



SARA BELOTI FERREIRA

ANÁLISE DA EXPLORAÇÃO DA MATERIALIDADE
NO PROCESSO DE PROJETO

CAMPINAS
2012

CONFERIDO

PROC. N° 01814912/10
RUB 5042
PRPG 107/12/12

ERRATA

Eu, Sara Beloti Ferreira Junior, ex-aluna do curso de Mestrado em Engenharia Civil, informo que deve-se considerar a seguinte errata na página de rosto:

Onde se lê: "Prof. Dr. Daniel de Carvalho Moreira"

Leia-se: "Orientador: Prof. Dr. Daniel de Carvalho Moreira"

Sem mais.

Sara Beloti Ferreira

Prof. Dr. Daniel de Carvalho Moreira

Orientador



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

SARA BELOTI FERREIRA

**ANÁLISE DA EXPLORAÇÃO DA MATERIALIDADE
NO PROCESSO DE PROJETO**

Prof. Dr. Daniel de Carvalho Moreira

Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil na área de Arquitetura e Construção.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA SARA BELOTI FERREIRA DO AUTOR E ORIENTADOR PELO PROF. DR. DANIEL DE CARVALHO MOREIRA.

ASSINATURA DO ORIENTADOR.

CAMPINAS
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

F413a Ferreira, Sara Beloti, 1981-
Análise da exploração da materialidade no processo
de projeto / Sara Beloti Ferreira. --Campinas, SP: [s.n.],
2012.

Orientador: Daniel de Carvalho Moreira.
Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

1. Materiais de construção. 2. Representação
arquitetônica. 3. Projeto arquitetônico. 4. Arquitetura -
Projetos e plantas. I. Moreira, Daniel de Carvalho, 1971-
. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Analysis of the exploitation of materiality in design process

Palavras-chave em Inglês: Construction materials, Architectural renderings,
Architectural design, Architecture - Designs and
plans

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestra em Engenharia Civil

Banca examinadora: Evandro Ziggianti Monteiro, Márcio Minto Fabrício

Data da defesa: 29-08-2012

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

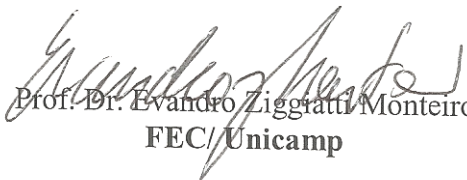
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**ANÁLISE DA EXPLORAÇÃO DA MATERIALIDADE NO PROCESSO
DE PROJETO**

Sara Beloti Ferreira

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:


Prof. Dr. Daniel de Carvalho Moreira
Presidente e Orientador/FEC- Unicamp


Prof. Dr. Evandro Ziggatti Monteiro
FEC/ Unicamp


Prof. Dr. Márcio Minto Fabrício
EESC/ USP

Campinas, 29 de agosto de 2012

Resumo

A pesquisa discutiu conceitos que tratam da exploração da materialidade no processo de projeto, partindo da discussão sobre os métodos de projeto – conforme a literatura – e das questões que determinam as propriedades físicas e materiais da composição arquitetônica. Verificou-se que as possibilidades oferecidas pelas novas tecnologias no desenvolvimento de materiais e de técnicas construtivas representam um fator relevante na investigação, exploração e aplicação dos materiais durante a atividade projetiva. Esta constatação é demonstrada na revisão teórica que trata sobre a aplicação de novos materiais na construção – como o ferro na metade do séc. XIX, o concreto armado no início do séc. XX – até as técnicas mais recentes de desenvolvimento da forma, como a fabricação digital, e que se tornaram elementos-chave para uma mudança do vocabulário arquitetônico. No entanto, verificou-se, também, que a experiência adquirida pela prática é um fator que capacita o arquiteto desenvolver um trabalho complexo de investigações dessa materialidade. A atividade projetiva do arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé) demonstra esta condição no domínio do conhecimento e das habilidades construtivas. Além do conhecimento prático, observou-se que, quando o projetista assume o estudo dos materiais como parte fundamental de seu trabalho, o seu desenvolvimento e os resultados obtidos adquirem outro valor: a mensagem do arquiteto não só se torna mais clara, mas desenvolve-se o campo de possibilidades de expressão com a criação e reconfiguração de significados, sensações e efeitos espaciais.

ABSTRACT

The research discussed concepts that deal with the exploration of materiality in the design process, starting with the discussion of design methods - according to literature - and the issues that determine the physical properties of materials and architectural composition. The possibilities offered by new technologies in the development of building materials and construction techniques represent an important factor in research exploration and application of materials during the design activity. The latest design techniques - such as digital manufacturing - became a key element in changing architectural vocabulary of design studies. However, there was also the experience gained through practice, enables the architect to develop his work with the investigation of building materials. João Filgueiras Lima (Lelé) is a clear example of this condition - only reached the architectural quality having mastered all the knowledge and skills necessary for constructive practice. Besides knowledge, it was observed that when the designer takes the study of material as a fundamental part of their work, their development and results acquire another value - the message of the architect not only becomes accurated and increases the field of possibilities.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antonio e Helena (sempre presente), pelo amor que se manifestou em cada gesto, atitude, exemplo e pensamento oferecidos a mim, tudo que sou devo a vocês, obrigada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por concluir mais essa etapa da minha vida;

Ao professor Dr. Daniel por acreditar e confiar no meu trabalho, pela dedicação em todo o processo,
pela amizade e companheirismo;

À minha mãe, Helena, por ser minha inspiração em tudo que faço e por sempre ter me apoiado e me
incentivado, estará sempre viva em meu coração, pensamentos e atitudes;

Ao meu pai, Antonio, pela sensibilidade em ouvir, ajudar ou mesmo para apenas estar ao meu lado, o
amor de vocês estará sempre comigo;

Às minhas irmãs Marina e Isabela, obrigada pelo amor, amizade e compreensão, vocês são um
presente para mim. E a minha pequena e amada sobrinha Isabela.

Ao meu esposo e companheiro que sempre está ao meu lado, aprendo todos os dias com seus
conhecimentos e com seu amor, obrigada por tudo;

À CAPES pelo apoio financeiro ao meu trabalho;

Aos membros da banca por toda contribuição para esse trabalho: Prof. Dr. Evandro e Prof. Dr. Márcio,
pelas observações valiosas e por acreditar em meu trabalho;

Aos professores e funcionários do curso de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP e aos funcionários da biblioteca da Faculdade de Engenharia
Civil e Arquitetura;

À todos meus amigos que fazem parte de minha vida, aos que sempre vejo e aos que pouco encontro,
todos vocês me deram forças para continuar, seja em uma conversa, uma risada, um abraço sincero,
muito obrigada pelo amor e carinho;

E por fim a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização dessa
pesquisa.

Muito Obrigada.

“Cada um que passa em nossas vidas, passa sozinho, pois cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra. Cada um que passa em nossas vidas passa sozinho, mas quando parte, nunca vai só nem nos deixa a sós. Leva um pouco de nós, deixa um pouco de si mesmo”.

