminando-se ou reduzindo-se os elementos indesejáveis: bem como a adoção de alternativas de inovação pela criação de novos produtos. Isto

demandará a ação conjunta de pesquisas em meios acadêmicos, a organização dos meios de produção, órgãos governamentais, enfim de todos os agentes sociais.

VALORES DE PROJETOS	PRINCIPAIS FUNCIONALIDADES	FILTRO DOS INDICADORES NBCS E AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E SÓCIO-ECONOMICOS
Valores de Engenharia	Estabilidade, Racionalidade, construtibilidade, manutenção, materiais básicos, segurança predial, reusos e reciclagens de materiais, gestão da obra e resíduos, canteiro com operações sustentáveis, procedência e certificação dos materiais e processos, etc	Crivo regulatório dos Indicadores biofísicos e socioeconômicos: Volume de CO2 consumido na sua elaboração; insolação; conforto higrotérmico e acústico; integração ao meio ambiente; ventilação, pureza do ar e clima; acessibilidade e transportes (trânsito); racionalidade de uso de energia e água; uso e descarte de materiais ecológicamente incorretos;	Pequena Magnitude;
Valores de Arquitetura e Urbanismo	Estética e estilo das edificações; flexibilidade de uso; funcionalidade; conforto térmico/olfativo; percepção e orientação dos projetos harmonicamente com o entorno e elementos naturais e uso/aproveitamento passivos de elementos e materiais naturais, espec. de materiais ecológicamente corretos, etc;	logística re-versa, despejos sólidos e líquidos compatíveis	Média Magnitude;
Valores Híbridos	Conforto; habitabilidade; acessibilidade e locomoção, permanência e valorização. Status social; localização. Eficiência energética e uso de energias limpas. Estimulo ao uso de meios naturais e desestimulo a ações que gerem desperdício ou uso de artefatos poluentes ou difícil reciclagem.		Grande Magnitude;

Tabela 1 - – Valores das disciplinas e seus impactos sob o filtro dos critérios de sustentabilidade

Simultaneamente sempre deve ocorrer o confronto do projeto como “realidade virtual” do empreendimento face aos apelos de rentabilidade e produtividade (parte central da figura 3, representada pela empresa e obra e o desdobramentos de

todas as suas operações, tais como: seleção tecnológica, especificações de componentes, ciclo de vida do produto e seus componentes, operação da cadeia produtiva, gestão dos processos construtivos, entre outros. O arco de operações do GAUEVSS se estende por todo o ciclo de vida do produto e mobiliza toda a cadeia de produção da construção. Dada a complexidade desta tarefa e a diversidade de elementos constitutivos deve valer-se de ferramentas apropriadas como TI e softwares que lhe possibilite operar em Ambientes Colaborativos. Além da dispersão espacial dos agentes do projeto, ocorre um acúmulo de informações, as DGP, padrões e parâmetros, leis e posturas dos órgãos reguladores como prefeituras, institutos ambientais, concessionárias, etc. que demandam o uso de ferramentas computacionais adequadas à concepção final do produto.

META: GARANTIR A SUSTENTABILIDADE PELA ESPECIFICAÇÃO E PRODUÇÃO DE MATERIAIS ADEQUADOS E A DISSEMINAÇÃO CONHECIMENTOS CIENTIFICOS		
ELEMENTOS DE MEDIO E PEQUENO IMPACTO AMBIENTAL E SOCIOECONOMICO	CRIAR -transformações curriculares que abor-dem o tema transversalmente em todas as disciplinas e cursos de graduação -constituir grupo de pesquisa e envolver profissionais interdisciplinares, governos e organizações visando uma rápida contextualização de teorias consolidadas -incrementar programas de pesquisa nas universidades e escolas técnicas -sistemas de avaliação preventivos e condições compatíveis de produção	ELEVAR -a sustentabilidade como valor de importância capital; -aplicação de novas tecnologias de materiais com baixo consumo de C02 e sua rápida aplicação nos canteiros; -envolvimento de toda a sociedade; -o conhecimento científico do tema evitando sua trivialização; -classificação de materiais e tipos de imóveis com ênfase na sustentabi-lidade
ELEMENTOS DE ALTO IMPACTO AMBIENTAL E SOCIOECONOMICO	REDUZIR -materiais e processos de produção com elevado impacto ambiental; -barreiras ou delimitações entre agentes do processo de projeto e especialista buscando uma frutífera cooperação; -geração de todo tipo de resíduo pela aplicação correta de métodos enxutos de produção e elementos industrializados; -materiais de origem suspeita ou sem classificação ecológica; -materiais que não permitam o seu reuso ou de descarte difícil.	SUPRIMIR -projetos com critérios de especifica-ção à margem dos padrões de sustentabilidade; -componentes de construção com alto impacto ambiental, como consumo de C02 elevados ou uso de energias alta-mente poluentes, desperdícios, etc -operações de canteiro e sistemas de produção de baixa produtividade, alta geração de resíduos ou aplicação inadequada de elementos humanos; - dependência de materiais ou componentes poluentes cartelizados

