

O PROJETO ARQUITETÔNICO: QUEM O FAZ?

O Desafio da Transdisciplinaridade

LAMB, Richard H. (1), AFONSO Sonia (2)

(1) Engenheiro Civil da Universidade de Manchester, Reino Unido, Mestrando em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina (richardhlamb@freenet.co.uk)

(2) Arquiteta da FAUUSP, Doutora em arquitetura da FAUUSP, Professora da Universidade Federal de Santa Catarina (soniaa@arq.ufsc.br)

Resumo

Este artigo pretende demonstrar, ao longo de um relato histórico, que o processo de projetar de arquitetos e engenheiros tem muito em comum, e contradiz o pensamento popular que estas são duas profissões distintas. Discutimos outros traços comuns como status social e polêmicas atuais. O conceito de transdisciplinaridade é introduzido como hipótese para formação de arquitetos e engenheiros civis.

Abstract

This article asserts, by way of an historical examination, that the design processes of architects and engineers have many aspects in common, and contradicts popular thinking that they are completely unrelated by commenting on other common aspects such as social status and current debates within both professions. A transdisciplinary concept is introduced as a proposal for education of architects and civil engineers.

1. Introdução

“Se o arquiteto escolhe apenas a cor da pintura e o engenheiro bate alguns números na calculadora, quem é que faz o trabalho?”¹ (EYRE, 2001, p.68).

A resposta a esta pergunta não vem logo aqui, e talvez não venha ao longo deste ensaio, porém, o que é mais relevante a este trabalho é o fato que, sem perceber, aceitamos os papéis implícitos de cada profissional dentro do contexto do projeto sem os questionar. O seja, acreditamos que o arquiteto embeleza a obra e o engenheiro calcula o tamanho dos elementos e não se desviam deste papel. Em muitos casos, e pior, estão crescentes, os papéis se evidenciam cada vez mais aprofundados, engrenados e rígidos. Isto parece ser regra, lei da natureza; arquitetura e engenharia são pólos opostos: “O Oriente é oriente, o ocidente é ocidente e não se encontrarão nunca”.²

Mas não foi há muitas gerações que a profissão de engenharia civil não existia. Bom! Claro que obras de engenharia foram feitas. Todo menino na escola sabe das sete maravilhas do mundo antigo. Obras de construção todas, e maravilhas por, entre outras qualidades, seu tamanho colossal ou então o alto nível de tecnologia utilizado nas construções. Quem é que foi responsável se não fosse um engenheiro civil?

2. História Enxuta

O grande achado da arquitetura renascentista foi uma obra de *Marcus Vitruvius Pollio* conhecido como Vitruvius. Era romano do primeiro século depois de Cristo, arquiteto e engenheiro junto. Os “dez livros”, redescobertos em 1414 na Suíça (segundo HEARN, 2003) e traduzidos freneticamente, mostraram ao mundo da teoria de arquitetura, então italiano, um conhecimento amplo. O discurso de Vitruvius explica diversos elementos do assunto da então chamada arquitetura sobre cidades e seu desenvolvimento, materiais e tecnologias de construção de edificações públicas e privadas, geometria, máquinas de guerra utilizando a teoria de alavanca e água como força hidráulica. Em princípio o arquiteto de Vitruvius é um profissional treinado em muitas áreas além dos limites do ensino de apenas arquiteto ou engenheiro hoje em dia. Logo no primeiro livro a educação do arquiteto é elaborada:

¹ Tradução pelo autor do original em inglês: “If the architect just chooses the colour of the paint and the engineer taps out a few numbers on a calculator, who actually does the work?”

² Tradução pelo autor do original em inglês de Rudyard Kipling (1865-1936), *The Ballad of East and West* (pub. c. 1890): “East is east, and west is west, and ne'er the twain shall meet.”