Kalil Gribam

SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
1.1. Conceituação de termos importantes para a pesquisa.....	16
1.2. Organização da pesquisa.....	21
2. Estruturação da Pesquisa.....	23
2.1. Objetivo da pesquisa.....	23
2.2. Método: estudo a partir de fontes bibliográficas.....	23
2.3. Limitações da pesquisa, recortes e critério para seleção dos livros.....	24
2.4. Sobre a organização do estudo.....	25
2.5. Sobre o critério para organização dos temas estudados.....	28
3. Sobre o Processo de Projeto.....	29
3.1 Os modos de Projetar.....	29
3.2. A metodologia de Projeto Sistemático.....	50
3.3. As etapas de projeto.....	55
4. Processo de projeto e a exploração dos materiais de construção ao longo da história.....	67
4.1. As inovações dos materiais e técnicas construtivas.....	68
4.2. Metodologias projetuais e a exploração da materialidade.....	81
4.2.1. Projeto Modular - relações com os materiais.....	81
4.2.2. Walter Gropius, Bauhaus e os materiais.....	84
4.2.3. Le Corbusier e seu módulo – Modulor.....	97
4.2.4. Arquitetura moderna brasileira e a modulação.....	98
4.2.5. A modulação na pré-fabricação e o arquiteto João Filgueiras Lima.....	101
4.3. Informações sobre os materiais.....	116
4.4. Fontes de informação sobre materiais e sua relação com os estudos da materialidade nos projetos.....	133

5. Novas ferramentas e metodologias e as explorações com os materiais.....	137
5.1. A exploração da materialidade e suas implicações simbólicas.....	153
5.1.1. Os significados, os estilos e a materialidade no projeto.....	156
5.1.2. A exploração da materialidade nos projetos e os efeitos de luz, sombra, texturas e sensoriais.....	170
 6. O Estudo da materialidade no processo de projeto – relatos de arquitetos.....	173
6.1. Metodologia para análise dos livros.....	174
6.1.1. Livro - Rem Koolhaas Conversa com Estudantes.....	175
6.1.2. Livro – Louis Kahn Conversa com Estudantes.....	184
6.1.3. Livro – Santiago Calatrava Conversa com Estudantes.....	200
6.1.4. As propostas dos três arquitetos e os estudos com os materiais.....	213
 Conclusão.....	215
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	220

1. Introdução.

Toda e qualquer atividade realizada pelo homem acontece em um espaço, seja ele construído ou não. Dormir, se alimentar, estudar, trabalhar, praticar exercícios, passear em um parque, enfim, o cotidiano está intimamente ligado aos espaços onde ele acontece. E esse lugar é pensado e projetado pelos arquitetos que têm em suas mãos uma responsabilidade muito grande, pois podem criar algo que pode melhorar ou piorar sua conformação e desempenho e, conseqüentemente, das condições para as atividades que nele são realizadas.

O projeto é o maior responsável pelo desempenho da qualidade da edificação. Nessa etapa são definidas informações para a viabilização do edifício e é a base para a elaboração dos outros projetos como estrutural, e onde são tomadas as maiores decisões da obra (MELHADO 1994).

Dentre o conjunto de dados necessários para o desenvolvimento do projeto, as informações sobre os materiais de construção e suas investigações dentro da atividade projetiva possuem grande importância no resultado final da edificação.

“Se, em termos de experimentar arquitetura, nós aceitamos as limitações dos desenhos, simulações em computador e modelos em escala reduzida, em seguida, a arquitetura precisa ser construída de modo a ser vivida plenamente. Isto significa que tem que ser criada a partir de materiais particulares. Quando eu estou considerando o projeto de um edifício, eu preciso no início, ou pelo menos muito pouco tempo depois, me preocupar com a seleção dos materiais a serem utilizados na construção. Isto é especialmente verdadeiro para os materiais que irão ter uma influência sobre a organização espacial e aparência. É então mais significativo se eu escolher alvenaria exposta, sem acabamento ou painéis de aço inoxidável como o material de compartimentação. Isso é diferente de, digamos, escolher um material que seja à prova de umidade. Em graus variados os materiais são parte necessária do pensamento arquitetônico” (BRAWNE, 2003, p.125).

Embora a importância do papel dos materiais seja evidente no edifício, há poucas investigações sobre a exploração da materialidade dentro da atividade projetiva. Muito se

discute sobre as diversas características que envolvem o processo de projeto, como métodos de projeto, questões ligadas ao conforto ambiental tais como acústico, térmico, preocupações quanto a projetos mais sustentáveis, estudos sobre a diminuição de tempo para execução bem como desperdícios, discussões a respeito de propostas para habitações sociais que ofereçam espaços mais eficientes sem onerar os recursos financeiros, já escassos para tal fim, dentre outros temas investigados no meio acadêmico. No entanto, em todos os exemplos citados acima há o tema dos materiais dentro do escopo de cada um e que representa um fator relevante no desenvolvimento das pesquisas. Os estudos buscando encontrar melhorias nas propostas para habitações sociais, por exemplo, passam por temáticas amplas e complexas, todavia, a aplicação prática de novas soluções precisa discutir, necessariamente, de que modo serão executados, quais os materiais empregados, tecnologias construtivas, quais as condicionantes que esses materiais precisam atender, como baixo custo de manutenção, conforto térmico, onde encontrar esses materiais, dentre outros questionamentos.

Do mesmo modo, as pesquisas sobre conforto térmico abrangem um amplo conjunto de condicionantes, dentre eles, as inovações quanto aos materiais de construções, técnicas e métodos construtivos representam um fator significativamente relevante nos estudos da área. Isto porque, juntamente com outras decisões de projeto, como adequação das orientações das aberturas, a escolha dos materiais influi no desempenho térmico das edificações. Em todas as temáticas de pesquisa, o assunto sobre os materiais compõem o conjunto de condicionantes. Seu estudo precisa ser compreendido de acordo com a ótica adotada e relacionado com os demais assuntos do estudo em questão. É sob essa perspectiva, da importância do conhecimento e domínio dos materiais para alcançar determinados objetivos na atividade projetiva que o trabalho do arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé) foi discutido. Sua proposta projetual atingiu uma maturidade em termos de projeto e construção. Conseguiu desenvolver soluções eficientes, tanto em termos espaciais quanto em conforto térmico e harmonia. E, essa condição se deve, de forma significativa, ao pequeno repertório de materiais escolhido e ao sistema construtivo através da modulação pré-fabricada.