Tabela 2 - – Estratégia de análise de sustentabilidade dos componentes. Adaptado de Kim e Mauborgne (2005)

Operatoriamente, o modelo buscou na figura dos vetores a sua melhor representação em decorrência de sua capacidade de simbolização do dinamismo e

movimento do processo projetual. Desta forma ele é vetorialmente orientado para a sustentabilidade de forma circular e centrípeta; direcionado convergindo para um maior valor e unificado na tomada de decisão simultâneo às operações dos agentes efetuadas em rede. Em sentido oposto ao que vem experimentando as ciências modernas com uma imparável fragmentação e especialização a eficácia do modelo ocorrerá no ponto em que seu desenlace promova eventos de cruzamentos, convergência e unificação pacífica das disciplinas. Enfim, a ingente missão da interdisciplinaridade, não pela renúncia de seus valores, nem pelo desprezo (salto sobre os demais quadrantes) dos valores próprios das demais disciplinas. No limite, a própria inovação tecnológica (uma típica indisciplina) somente será eficaz e um verdadeiro progresso quando comportar todos os valores e requisitos do conjunto das disciplinas.

A impulsão conjunta dos vetores garante que binômio transformação (parcela do fluxo do vetor lógico)/conservação (essência do vetor axiológico) podem manter-se em equilíbrio estável, sob vigilância do vetor epistemológico. Esta garantia de permanência do valor é vital para o atingimento de metas de sustentabilidade. Assim uma disciplina – a engenharia – na solução de um problema estrutural poderia ter a tentação de cingir-se às dimensões do material estruturante a ser empregado; e, neste caso, os fundamentos epistemológicos reclamariam através do questionamento relativos à adequação ecológica dos componentes químicos do material a ser utilizado.

O GAUEVSS é um processo cognitivo porque busca a adaptação da tomada de decisão no processo de projeto ao que ocorre analogamente com a inteligência humana quando reflete, planeja executa e critica a sua ação. Por esse motivo seus operadores principais são os vetores lógicos (de logos, inteligência) anteriormente descritos e que promovem a transformação, transferência e conservação do valor entre as várias etapas do processo (quadrantes). Os vetores lógicos por seu turno solicitam aos vetores epistemológicos a sua última validação, de resto, é a função da epistemologia. Esta pesquisa está centrada no empreendedor principal por força de ser aquele que de maneira corriqueira – na nossa realidade – toma as principais decisões. ; e no ordenamento do processo estabelece o valor de conceituação, levando-o como os demais diretamente ao quadrante dos projetos. As ferramentas

computacionais aliado ao processo de elaboração em ambientes colaborativos é o que possibilita uma tomada de decisão on-line, *sur La marche*, simultânea às decisões projetuais dos agentes que conforme SCHÖN (2000), caracterizam sua ação como uma “reflexão em ação”, oposta à condição de “reflexão sobre a ação”, agora explícita ao ambiente e temporalmente instantânea.