Que o arquiteto seja educado, que seja habilidoso com o traço, instruído em geometria, que conheça muito bem a história, que haja aprendido com os filósofos de forma atenta, que entenda música, que tenha algum conhecimento de medicina, que conheça as opiniões dos juristas, que seja familiar com a astronomia e com a teoria dos céus. (VITRÚVIO, 1960, p.5-6)³

É claro que este homem não é apenas um técnico nem artista senão uma pessoa de educação clássica e ampla, muito hábil e capaz de pensar, teorizar, desenhar e realizar projetos que são os produtos de todo conhecimento humano; capaz, em resumo, de destilar este conhecimento e aplicá-lo ao desafio enfrentado. Ele é muito mais que um simples arquiteto ou engenheiro. É o valor atual, em nosso mundo do século XXI, desta teoria que será esclarecido aqui. Apresentamos um argumento para um acréscimo do campo e definição das profissões de arquiteto e engenheiro e para uma diminuição da divisão nítida entre elas, uma *transdisciplinaridade*, “uma ampliação da compreensão” (CAMPOMORI, 2004) não negando a existência e valor de especialização, mas sim estimulando um alargamento de repertório ⁴.

Esta definição de arquiteto criado há dois mil anos. Se ressurgiu com a renovação de interesse em filosofia antiga e o renascimento das antigas teorias. O primeiro livro moderno sobre arquitetura foi escrito pouco depois por Leon Battista Alberti (*De re aedificatoria* publicado cerca 1450) e o arquiteto foi considerado um profissional bastante importante, estando nele um pouco de toda a sabedoria humana. Este livro foi escrito em latim para enfatizar o peso com que a matéria fosse considerada na época.

A longo de mais de duzentos anos, o mundo moderno seguia descobrindo a ciência, até a revolução industrial, quando a invenção de novas técnicas de produção e materiais⁵, frutos da própria ciência, foram aplicadas e o campo técnico cresceu geometricamente. O conhecimento do lado técnico inchou tanto então que um homem podia estudar e trabalhar apenas nesta faixa. Isto resultou em 1771, na Inglaterra, com a formação de uma sociedade de engenharia civil, licenciada oficialmente por Rei Jorge IV em 1828 como *The Institution of Civil Engineers* ⁶, dando à luz uma nova profissão (CHRIMES, 2004). O termo *civil* foi adotado para demonstrar uma diferença do contexto *militar* em cujo nome muitas obras de engenharia foram feitas até então por engenheiros do exército ou da marinha (CHRIMES, 2004).

As profissões começaram a se divergir mais, entretanto, os praticantes mais notáveis e famosos desta nova engenharia trabalhavam com bastante firmeza e êxito em ambos campos. Assim como renascentistas como Leonardo Da Vinci, pintor, inventor, cientista, arquiteto, engenheiro, o próprio Brunel, um dos mais prolíficos e famosos engenheiros vitorianos da Inglaterra unia várias habilidades; foi empresário buscando patrocínio, arquiteto para desenhar as estações, engenheiro para criar novas tecnologias de túnel e ponte para as suas ferrovias e mestre de obras para executá-las. (*ver fig 1*)

Com a separação das profissões, obras de construção passaram a ser divididas entre elas. A arquitetura passou a ser menos prezada, o arquiteto responsável somente pela decoração e acabamento. A honra foi dada à tecnologia e criaram-se projetos modernos, filhos de inspiração proveniente da engenharia, sem decoração, funcional, e completos com uma nova estética (EYRE, 2001, p.68), mais claramente demonstrada em exemplares de pontes (*ver figuras 1 e 2*). Realmente em alguns casos este estilo foi de vantagem ao conhecimento das profissões, tendo grande impacto social e tecnológico, e cada vez ganhando mais destaque até ser aceito pela própria arquitetura (PORTO, 1999). Não somente a separação entre as profissões, mas a subjugação da primeira pela caçula. Em homenagem a esta estética revolucionária e diferente,

³ Tradução do original em inglês por Frederico Flósculo Pinheiro Barreto – Depto. de Projeto, Expressão e Representação da FAUUNB disponível em http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/cadernos_eletronicos/vitruvio/excerto.htm acessado 26 março 2004.