O desenvolvimento do projeto precisa ser compreendido de uma forma completa. Tal postura implica em levantar informações e considerações, não apenas quanto aos requisitos funcionais e espaciais, mas, também, ambientais, energéticos, impactos, custos, manutenção, dentre outros, sendo contemplados desde o início do processo. Nesse sentido, juntamente com todos esses campos que pertencem ao escopo do projeto, a seleção dos materiais e técnicas construtivas andam em paralelo com esse conjunto. A escolha passa pelo crivo de todas essas áreas no decorrer do trabalho. Essa avaliação está relacionada à seleção dos materiais que melhor respondem aos requisitos de desempenho do projeto. Só então os materiais serão pesquisados, escolhidos e trabalhados. Porém, apesar dos projetistas terem embasamento teórico e técnico sobre a forma como acontece a escolha e a manipulação dos materiais e de como se incorporam ao conjunto de etapas do processo, pouco ainda se sabe como eles, de fato, o fazem.

Nos últimos anos, o campo de produção dos materiais utilizados nas construções, bem como recursos quanto às tecnologias construtivas têm proporcionado novas discussões quanto a possibilidades em todas as áreas que envolvem a construção. Os sistemas de Fabricação Digital representam um exemplo desses novos recursos - uma nova tecnologia que envolve a atividade projetiva e a construção do edifício. Com ele, toda a cadeia produtiva é desenvolvida através de programas de computador. Depois de finalizado o projeto é possível produzir os elementos que formam o edifício através de máquinas específicas ligadas a computadores que enviam as informações do modelo em três dimensões. Embora esses recursos ainda não façam parte da realidade para a maioria dos profissionais da construção civil, assim como nos canteiros de obras, seu desenvolvimento já começa a provocar discussões no meio acadêmico e, futuramente, começará a modificar o modo como se projeta e se constrói as edificações, notadamente na escolha e manipulação dos materiais.

Apesar da relevância do estudo sobre os materiais no ambiente de projeto e construção, seu tema ainda é pouco explorado no meio acadêmico. Existe também uma ambiguidade em relação a conceitos relacionados aos materiais como técnicas, métodos, processos e sistemas

construtivos como coloca Sabbatini (1989). Em sua tese de doutorado, Sabbatini procurou estabelecer uma metodologia para organizar o desenvolvimento e estabelecimento de novas tecnologias, métodos e processo na construção civil. Então, antes de dar início ao seu trabalho, procurou esclarecer as definições dos principais conceitos que serviriam como fundamentação da pesquisa.

Assim, a presente pesquisa adotou uma postura semelhante ao considerar importante expor as definições e diferenciações dos termos que serão fundamentais ao desenvolvimento do estudo. Do mesmo modo, foram tomadas como base as definições dos termos: tecnologias, métodos, processos e sistemas construtivos apresentados por Sabbatini, além da definição do termo que representa o objeto da pesquisa: exploração da materialidade.

1.1. Conceituação de termos importantes para a pesquisa.

O termo *exploração da materialidade* está associado aos primeiros estudos na formulação espacial do projeto e às primeiras definições que corporificam o projeto. Não remete, necessariamente, à escolha de materiais e seu detalhamento, mas às primeiras investigações e escolhas das principais características dos materiais durante o processo. Seu uso está relacionado à investigação das primeiras características escolhidas e trabalhadas pelo arquiteto. Frequentemente, ainda não há uma definição muito clara de quais materiais o projetista irá fazer uso e sim um conjunto de intenções que, posteriormente, irão se desenvolver e então buscar os materiais que respondem aos requisitos colocados no projeto. Dessa maneira, o termo exploração da materialidade abrange o conceito de materiais de construção, mas não necessariamente se limita a este.

Além do termo exploração da materialidade, outros conceitos serão recorrentes no estudo já que os materiais são empregados nas construções através das tecnologias, métodos,

processos e sistemas construtivos. No ambiente da construção é comum encontrar uma utilização pouco precisa dos termos ou mesmo emprega-los como se fossem sinônimos. No entanto, os termos carregam conceitos diferentes e seu esclarecimento torna-se relevante para uma comunicação clara, sem ambiguidades (SABBATINI, 1989).

Para desenvolver a conceituação dos termos base de sua pesquisa, Sabbatini buscou diversas fontes, procurando as definições que mais se aproximavam de seus objetivos no estudo. Ao delimitar os autores mais pertinentes à sua pesquisa, finalizava a discussão de cada conceito deixando em destaque a definição que adotaria para sua pesquisa.

Para o presente trabalho, além da definição oficial adotada por Sabbatini, foram transcritas esclarecimentos adicionais do referido autor para facilitar a compreensão e distinção dos conceitos que, facilmente, podem se mostrar relativamente abstratos e pouco distintos entre si. Assim, o primeiro parágrafo apresentado em cada termo constitui a definição adotada por Sabbatini. Os demais parágrafos em cada termo são complementações para potencializar seu entendimento.

- **Técnica construtiva:** “Conjunto de operações empregadas por um particular ofício para produzir parte de uma construção”.

“...Deste modo, seriam técnicas construtivas, por exemplo: elevar uma parede de alvenaria; montar uma forma de madeira para moldar uma viga de concreto; assentar uma esquadria de janela; pintar uma porta; montar a estrutura de um telhado; assentar um piso cerâmico; embutir uma canalização elétrica; instalar uma banheira, etc.

O conjunto de todas estas técnicas (e muitas outras) é entendido como a técnica construtiva de um edifício”.

- **Método Construtivo:** “É um conjunto de técnicas construtivas interdependentes e adequadamente organizadas, empregado na construção de uma parte (subsistema ou elemento) de uma edificação”.

“...Existe, portanto, uma relação de subordinação da técnica construtiva ao método construtivo. Ou seja, um conjunto de específicas técnicas construtivas e a maneira como elas se inter-relacionam (noções de precedência, de sequência, de organização) para se obter certo produto, definem um método construtivo”.

“...Ao nos referimos a um particular método construtivo, por exemplo, método construtivo para se fazer uma estrutura reticulada de concreto armado, estamos nos referirmos a um conjunto ordenado de técnicas específicas, que se inter-relacionam e possuem uma sequência bem definida...”.

- **Processo construtivo:** “É um organizado e bem definido modo de se construir um edifício. Um específico processo construtivo caracteriza-se pelo seu particular conjunto de métodos utilizados na construção da estrutura e das vedações do edifício (invólucro)”.

“...Porém, um processo construtivo normalmente se caracteriza pelos métodos empregados na construção dos elementos essenciais do edifício. Daqueles que lhe definem a forma e o volume, que materializam o abrigo. Assim, os processos construtivos se caracterizam pelos métodos empregados na execução da estrutura e do envelope exterior (vedações verticais e horizontais).”

“... Com esta conceituação, ao nos referirmos, por exemplo, a um processo construtivo de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos estaremos nos referindo a um bem definido modo de construir a estrutura e as vedações de um edifício com o emprego de paredes resistentes de alvenaria executadas com um determinado bloco cerâmico.”

“...A terminologia adotada neste trabalho subordina a técnica ao método e este ao processo. Todos estes três termos correspondem a modos de se produzir uma obra. Todos são empregados para representar a transformação de objetos de uma para outra forma. Todos são conjunto de operações, de procedimentos sistematizados. No entanto, são termos para os quais estamos adotando significados diferentes. Isto porque, eles representam conjuntos de atividades com níveis bastante diferenciados de complexidade organizacional (crescente da técnica para o processo)”.