Diversas disciplinas e conceitos científicos, amplo leque de visões de atores e especialistas envolvidos, variedade de tecnologias e equipamentos a serem empregados, leis e regulamentações perante alternativas e decisões de múltiplos stakeholders, disparidade de expectativas e desempenho entre usuários, investidores e protagonistas do processo, dispersão espacial, entre outros dão a magnitude da problemática a ser enfrentada. Neste sentido a modelagem de produtos surgiu para promover a integração dos dados e informações em todos os processos do ciclo de vida de um produto, estando sua ação presente em todas as atividades que abrangem desde a concepção até a configuração final do referido produto. Ao enalço de soluções adequadas, percebe-se que o uso de ferramentas computacionais de alta resolução faz com que modelos e prototipagens facilitem a visualização e a compreensão de entidades complexas e de difícil reprodução, porém sem perder sua fidedignidade ou ser acometidas de mutilações simplificadoras (MAHDAVI, 2003). Consoante SCHEER et al. (2007), o sistema BIM (Building Information Modeling) possui a capacidade para armazenar informações necessárias ao longo do ciclo de vida do projeto, abrangendo aspectos de concepção, operação, manutenção e gerenciamento, porém, com a vantagem de serem empregadas durante o processo do projeto. Da mesma forma pelo fato de funcionar como processo (além de ferramenta e produto) em ambiente colaborativo, conforme a National Building Modeling Information Standard (NIBS, 2007); confere ao BIM as condições suficientes para fazer a análise do ciclo de vida do produto uma vez que a ISO 14040 incluem no conceito de ciclo de vida as matérias primas, os recursos energéticos consumidos no processo e seus respectivos impactos ambientais.