⁴ Para uma outra referência sobre transdisciplinaridade ver Edgar Morin, 'A Cabeça Bem Feita', editora Bertrand Brasil

⁵ O processo de alteração química de ferro para produzir aço foi industrializada a partir de cerca 1750 e a produção de concreto, na forma que utilizamos hoje, cerca de 1800, sendo mais 90 anos até popularizar a tecnologia de concreto armado. (Fonte: Institution of Civil Engineers, Londres)

⁶ A Instituição de Engenheiros Civis



Figura 1: Ponte Royal Albert, Inglaterra
Inaugurada 1857, I. K. Brunel
(<http://www.brantacan.co.uk/RABridge1846S.jpg>)

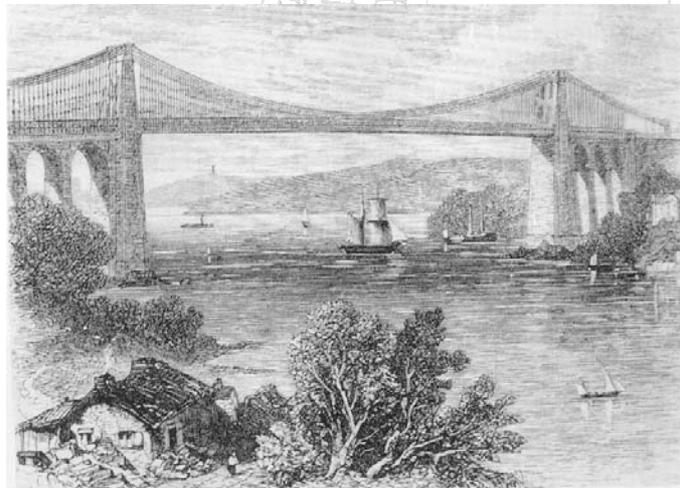


Figura 2: Gravura da Ponte dos Estreitos de Menai, País de Gales
Inaugurada 1826, Thomas Telford
(<http://www.anglesey-history.co.uk/places/bridges/menai.gif>)

alguns arquitetos rejeitaram totalmente a decoração e surgiu o *estilo internacional*, aquele “pesadelo utilitário”⁷ agora tão comum em arquitetura e engenharia.

Estes padrões de design, aceitos hoje sem questão, nos ajudam a entender os preconceitos atuais sobre as duas profissões. São, a nosso ver, diferentes campos de conhecimento fazendo parte de um todo maior, uma área tão grande e abrangente que não há como uma pessoa possa saber detalhadamente tudo. O princípio de especialização é imprescindível; sem ele e a concentração em detalhes que isto se cria não poderíamos concluir nenhuma obra. Porém, uma série de especializações daria apenas campos de conhecimento desconexos. Para atravessar estes vãos entres áreas consolidadas seria necessário reconhecer o valor da generalização na formação do profissional.

Podemos reconhecer que cada pedaço do conhecimento nesta área tem seu valor próprio, uma entidade independente e sim importante. Contribuem a um arcabouço heterogêneo, que exhibe pontos altos e baixos, pontos fortes e fracos. São estas descontinuidades as diferenças que devemos apreciar. Elas não são rixas graves nem lacunas profundas. Dão textura e relevo ao conhecimento humano. Quem é que não reconhece tanto o juízo estético de John Ruskin, quanto a sistematização de Le Corbusier?

3. Passos Transdisciplinares

Na relação tradicional; o retrato clássico, um arquiteto é um visionário, criador de arte e o engenheiro o pragmático solucionando problemas (PARSONS e ARDILL, 2004), cada um trazendo perícias diferentes ao projeto, mas afinal trabalhando separadamente. Os autores acima citados observaram que diante das pressões atuais de criar obras cada vez mais originais, com cronogramas mais curtos e dentro de orçamentos mais exigentes, o formato separado não pode mais ser utilizado com sucesso. Propomos um novo formato, um novo método de projetar, em que a formação de ambas as profissões se apóiam uma na outra.