- **Sistema Construtivo:** “É um processo construtivo de elevados níveis de industrialização e de organização, constituído por um conjunto de elementos e componentes inter-relacionados e completamente integrados pelo processo”.

“A palavra sistema, do grego “systema” (reunião, grupo) é uma palavra de uso comum e de múltiplos sentidos...”

“...Assim, é comum no Brasil o emprego da linguagem escrita diária do “Sistema de construção”, para designar os diversos modos de se construir, como sinônimo de técnicas, métodos e processos construtivos.”

Segundo o estudo feito por Sabbatini alguns autores “ressaltam que o termo sistema construtivo deve ser empregado para identificar processos altamente industrializados...”.

“...Outros autores...ênfatisam esta restrição acoplado ao termo sistema construtivo o adjetivo industrializado, procurando assim identificar com maior precisão o seu significado”.

Já outro autor pesquisado por Sabbatini coloca que “um sistema construtivo é caracterizado por possuir os seguintes atributos que deverão estar muito bem definidos: uma tecnologia de produção (dos componentes e elementos), um projeto do produto (o edifício) e uma organização de produção (do edifício). Do mesmo Schmid & Testa (1969) compõem um sistema construtivo a partir de três estruturas essenciais, as estruturas organizacional, técnica e de projeto”.

“Um sistema deve ser entendido como um conjunto de partes coordenadas que guardam relações mútuas perfeitamente determinadas enquanto que, um processo deve ser entendido como um conjunto de métodos inter-relacionados” (SABBATINI, 1989).

Assim, com as conceituações apresentadas por Sabbatini verifica-se que apesar dos termos: técnicas, métodos, processos e sistemas construtivos estarem ligados por uma relação muito próxima na cadeia produtiva da construção, possuem significativas diferenças, bem como há uma relação hierarquizada entre eles, começando da técnica construtiva até os sistemas construtivos. Assim, de modo sucinto, o termo técnica construtiva está diretamente ligado à atividade para realizar uma parte específica da construção como elevar uma parede e assentar um piso. Seu emprego se limita a uma parte delimitada do conjunto da obra. Já o método

construtivo reúne um conjunto de técnicas para construir um elemento da construção por completo como uma estrutura de concreto armado. Então, o processo construtivo abrange todos os métodos construtivos para construir uma edificação por completo. E, por fim, o sistema construtivo também envolve todos os métodos envolvidos para a execução completa da edificação. Porém, o que difere o sistema construtivo do processo construtivo é a maneira como são elaborados as três partes que envolvem a cadeia produtiva da edificação: produção dos elementos da construção, desenvolvimento do projeto e execução da construção em si. No sistema construtivo, estas três partes estão muito bem definidas em seu modo de serem executadas bem como apresentam um processo de produção e execução substancialmente industrializado.

Entende-se, portanto, que existe limites de abrangência de cada termo citado e que o uso de cada um implica em um conjunto de conceitos que precisam estar previstos antes de seu emprego. Isso porque a presente pesquisa se propôs a investigar a exploração da materialidade no processo de projeto, o que implica em um cuidado maior com o uso dos quatro termos acima citados para garantir a clareza e objetividade do desenvolvimento das ideias durante o estudo.

O objeto da pesquisa representa um campo de temáticas demasiadamente amplas e profundo dentro do ambiente de projeto e construção. Além desta condição, ao iniciar os estudos verificou-se uma dificuldade em encontrar fontes, autores que discutissem sobre a questão dos materiais na atividade projetiva. Deste modo, optou-se por realizar uma pesquisa de natureza bibliográfica, com o objetivo de dar início a uma discussão com ênfase na exploração da materialidade na atividade de projeto por considerar um assunto de grande relevância nas pesquisas acadêmicas e na prática arquitetônica.

Assim, foram selecionados alguns livros que discutissem sobre os materiais no processo de projeto para embasar o desenvolvimento da pesquisa através do estudo dos conceitos apresentados pelos autores das obras. Por haver uma limitação quanto ao tempo para concluir a

pesquisa, foram discutidos alguns temas em meio a um grande conjunto de assuntos dentro da história de projeto e construção.

A importância dos autores selecionados se dá na medida em que se tornaram elementos que auxiliaram na organização da estrutura da pesquisa, bem como na discussão de um conjunto importante de conceitos que atrela a exploração da materialidade à atividade projetiva. Com os livros foi possível buscar e aprofundar as diversas características que envolvem a manipulação da materialidade no projeto de arquitetura como as relações entre técnicas construtivas, conhecimento sobre os materiais, tecnologias digitais e as implicações simbólicas envolvidas na manipulação dos materiais.

1.2. Organização da pesquisa.

A pesquisa foi estruturada em três partes (discutidas nos capítulos 3, 4,5 e 6). No capítulo 3 estudam-se alguns conceitos e características do processo de projeto – metodologias e etapas, pois a investigação da materialidade acontece neste âmbito.

No capítulo 4 desenvolve-se a investigação de como se dão as primeiras apropriações da exploração da materialidade na atividade projetiva. Adotou-se o termo *primeiras investigações*, pois existe uma sistemática em relação aos materiais nos projetos que envolvem questões de especificações, quantificações, enfim, todo o conjunto de detalhamentos após escolhidas e feitas as primeiras investigações dos materiais. Nesse quarto capítulo são estudados informações e procedimentos de projeto que possuem uma relação com as primeiras apropriações da exploração da materialidade e na maneira como elas se desenvolvem. O primeiro assunto, no subcapítulo 4.1, levanta de que modo as inovações em materiais e tecnologias construtivas, em determinados períodos históricos, provocaram mudanças na forma de se projetar. Depois, no subcapítulo 4.2, estudou-se as relações entre a metodologia de projeto de modulação e a exploração dos materiais, quais as implicações e o modo como são escolhidos e manipulados nos projetos modulares. Ainda neste subcapítulo, há um tópico (4.2.5) destinado somente ao estudo

dos trabalhos do arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé). Sua obra representou um fator importante por aliar com eficiência o estudo dos materiais e o desenvolvimento do processo de projeto modular. No subcapítulo 4.3 investigou-se como o conhecimento sobre as características técnicas e estéticas influem na escolha, na manipulação dos materiais e, por consequência, nos resultados do projeto. No subcapítulo 4.4 foi abordada a importância do acesso às informações sobre os materiais como ferramenta relevante para sua escolha e estudos nos projetos. No capítulo 5 foram analisadas inovações em ferramentas e metodologias projetuais e de que modo elas podem oferecer caminhos diferentes para compreender os materiais, produzi-los e explorá-los nos projetos e quais as consequências. No subcapítulo 5.1 foram pesquisadas as questões simbólicas que estão atreladas às escolhas de materiais e estilos arquitetônicos – como estes significados são produzidos, como se manifestam a partir da materialidade e como podem ser manipulados ao trabalhar com os materiais. E, por fim, foram estudados, no capítulo 6, os relatos de três arquitetos (Rem Koolhaas, Louis Kahn e Santiago Calatrava) para compreender como os projetistas entendem o papel dos materiais em seus trabalhos e como o exploram. Com seus relatos foi possível obter informações de como o processo de exploração da materialidade é visto pelos próprios autores ao descreverem como aplicam a compreensão dos materiais na elaboração de seus edifícios. E, por fim, na conclusão foi feito um balanço e uma reflexão entre o que se propunha fazer na pesquisa, quais as informações foram levantadas e a proposição da continuidade dos estudos em um próximo trabalho.