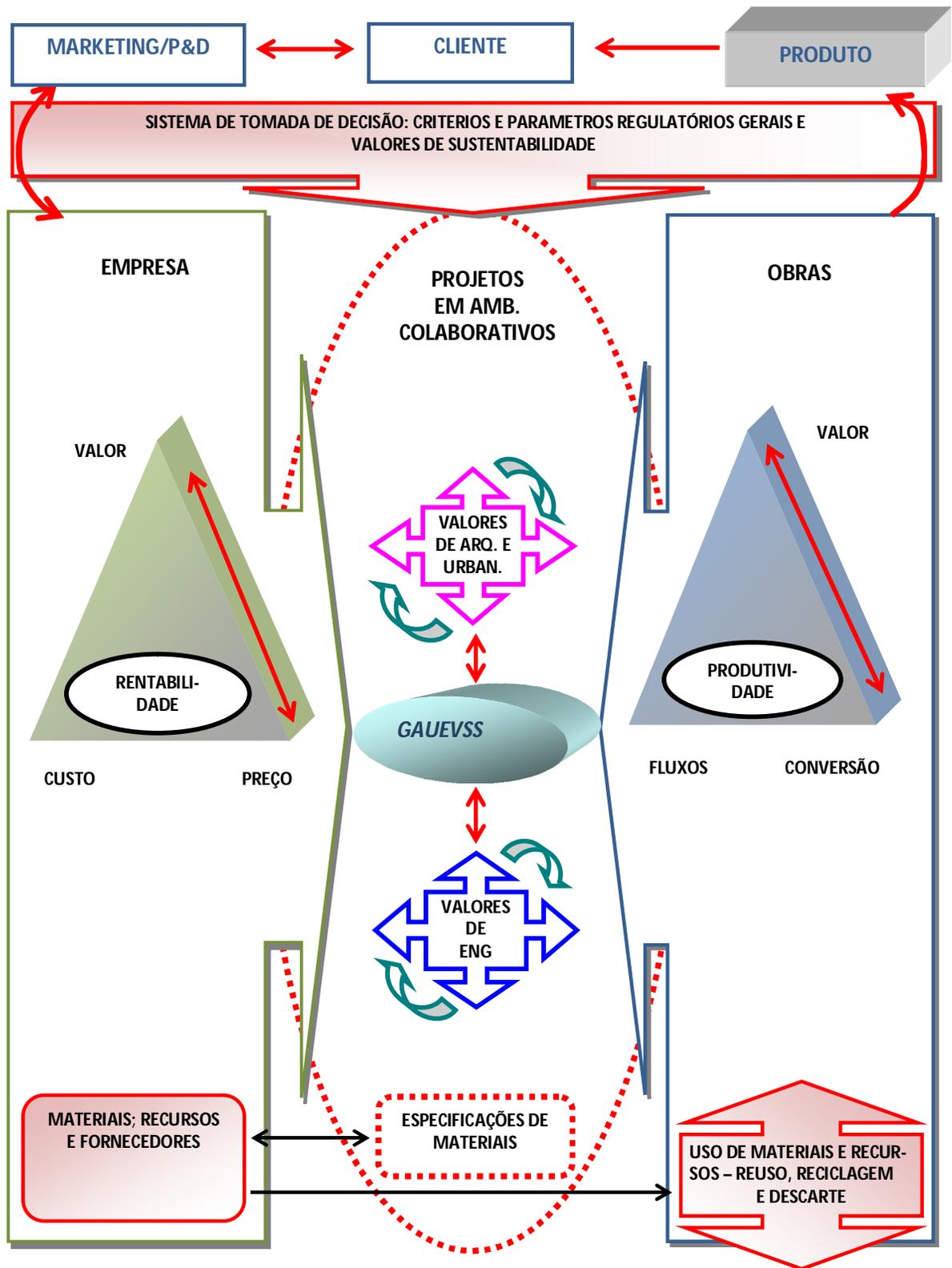


Figura 3 – Modelo Geral do GAUEVSS - Adaptado de Quevedo (2006)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade de construção passa a sentir agudamente a questão da multidisciplinaridade pela compatibilização que deve ser alcançada perante requerimentos das diversas disciplinas e dos diversos modelos mentais dos agentes envolvidos. O modelo com viés cognitivo considera desejável e lógico a adoção de medidas práticas na formação científica dos atores do processo e, neste sentido à academia cumpre um papel formativo decisivo. Uma ação positiva pode ser a criação de novas disciplinas específicas ou a abordagem de forma transversal da temática em todas as disciplinas, cujos objetivos reclamam uma ampla mobilização curricular.

Cabe à academia ir além da informação dos fatos à sociedade, mas principalmente dirigir seu corpo científico no aprofundamento em pesquisas avançadas que permitam soluções ao problema. E, de forma mais aguda, a solução dos graves problemas com os quais já nos deparamos. Esta ação certamente exigirá uma ampla mobilização de atores sociais com o envolvimento de diversos organismos, tais como: agências governamentais, centros de pesquisas, os meios produtivos e suas confederações e toda gama de organizações com sensibilidade aos apelos da responsabilidade social.

Embora este modelo tenha sido concebido tendo como agente principal – tomador de decisão – o agente empreendedor (incorporador na cultura nacional) nada impede que venha a ser qualquer um dos demais atores do processo a sua figura central. O presente modelo por ser de natureza holística propicia a todos os envolvidos uma visão abrangente do processo, desejável à eficácia das tarefas em ambiente colaborativo. O projeto dentro de todo o ciclo do empreendimento é o setor que melhor pode atuar na causa dos problemas ambientais, e não nas suas conseqüências que são além de onerosas pouco eficazes. Também aqui, o incorporador está em posição privilegiada no aprendizado de novas lições e aquisição de conhecimentos.

O cruzamento dos eixos transdisciplinares da figura 1, conduzem à base epistemológica e a sustentabilidade que devem estar na essência de qualquer

solução a ser adotada aos problemas já existentes e aqueles que por certo virão a ocorrer na produção de novas pesquisas e buscas de inovação. Por outro lado, todo direcionamento em um dos eixos, ou o imobilismo de permanecer no cruzamento destes, indicam fugas da alternativa sistêmica pelo exacerbamento de visões lineares e reducionismos estéreis. Esta posição disciplinarista era atacada por POPPER (1994), quando precisava que “o que devem ser estudados são os problemas e não as matérias”. É preciso aceitar que esse cruzamento significa na realidade uma convergência de forças e contribuições na solução das questões. Ao setor da construção cabe o alerta de que deve construir de forma que possa continuar construindo, leitura contextualizada de um dos princípios da sustentabilidade. E, além do simples binômio parede-teto, a moradia ambientalmente correta.