Um arquiteto do padrão de hoje tem vantagens sobre o engenheiro nas áreas sociais e visuais que às vezes um engenheiro não considera. Ele parece conceituar do nada uma obra. Ao mesmo tempo um engenheiro geralmente trabalha dando mais importância ao cronograma do projeto, os

⁷ Eyre 2001: No ensaio chamado ‘Arquitetura ou engenharia’, Jim Eyre diz, “What I call the utilitarian nightmare only really began in the 1930’s; before this there was always at least an attempt to produce structures characterized by grace and beauty” p.70. Tradução do autor: O que eu chamo o pesadelo utilitário, realmente começou na década de 1930; até então havia sempre uma tentativa a desenhar estruturas caracterizadas por graça e beleza.

custos, e claro, uma mentalidade bem mais quantificada e tecnológica. Ele traduz as exigências práticas em realidade. Mas afinal das contas, um projeto qualquer sempre é concebido, desenvolvido e construído, e tanto o arquiteto quanto o engenheiro têm papel em cada etapa; é uma parceria, uma equipe.

A Idéia: O ato de criatividade depende de muitas coisas, mas chaves da formulação da idéia são os pontos de partida que o artista junta para ascender o processo criativo. Em cursos de arquitetura se chama o *repertório* do arquiteto, de engenharia é a *experiência*; ambos termos relacionados à vida pessoal e profissional. A captação destas origens de idéias está feita por processos psicológicos, complexos sim, e pessoais. Ninguém vai juntar as idéias de forma idêntica ao outro. O que contribui a esta variabilidade são os pesos que estão dados a questões de prioridades, da importância dada à própria criatividade e aos requerimentos externos, sejam eles as demandas do sítio ou de outro aspecto.

O Método: A partir do conceito, o próximo passo leva a idéia em diante para uma realidade. É uma etapa entre o conceito e a forma. Como se faz isto? Depende do projeto, de coisas físicas, empilhando uma na outra ou talvez seja mais sofisticado. Mesmo assim a força controladora pode ser identificada no espaço real. A idéia passa a ser visualizada.

A Linguagem: Levar esta visualização até a realização. Isto é em muitos casos um trabalho físico resultando em uma obra. Agora o projeto existe, tem forma e influência no espaço. O projeto que agora existe no mundo pode ser analisado e criticado. Existe. Mesmo quando se chama arquitetura ou engenharia civil o tijolo é um tijolo. O observador, usuário, cliente vai sempre impor uma opinião pessoal, originada na própria experiência e cultura e percepção do contexto.

Cada uma destas três etapas descreve, a nosso ver, traços muito parecidos através do processo de projetar, independentemente da profissão. Mas, para entender melhor as semelhanças entre arquitetura e engenharia, destacam-se as diferenças. A idéia da obra e o método de desenvolvimento baseiam-se no uso de massa física ou do espaço. Obedecem regras que em geral são leis de ciência, ora exata ora humana, mas são afinal científicas. A grande separação que diferencia um engenheiro de um arquiteto é o estudo ou não da matemática, é o estudo ou não da estética.

Há uma bibliografia extensiva sobre esta área que propõe técnicas inúmeras para o ensino de matemática a estudantes de ciências sociais e o da estética aos alunos das ciências exatas. O problema principal a ser resolvido aqui é de tradução e como explicar fatos exemplificados em um idioma usando a linguagem de outro. Poderíamos entrar na filosofia desta área sim, mas só serviria para ofuscar a explicação. Sejamos práticos.

Uma referência confiável para a explicação da mecânica de estruturas a uma turma de arquitetos é o trabalho do engenheiro Anthony Hunt (HUNT, 1998). O método didático não utiliza a matemática, mas sim figuras e desenhos, procurando passar um conhecimento de comportamento estrutural através de intuição (*ver figura 3*). O vocabulário é visual, adquirido pela própria experimentação em termos alcançáveis pelo estudante sem conhecimento ou bagagem numéricos. Para os estudantes mais avançados o próximo nível de complexidade será encontrado em MacDonald, 2002. Aqui, uma simples aritmética está relacionada com imagens e figuras. A fórmula de MacDonald seria mais compreensível aos arquitetos já familiarizados com a técnica de Hunt ou então para iniciantes de um curso superior em engenharia.