2.Estruturação da pesquisa

2.1. Objetivo da pesquisa.

A presente pesquisa teve como objetivo aprofundar o conhecimento sobre as escolhas, manipulações e resultados quanto à exploração da materialidade na atividade projetual. Para realizar o estudo optou-se por buscar esses conhecimentos a partir de alguns livros caracterizando-se, assim, como uma pesquisa bibliográfica.

2.2. Método: estudo a partir de fontes bibliográficas.

Sabe-se das implicações inerentes ao trabalhar-se com informações secundárias. Dentre elas, a importância em pesquisar por fontes com informações confiáveis, bem como considerar as possíveis limitações dos assuntos tratados nos livros, já que a investigação estará condicionada aos posicionamentos adotados pelos respectivos autores.

No entanto, o objeto da pesquisa é ainda um tema pouco abordado nos estudos de projeto. Há poucas discussões sobre os modos de se explorar os materiais nos projetos e suas implicações dentre todas as possibilidades de materiais e suas conformações funcionais e plásticas. Nesse sentido, buscou-se pesquisar esse tema tão importante no processo de projeto a partir de obras pertinentes que tratam dos projetos e de sua construtibilidade, dando início a uma discussão importante tanto na pesquisa quanto na prática arquitetônica.

Foi considerada a possibilidade em buscar informações a partir de fontes primárias sobre o assunto, como realizando entrevistas com determinados escritórios e arquitetos. No entanto, seria necessário, antes, desenvolver uma discussão teórica sobre o assunto, embasando a pesquisa e a natureza dos questionamentos a serem feitos posteriormente. Porém, a pesquisa possui suas limitações, dentre elas, a limitação de tempo para sua execução. Assim, para não comprometê-lo, optou-se por introduzir uma discussão sobre o assunto através da análise de alguns livros.

2.3. Limitações da pesquisa, recortes e critério para seleção dos livros.

Por outro lado, mesmo ao realizar uma investigação que possui como cerne o levantamento bibliográfico existem também suas restrições. O tema a ser pesquisado é demasiadamente amplo, complexo e profundo, não sendo viável abordar todos os períodos históricos, descobertas tecnológicas, bem como projetos e arquitetos importantes no cenário histórico e contemporâneo. Desse modo, foram feitas algumas seleções. Realizaram-se alguns recortes históricos, apresentando um pequeno conjunto de exemplos de determinados momentos que pudessem contribuir para a discussão sobre a materialidade no processo e no produto projetual.

É também nesse sentido que foram feitas escolhas quanto aos livros que se tornaram a base da realização da pesquisa. Buscou-se um conjunto de obras que pudessem embasar a condução de um raciocínio através de uma pequena amostra de exemplos de projetos e tecnologias construtivas de determinados períodos da história, projetos e arquitetos.

Portanto, o critério para a seleção das obras que serviram de base para a pesquisa se baseou na busca por autores que pudessem discutir assuntos pertinentes quanto à investigação da materialidade dentro do processo de projeto, de forma ampla.

2.4. Sobre a organização do estudo.

Para organizar o trabalho, foi feita uma divisão, estruturando a pesquisa em três momentos. Como o estudo investiga um tema dentro do campo de processo de projeto, a primeira parte é caracterizada pelo desenvolvimento de algumas características quanto ao processo de projeto e às metodologias projetuais que se encontra no capítulo 3. Após ambientar o objeto da pesquisa dentro de seu campo de atuação, o estudo entra em seu segundo momento, desenvolvendo uma investigação sobre os estudos dos materiais na atividade projetiva através de determinados recortes de momentos importantes na história de projeto e construção. Esse segundo momento do estudo se encontra nos capítulos 4 e 5. E, por fim, foram estudados relatos de alguns arquitetos sobre seu modo de projetar e exemplos de algumas de suas obras para aprofundar o entendimento de como os projetistas de apropriam dos materiais em seus trabalhos que se encontra no capítulo 6.

Dessa maneira, para desenvolver cada um das três fases da pesquisa foram selecionados livros que abordassem os respectivos temas acima descritos de modo amplo, porém capazes de permitir desenvolver uma discussão sobre características importantes quanto à exploração da materialidade no processo de projeto.

Na primeira parte da pesquisa buscou-se desenvolver um estudo sobre as principais características quanto ao processo de projeto e às metodologias projetuais. O objetivo era construir uma base para a realização do objeto da pesquisa. Por este motivo, foram selecionados os livros:

Geoffrey Broadbent. *Diseño Arquitectonico: arquitectura y ciencias humanas*. 2. ed. Mexico: Gustavo Gilli: Coleccion arquitectura/perspectivas, 1982. 483p.

Bryan Lawson. *How Designers Think: The design process demystified*. 3 ed. London: Architectural Press, 1997. 321p.

O livro de Broadbent apresenta um estudo amplo e didático sobre os modos de se projetar – as metodologias projetuais, organizadas em quatro modos. Com esta sistematização,

Broadbent consegue abordar grande parte das possibilidades de se projetar, apresentando as principais características na dinâmica e nas soluções, em cada um dos quatro métodos.

O livro de Lawson também foi escolhido, pois contribuiu para complementar o estudo sobre as principais características do processo de projeto, colocando informações relevantes para o estudo da materialidade dentro da atividade projetiva.

Nessa primeira parte da pesquisa, algumas informações do trabalho de John Christopher Jones, em seu artigo *“A Method of Systematic Design”* foram utilizadas para complementar a discussão sobre processo de projeto. Jones foi um dos primeiros estudiosos a apresentar uma discussão quanto aos conceitos e às atividades que conformam as fases de projeto e, portanto, torna-se relevante trazer suas ideias para a pesquisa. No entanto, a abordagem do estudo de Jones possui uma natureza mais específica ao tratar de projeto, pois se concentra nas características de um modo em particular de projetar – o modo *sistemático*. Assim, seu trabalho foi utilizado, mas não como os demais livros de base para a pesquisa, já que o intuito era criar um embasamento conceitual amplo sobre as principais características do processo e das metodologias projetuais. Depois de conceituá-las, o estudo começa sua segunda parte.

Nessa segunda parte foram selecionados dois livros:

Michael, Brawne. *Architectural Thought: The Design Process and The Expectant Eye*. 1nd ed. *Oxford: Architectural Press, 2003. 190p.*

Bill Addis. *Edificação: 3000 anos de Projeto, Engenharia e Construção*. Tradução: Alexandre Salvaterra. 1nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 640p.