O uso de ferramentas computacionais adequadas abre novas fronteiras na modelagem de produtos sustentáveis. No amplo espectro de funcionalidades e as diversas informações e decisões (especialistas, profissionais: isto é: seres humanos) que podem integrar na concepção de um produto final sustentável, o uso de ferramentas computacionais permitem sanar na raiz as dificuldades da equipe de projetos em entender e executar os valores de conceituação do produto desejado pelo contratante. Conforme SCHÖN (2000), a características destes profissionais é lançar (esboçar) uma idéia e “refletir na ação”. Neste sentido, o BIM emerge como grande aliada à esta causa, além de que se torna quase proibitivo - dada a complexidade e fragmentação das tarefas - proceder-se a gestão de projetos fora de ambientes colaborativos. As demandas sociais simplesmente rejeitam qualquer tipo de modelo de produto que não contenha uma clara configuração de sustentabilidade e, o meio ambiente que era um mero apelo de marketing passou a ocupar uma posição de proeminência inegável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2000.
- ARTIGAS, M. **Ciencia, Razon y Fé**. Pamplona: Eunsa, 2006.
- ARTIGAS, M. **El Desafio de la Racionalidad**. Pamplona: Eunsa, 1994.
- BECKER, Davi Figueiredo. **A Metodologia da Produção Mais Limpa Aplicada à Construção Civil**. Dissertação de Mestrado - Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria como Instituto Brasil-PNUMA, Rio de Janeiro, 2007.
- CERVO, A.L. **Metodologia Científica**. São Paulo: Ed. Prentice Hall, 2002.
- BRUNNER, J. **Acción, pensamiento y lenguaje**. Madrid: Alianza, 1984.
- CAPRA, F. **As Conexões Ocultas**. São Paulo: Editora Cultrix. 2002.
- FRANSMAN, M. **Information, knowledge, vision and theories of the firm**. Industrial and Corporation Change. vol. 3; nº 3; pp. 713-757; 1994.[doi:10.1093/icc/3.3.713](https://doi.org/10.1093/icc/3.3.713)
- GONZÁLEZ, R. C. **Filosofia del Conocimiento**. Pamplona: EUNSA (Navarra), 2002.
- JAPIASSU, H. F. **Introdução ao Pensamento Epistemológico**. Rio: F. Alves Editora, 1991.
- KIM, W. C.; MAUBORGNE, R. **A Estratégia Oceano Azul**. Rio de Janeiro: Campus, 2005.
- KOLB, D. **A Gestão e o Processo de Aprendizagem**. In: STARKEY, K. et al. Como as Organizações Aprendem. São Paulo: Ed. Futura, 1997.
- KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction**. Espoo (Finland): VTT Publication, 2000.
- LLANO, A. **Gnoseologia**. Pamplona (Spain): Ed. EUNSA, 1991.
- MAHDAVI, A. **Computational building models: theme and four variations**. In: Intenational IBPSA Conference, 8, 2003, /Eindhoven, p.3-17, 2003
- MILLER JR. G.T. **Ciencia Ambiental**. São Paulo: Thomson, 2007.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação do Conhecimento na Empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- POPPER, K.R. **Conjeturas y Refutaciones: el desarrollo del conocimiento científico**. Barcelona: Paidós, 1994.
- QUEVEDO, J.R.S.; SCHEER, S. **Aprender a pensar e aprender a empreender: uma abordagem epistemológica da engenharia**. Revista ABENGE, v. 23, n.1, jun 2004.
- NIBS. **National Building Information Modeling Standard**. National Institute of Building Sciences, 2007. Disponível em: http://nbims.opengeospatial.org/files/?artifact_id=742
- QUEVEDO, J.R.S. **Diretrizes para a elaboração de um modelo de tomada de decisão em projetos de empreendimentos imobiliários: gerenciamento da arquitetura e da engenharia do valor simultâneos**. 2006. Dissertação (Mestrado) - UFPR, (PPGCC), Curitiba.
- ROBSON, C. **Real World Research: a resource for social scientists and practitioner**. Oxford: Blackwell, 1993.

- RUBENSTEIN, R.E. **Herdeiros de Aristóteles**. Rio de Janeiro: Ed. Rocco, 2003.
- SCHEER, S.; et al. **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto de Arquitetura**. In: VII WGPPCE, Anais...Curitiba, 2007.
- SCHÖN, D. A. **Educando o Profissional Reflexivo**. P. Alegre: Ed. Artmed, 2000.
- SILVA, V G; et al. **Avaliação do desempenho ambiental de edifícios: Estágio atual e perspectiva para desenvolvimento no Brasil**. In: Encontro Nacional, 2 and Encontro L. Americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, 1. ANTAC. Canela, RS. 2001.
- TAVARES, S.F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energetico de Edificações Residenciais Brasileira**. Florianopolis, 2006. Tese (Doutorado). Programa de pos graduação em Engenharia Civil. UFSC., 2006.
- VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. S. Paulo: Ed. Martins Fontes, 1987.