Para ajudar a criar uma compreensão de estética em engenheiros a linguagem adotada é lógica, a matéria está analisada em partes, divisões, elementos e associações de grupos ou tipos. Isto está feito em Ching, 2002. A tradução de conceitos estéticos aqui também utiliza a representação gráfica, posicionando-se claramente em um espaço comum entre as profissões.

Afinal das contas se interessa comentar que a definição de engenharia estrutural citado por Hunt; eficácia, economia, elegância,⁸ não se diferencia demais da mesma de Vitruvius parafraseada como solidez, função, beleza.⁹

8 Original em inglês: "Efficiency, economy and elegance" (HUNT, 1998, p.3)

9 Original em latim: "Utilitas, venustas e firmitas" Baseado em Henry Wotton, *The Elements of Architecture*, 1624; "Firmness, commodity and delight".

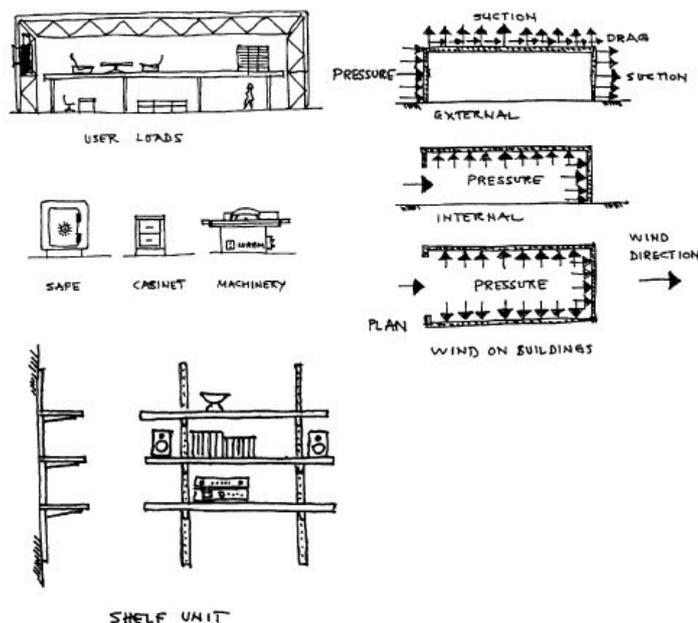


Figura 3: Forças Acionando na Estrutura
 Extrato do Livro "Tony Hunt's Structures Notebook"
 (Hunt, 1998, p. 25)

Mas além de comparação e análise de semelhança e contraste, a profissão arquiteto/engenheiro tem muito mais para justificar uma união mais íntima. Diante das influências comerciais capitalistas o próprio conhecimento de fazer, produzir e melhorar o espaço construído como um todo está sendo perdido. A reputação da profissão não está sendo valorizada, contribuindo para uma fuga de recursos humanos para outras disciplinas.

"[A] arquitetura é a profissão mais malpaga do mercado (...) é uma questão de desvalorização real da profissão, (...) O primeiro fator é a deficiência na formação do arquiteto. (...) Um segundo fator é a simples falta de lugar social da profissão" (MACÊDO, 2003).

Os ataques vêm de dentro das profissões também. O próprio profissional se afasta de avanços para transdisciplinaridade com um desprezo de indivíduos que atuem em ambos campos, seja por não ser especialista mais ou por prejudicar fatores ou resultados econômicos.

A influência persistente do mercado econômico em arquitetura é bem conhecida. "[O] mercado se tornou o valor máximo em quase todas as atividades humanas; quase tudo é pensado em termos de sua capacidade de ser vendido rapidamente para um público homogêneo, pouco exigente e culturalmente inseguro" (MAHFUZ, 2003).

"De todas as artes, a arquitetura é a que está constitutivamente mais próxima do econômico, com que tem, na forma de encomendas e no valor de terrenos, uma relação virtualmente imediata" (JAMESON, 2002, p. 30).