O livro de Michael Brawne traz uma discussão pertinente a presente pesquisa, pois trata de processo de projeto e da importância do estudo dos materiais dentro da atividade projetiva. Seu trabalho se mostrou relevante, pois abordou a questão dos materiais nos projetos, tema este que se mostrou difícil de ser encontrado nos trabalhos acadêmicos durante os estudos.

O livro de Bill Addis também foi selecionado por representar um trabalho amplo e detalhado sobre os projetos de arquitetura e engenharia e o modo como foram realizados. Addis

elabora um estudo sobre projeto e construção desde o período antigo na Europa Ocidental às mais novas tecnologias na área de construção. O autor contextualiza as inovações construtivas apresentando os acontecimentos históricos, econômicos, políticos e sociais de cada período abordado. Com este estudo foi possível compreender, com maior clareza, em que circunstâncias e motivações influenciaram as inovações no desenvolvimento de novas formas de projetar e construir.

Esses dois livros serviram de base para investigar como os materiais são estudados e trabalhados no processo de projeto a partir de alguns exemplos de situações projetuais e momentos históricos. O livro de Bill Addis representa um extenso estudo histórico não sendo possível tratar de todos os temas discutidos pelo autor. Procurou-se selecionar alguns deles mais pertinentes a presente pesquisa.

Por fim, na terceira parte do estudo, três livros foram selecionados:

Rem Koolhaas. *Conversa com Estudantes Rem Koolhaas*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 94p.

Louis I. Kahn. *Conversa com Estudantes Louis Kahn*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 96p.

Santiago Calatrava. *Conversa com Estudantes Santiago Calatrava*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 111p.

Esses três livros foram escolhidos porque trazem relatos dos próprios arquitetos sobre quais seus princípios, modos de ver e de resolver as questões de projeto. Fazem parte de uma coleção extensa, porém foi selecionada uma pequena amostra que pudesse contribuir para o estudo sobre a exploração da materialidade. Cada um dos três arquitetos acima citados possui um modo diferente de projetar bem como do modo como compreende e aborda os estudos dos materiais em seus trabalhos. Koolhaas projeta buscando inovar e o faz através das experimentações com os métodos e processos construtivos. Já Kahn adota uma postura filosófica, buscando o significado cívico do edifício. E Calatrava desenvolve suas propostas através de analogias com as formas da natureza e do homem. Assim, permitiu-se aprofundar a

investigação sobre a exploração da materialidade no processo de projeto a partir de três modos diversos de se projetar.

Depois de finalizada a terceira parte da pesquisa, a conclusão faz um fechamento do estudo levantando os principais pontos encontrados durante o estudo.

2.5. Sobre o critério para organização dos temas estudados.

O objetivo da pesquisa foi buscar e aprofundar as diversas características que envolvem a manipulação da materialidade no projeto de arquitetura como as relações entre técnicas construtivas, conhecimento sobre os materiais, tecnologias digitais e as implicações simbólicas envolvidas na manipulação dos materiais.

Desse modo, a organização do texto não seguiu uma ordem cronológica. O critério considerado para reunir os temas estudados estava condicionado à estruturação do texto nas três partes, apresentadas acima, seguindo, assim, uma ordem crescente de aprofundamento quanto à investigação da materialidade no processo de projeto. Inicia-se com as principais características do processo e metodologia projetual, prossegue o estudo através de alguns recortes históricos procurando as relações entre o objeto de pesquisa e as tecnologias construtivas, inovações nas tecnologias digitais e as implicações simbólicas. E, então, o estudo finaliza-se com os relatos de três projetistas importantes no cenário arquitetônico, com modos diversos de trabalhar procurando entender como reúnem as diversas condicionantes de projeto, dentre elas, os materiais, para elaborar suas soluções.

A conclusão encerra o estudo colocando a importância em realizar discussões sobre a questão da exploração da materialidade dentro da atividade projetiva, nos estudos acadêmicos e na prática promovendo, assim, uma contribuição relevante no cenário construído, no espaço em que vivemos.

3. Sobre o processo de projeto.

A atividade projetual é composta por um conjunto de etapas com o objetivo de desenvolver e apresentar uma resposta aos problemas colocados. Esse procedimento é conduzido por uma ordem, uma estrutura onde se apoiam estas atividades. É, pois, a metodologia projetual que orienta todos os procedimentos do processo de projeto (LAWSON, 1997).

Como o objetivo da pesquisa é estudar de que maneira se desenvolve a exploração da materialidade durante a atividade projetiva, torna-se fundamental compreender algumas das principais características do processo de projeto e, de um modo geral, das metodologias projetuais. Isto porque as investigações da materialidade acontecem dentro deste processo.

Assim, serão apresentados alguns conceitos e autores no assunto para melhor aprofundar o estudo da exploração da materialidade no processo de projeto.

3.1. Os modos de projetar.

Desde os povos da antiguidade, há mais de 4.000 anos, já existia um raciocínio, uma estrutura que organizava e orientava a concepção do projeto das edificações. Do mesmo modo, havia arquitetos que procuravam organizar o conhecimento sobre o método de concepção e construção das obras.

O tema sobre as técnicas e a metodologia de projeto abrange todo período da história, mas aqui serão apresentadas apenas as principais características e alguns pesquisadores importantes.

Geoffrey Broadbent em seu livro, “Diseño Arquitectonico”, (1982) analisa diversos pontos sobre o trabalho dos arquitetos e suas formas de trabalhar. Segundo BROADBENT, existem quatro métodos de projeto que podem ser utilizados: pragmático, icônico, analógico e canônico.

Os primeiros projetistas teriam realizado seu trabalho de forma predominantemente prática: construía suas edificações utilizando os materiais disponíveis e encontrando a melhor forma de aplicá-los por tentativa e erro. Isso pode ser evidenciado, por exemplo, nas construções feitas pelos povos neolíticos há 40.000 a.C. Nelas foi possível ver que estes homens eram caçadores e faziam uso dos materiais que tinham à mão, pedras, arbustos, ossos, presas, peles de mamutes, entre outros. Com esses materiais faziam um espaço fechado que os protegia do clima e de seus predadores.

O principal motivo para construir estas estruturas era modificar o clima e permitir que determinadas atividades pudessem ser realizadas de forma mais adequada e confortável. Todos os edifícios, em última instância, têm o papel de cumprir estas duas funções: permitir o desenvolvimento de determinadas atividades, de forma adequada, conciliando com um clima apropriado em um determinado local (BROADBENT, 1982). De um passado remoto até os dias atuais muito mudou sobre a maneira de se projetar – técnicas construtivas, métodos racionalizados para gerenciar as obras, tecnologias na investigação e produção de materiais mais modernos e específicos para cada projeto, padrões de estilo e valores simbólicos envolvendo os projetos, bem como todo um conjunto de condicionantes do projeto – cada vez mais complexas, exigentes e em constante transformação. Este é o cenário encontrado na atividade projetiva, porém, ainda se tem como a base de toda a edificação, a necessidade de abrigar as pessoas para realizar uma determinada atividade.

No entanto, no começo da história humana, as edificações estavam mais limitadas a cumprir a necessidade primária. Os nômades primitivos, por exemplo, viviam necessariamente da caça e da colheita de alimento encontrado na natureza, como meio de subsistência. Viviam em equilíbrio com o meio ambiente e suas habitações eram efêmeras. Construía cabanas pequenas e feitas em pouco tempo a partir de materiais encontrados nos arredores. Possuíam experiência necessária em edificação, tanto é que o abrigo oferecia a proteção climática

elementar. Eram em formatos circulares com uma abertura para a entrada e sem divisões em seu interior (SCHOENAUER, 1984). Mesmo simples estas construções cumpriam com as necessidades de seus ocupantes.

Os Aruntas, por exemplo, eram aborígenes australianos que viviam em habitações efêmeras em regiões desérticas do centro da Austrália, sobrevivendo da caça e da colheita. Seus abrigos possuíam uma estrutura de ramos entrelaçados formando uma cúpula coberta com ervas, folhas, canas e qualquer coisa que tinham acesso (SCHOENAUER, 1984). Havia, pois, uma coerência entre a realidade dos hábitos destes povos com os meios que faziam uso para elaborar seus abrigos. Não fazia sentido construir habitações mais demoradas e duradouras se, em pouco tempo, seus ocupantes precisariam se mudar. A figura 1 mostra uma representação de como eram estes abrigos.

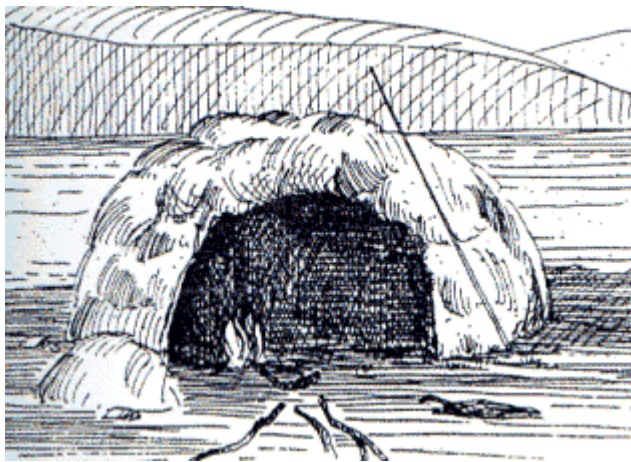


Figura 1: Cabana Arunta, fonte: SCHOENAUER, 1984.

Os primeiros projetistas desenvolviam suas edificações de um modo bastante prático – conseguiam erguê-las por meio de montagem com os materiais que encontravam ao seu redor. Esta maneira de construir é colocada por Broadbent como pragmático. Foi, pois, a primeira

maneira de construir – e ainda é utilizado em determinadas circunstâncias, por exemplo, para averiguar como utilizar um material novo. Nesta situação, existe a necessidade em buscar um conjunto de informações e teorias construtivas a respeito da nova proposta como ao empregar lâminas de Policloreto de Vinil (PVC) soldadas para formar cúpulas ou volumes abobadados inflados por compressores de ar. É preciso toda uma pesquisa sobre as construções pneumáticas para adotar este partido construtivo (BROADBENT, 1982). Assim, mesmo com estudos conceituais e técnicos sobre um determinado material, ao desejar aplicá-lo no projeto, será feito através de tentativa e erro quando a sua aplicação em arquitetura é nova, não existindo parâmetros para se basear.

Podem também existir outros fatores que passam a fazer parte do desenvolvimento de um determinado modo de se projetar, além da necessidade básica de proteção e abrigo das condições climáticas. Um destes fatores está relacionado à capacidade das habitações em conciliar a função de abrigo com as especificidades dos hábitos de um povo. Este modo de projetar é colocado por Broadbent como projeto icônico.

A base do projeto icônico está relacionada com o conhecimento aprendido e transmitido entre gerações acerca de um determinado processo construtivo e a imagem que cada indivíduo constrói em sua mente sobre a técnica aprendida. Esta transmissão de conhecimento de um processo construtivo só acontece porque uma determinada solução construtiva conseguiu responder não só às necessidades básicas de proteção e abrigo, mas de abranger as particularidades de costumes de um povo.

A necessidade de adequar, mutuamente, um clima que precisa ser controlado, e os recursos disponíveis para este controle, passa a não ser suficiente para adotar um sistema construtivo e repeti-lo ao longo das gerações. Isto porque as construções não só abrigam pessoas, mas tornam-se o ambiente onde realizam boa parte de suas atividades rotineiras e onde, também, acontecem suas interações sociais. Deste modo, existe uma relação muito forte entre os modos de vida de uma sociedade e a maneira como a habitação se apresentará em termos de espaços, funções, técnicas construtivas e materiais. A forma da casa e o modo de viver se ajustam um ao outro, há uma adaptação mútua entre a configuração da habitação e os modos

de vida. Uma família pode unir os iglus, por exemplo, para comunicar-se ao longo do inverno, possibilitando interações sociais (BROADBENT, 1982).

Porém, mesmo com a realização da adaptação da habitação ao modo de vida existem outros fatores que operam a favor da permanência de um processo construtivo. Para este se tornar algo que prevaleça entre as gerações, seu conhecimento passa por um conjunto de etapas. Para explicar este processo, Broadbent cita o artesanato como resultado de anos de trabalho até se configurar como algo típico de um determinado povo. Este processo se dá por um encadeamento de etapas que começa pela prática constante da atividade. Primeiro, o artesão precisa conhecer os materiais e as ferramentas que irá utilizar. Em um segundo momento, passa-se à prática intensa da atividade até que se tenha um domínio da técnica empregada. Este conhecimento se consolidou em sua memória. Então, passa-se a encontrar meios de transmitir este novo conhecimento para as próximas gerações (BROADBENT, 1982).

Assim como o artesanato, um determinado processo construtivo (já que abrange um modo particular de construir toda uma edificação), depois de verificada sua eficácia segundo os anseios de uma sociedade, tenderá a permanecer entre suas práticas, através de recursos dos mais diversos como lendas e músicas. Nelas são descritos o que é preciso fazer para realizar um determinado método construtivo como, por exemplo, em que local encontrar os materiais, como moldá-los e empregá-los para fazer as construções (BROADBENT, 1982).