Esta relação é bastante forte e uma tendência óbvia é do arquiteto ser controlado pelo mercado mais poderoso. Entretanto, o ato de pertencer a uma *profissão*¹⁰ traz em muitos casos outras responsabilidades. A Instituição de engenheiros civis da Inglaterra, por exemplo, cita na sua constituição que um membro deve atuar consciente do bem-estar do ser humano, e implícito nisto, do meio ambiente (ICE, 2004). Ou seja, o cargo de um profissional vai muito além da atuação dos desejos do cliente.

E podemos considerar porque tanto sucesso na reputação das profissões de medicina e direito? Estas têm mais valor à sociedade que a pobre arquitetura/engenharia? "são profissões que, afóra seu resultado prático, alcançaram o mais elevado prestígio dentre as existentes no Brasil" (GONÇALVES, 2002). O médico ganha mesmo se não curasse o paciente, e o advogado se não

10 Declaração ou confissão pública de uma crença, sentimento, ou modo de ser. (Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, 3a impressão, Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1988)

conseguisse libertar o defendente. Agora se vê o quanto estas profissões são valorizadas pela sociedade.

A solução está em nossas mãos. E começa *em casa*.

4. Profissão escrava ou liberta?

Grandes casos existem, exemplificando a interface entre arquitetura e engenharia, manejada com sucesso. A influência da especialização de estruturas e principalmente de pontes se destaca como área onde estes limites estão sempre sendo superados. Os arquitetos e engenheiros liderando esta ofensiva (HUNT, 1998, EYRE e WILKINSON, 2001 já mencionados), são poucos; treinados em uma profissão e trabalhando em ambas. Todos os exemplos de projetos destes três se caracterizam com um alto nível de originalidade de design junto com uma otimização de recursos, uma elegância com economia. Os projetos são reconhecidos dentre as profissões como exemplares de nova tecnologia seja intelectual ou prática, e pelo público leigo como contribuições positivas ao mundo construído.

A percepção do limite da profissão não se restringe ao tradicional neste grupo. O futuro do ambiente construído está nos novos paradigmas da profissão (JENCKS, 2002); um conhecimento de tecnologia e maiores estudos com origem em outras áreas aparentemente não relacionadas vindo das ciências humanas e das preocupações mais atualizadas da sociedade em geral estão começando a ter influência em arquitetura e engenharia.

Mas desde a renascença não há muitos casos de profissionais treinados em ambos campos como Santiago Calatrava e praticando como artista/arquiteto/engenheiro (JODIDIO, 1998); uma verdadeira reencarnação do homem renascentista. Um bom exemplo do trabalho de Calatrava seria a Ponte de Alamillo (*ver figura 4*), Seville inaugurado 1992 (POLLALIS, 1999), que engloba dentro da sua visão, arte e ciência, as qualidades mais otimistas do homem, enfrentando a complexidade de satisfazer todas as dificuldades tecnológicas, sociológicas e ecológicas entre outras; um verdadeiro monumento à capacidade do homem.



Figura 4: Ponte de Alamillo, Espanha
Inaugurada 1992, Santiago Calatrava
(Jodidio, 1998, p. 56)

Com estes exemplos as profissões e a sociedade em geral, por meio de osmose, começarão a entender que o ambiente, o espaço que ocupamos, construído ou não, deve a ser preservado, tratado com carinho e valorizado, bem como os profissionais especializados nesta área criam uma responsabilidade ambiental. E também, o próprio profissional vai reconhecer que tanto especialização quanto generalização são chaves para o conhecimento e cuidado dele. O que uma vez foi menosprezado, como uma política de minorias, a história e própria cultura, nesta visão mais pós-moderna, passarão a ser válidos e importantes (JENCKS, 2002). Isto é a realidade da

nossa época. Há uma percepção de que existe um vínculo entre todo conhecimento humano; o físico não se separa do psicológico (LANG et al, 2000). A arquitetura e a engenharia estão entre as últimas das profissões a começar a debater este paradigma.

As parcerias atravessando disciplinas são responsáveis pelos novos desenvolvimentos em arquitetura, os projetos tecnologicamente avançados de Norman Foster adotando novas idéias pela promoção de equipes multidisciplinares, aceitando que tanto o processo criativo quanto o tecnológico se beneficiam da contribuição de todos os seus membros (PARSONS, 2004). Dos sucessos destes projetos, estão sendo implementados novos formatos de contratos, formalizando, desde o início, a inclusão destes modelos. São mais complexos sim, mas a pressão de exatidão, economia e eficácia se juntam para que entregue com mais garantia o resultado desejado.

REFERÊNCIAS

- CAMPOMORI, Maurício J. L. **A transdisciplinaridade e o ensino de projeto de arquitetura.** (Maio de 2004) Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp234.asp> acessado 17 junho 2004.
- CHING, Francis, D. K. **Arquitetura: Forma, espaço e ordem**, Martins Fontes, São Paulo, 2002.
- CHRIMES, Michael M e Hots, Susan (Institution of Civil Engineers Library). **Perceptions Of Great Engineers II**, artigo publicado no site <http://www.ice.org.uk/knowledge/> acessado 17 junho 2004, 38 páginas, Dez 2003.
- EYRE, Jim & WILKINSON, Chris. **Bridging Art and Science**. Booth-Clibborn Editions, London, 2001.
- GONÇALVES, Adilson Luiz. **Engenharia e arquitetura: valorização profissional** (maio 2002) Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/bases/texto130.asp> acessado 17 junho 2004.
- HEARN, Fil. **Ideas that shaped buildings**. MIT Press, USA and UK, 2003.
- HUNT, Anthony. **Tony Hunt's Structures Notebook**. Reprint. Architectural Press, UK, 1998.
- INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS (ICE). **Royal Charter, By-laws, Regulations and Rules**. The Institution of Civil Engineers, One Great George Street, Westminster, London SW1P 3AA, 2004.
- JAMESON, Fredric. **Pós-modernismo, A lógica cultural do Capitalismo Tardio**, Editora Ática, São Paulo, 2002.
- JENCKS, Charles. **The New Paradigm in Architecture**. Yale University Press, New Haven and London, 2002.
- JODIDIO, Philip. **Santiago Calatrava**. Taschen, Spain, 1998.
- LANG, Jon et al. **Questões Emergentes em Arquitetura**. Instituto de Psicologia / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UNB, Textos em Arquitetura e Psicologia Ambiental. Publicado em Revista P@ranoá, FAUUNB, volume 2 de 2000 disponível em http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/paranoa.htm acessado 3 abril 2004.
- MACDONALD, Angus J. **Structure and Architecture**, 2nd edition, Architectural Press, UK, 2002.
- MACEDO, Danilo Matoso. **Arquitetura é fracasso?** (julho 2003) Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp186.asp> acessado 17 junho 2004.
- MAHFUZ, Edson da Cunha. **ISO 9000: O Novo Fetiche Dos Arquitetos**. (Março 2003) Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/bases/texto174.asp> acessado 17 junho 2004.
- MORIN, Edgar. **A Cabeça Bem-Feita; Repensar a reforma, Reformar o Pensamento**, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2004.
- PARSONS, Sarah & ARDILL, Andrew. **Relationship between structural engineering and architecture: the benefits**. Journal The Structural Engineer, 6 abril 2004, Vol 82, N 7 ISSN 1466-5123, p21-25.
- POLLALIS, Spiro N. **What is a Bridge?** MIT Press, USA and UK, 1999.
- PORTO, Claudia Estrela, FAU-UnB. **Estruturas Espaciais: Estado da Questão em 1950**. Publicado em Revista P@ranoá, FAUUNB, volume 1 de 1999 disponível em http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/paranoa.htm acessado 7 abril 2004.
- VITRUVIUS Pollio, Marcus. **The Ten Books on Architecture**, Dover Publications, Inc., New York, 1960.