Através de todos estes mecanismos, determinados processos construtivos se consolidam na consciência da tribo. Cada um de seus membros mantém em mente uma imagem do que seria o aspecto da casa e de que modo executá-la - através de um modo específico de construir toda a edificação. Este processo de projeto, de consolidação de um determinado processo construtivo e sua permanência pelas gerações através da memória, é colocado por Broadbent como projeto icônico (BROADBENT, 1982). Os iglus são habitações temporárias construídas pelos Inuite - nome dado por eles que significa gente. São povos que moram no Ártico e que têm diferentes tipos de habitações determinados, principalmente, pela atividade econômica e pela estação. Porém, passam a maior parte do tempo no abrigo de inverno, feito a partir de blocos de gelo, conhecido como iglu. Este tipo de habitação é feito pelos Inuite há muitas gerações. São construções que se

consolidaram por alcançar as necessidades de seu povo. Seu processo construtivo requer uma série de condições e etapas, exigindo que seu construtor tenha o conhecimento necessário para levantar os iglus. Este domínio perpassa todas as etapas de uma construção, como noção das características ideais do material, dimensões, condição do posicionamento dos elementos construtivos e detalhes de finalização. Assim, há todo um processo que vai desde a escolha da neve para fabricação dos blocos de gelo, ao posicionamento em formato circular e levemente escalonado para conseguir fechar o espaço.

É um processo construtivo engenhoso, necessitando, inclusive, de um andaime no seu interior para executá-lo (SCHOENAUER, 1984). Este modo de habitação requer um conhecimento e uma técnica que é passada de geração para geração entre os Inuites, exemplo de projeto icônico.

Percebe-se que a construção dos iglus segue um processo construtivo com a presença de momentos definidos e característicos. O conhecimento de seu processo construtivo, mesmo passando de forma verbal e através da construção visual nas memórias dos inuite, evidencia que existe sequência de atividades construtivas que são mantidas ao longo do tempo. A conformação espacial dos iglus é resultado de um conjunto de etapas que, mesmo intuitivamente, foram realizadas. Primeiro, existe a motivação - a ausência de um local que abrigasse estes povos era um problema que necessitava de solução. A partir de então se começa a buscar soluções e estas partem dos recursos que lhes são disponíveis aliados às características específicas do problema. Era preciso adequar, em um espaço, os hábitos dos Inuites com as possibilidades dos materiais que dispunham – o gelo. Ao estudar as alternativas formais encontraram a melhor resposta que reunia um determinado material, um conjunto de métodos construtivos resultando em um formato espacial conhecido como iglu. A figura 2 mostra a organização de um iglu.

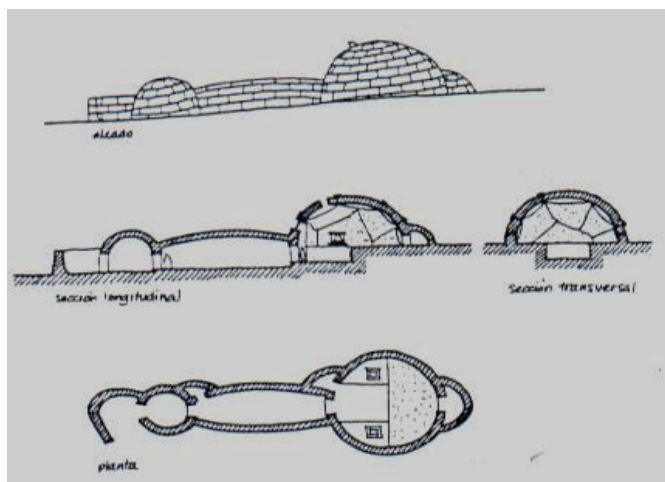


Figura 2: Iglu Inuite, SCHOENAUER, 1984.

Há exemplos de projetos icônicos que, comumente se vê nas regiões do interior do nordeste brasileiro – as construções feitas de taipa em pau-a-pique ou taipa de mão. Trazida pelos portugueses no período colonial, este processo construtivo consiste em construir as edificações a partir de uma estrutura de ripas de madeira ou bambu formando uma malha quadriculada onde, posteriormente, os vazios são preenchidos com barro amassado.

“As paredes de taipa de mão do período colonial, quase sempre fazem parte de uma estrutura de madeira bastante rígida, formada por esteios, vigas baldrames, frechais e vergas superiores e inferiores. Serve como vedo de uma estrutura independente ou como paredes internas de edificações com paredes externas de taipa de pilão (CANTEIROI e PISANI, 2006,p.3).”

Este processo construtivo se tornou um dos tipos de arquitetura mais tradicionais do país, tendo o período do ciclo do ouro nas cidades mineiras, como Ouro Preto e Congonhas, o auge de suas aplicações arquitetônicas. Algumas construções deste período, como igrejas e residências ainda se mantêm conservadas. O conhecimento deste conjunto específico de métodos construtivos era adquirido através da tradição oral e da memória visual. Do mesmo modo, a taipa de pilão era aprendida e passada pelas gerações. Esta consistia em aplicar e apiloar uma massa de argila em formas de madeira (taipal) até constituir um bloco sólido para então fazer uma nova camada por cima até formar uma parede (PISANI, 2007). Assim como na construção dos iglus,

para realizar uma edificação em pau-a-pique ou de taipa é necessário conhecer os materiais e a forma como são empregados. Existe uma sistemática que se manifesta desde a escolha do tipo de barro, dando preferência aos roxos ou pardos, por apresentar maior trabalhabilidade, e também precisam estar isentos de areias, pedregulhos e de qualquer material orgânico, como restos de vegetação, pois pode comprometer a resistência do material. Do mesmo modo, existem condições específicas para as demais fases no desenvolvimento de cada método empregado para realizar as partes da edificação que conformam o processo construtivo de taipa.

A partir da metade do século XIX, os tijolos maciços começam a ser produzidos e utilizados nas construções no estado de São Paulo. Por volta de 1940, as construções em taipa e de mão começam a entrar em decadência, pois os tijolos maciços permitir realizar construções mais rápidas e com um custo menor(SCHMIDT, 1946, apud PISANI, 2006).

Atualmente, com tecnologias modernas aplicadas na construção, métodos artesanais como a taipa de pilão e de pau-a-pique passaram a serem substituídas como possibilidade construtiva. Hoje, a descaracterização da maneira correta de aplicá-la, seja deixando de fazer um alicerce com pedras e concreto, seja escolhendo materiais de baixa qualidade para tal técnica, vem contribuindo para associar este processo construtivo à pobreza e precariedade da população mais pobre do país (PISANI, 2007).

Por outro lado, como resultado de um crescimento das preocupações quanto às responsabilidades ambientais, as construções de taipa têm sido revistas como uma opção construtiva interessante, apesar de questionável. Capaz de contribuir para diminuição do déficit habitacional, através de um recurso mais sustentável por utilizar material e mão de obra do local, o uso da taipa tem se tornado uma alternativa para aumentar o campo de possibilidades construtivas, quando feita com a técnica correta, além de resgatar uma tradição cultural do povo brasileiro.

Nas figuras 3 e 4 é possível perceber as diferenças entre três situações distintas decorrentes da aplicação do método construtivo para erguer as paredes de taipa. Na figura 3, encontra-se um exemplo de uma construção feita em taipa de pilão, adobe e pau-a-pique no século XIX. A foto atual do edifício evidencia uma correta aplicação da técnica de taipa, sendo necessárias apenas intervenções de manutenção, prática esta que se exige para qualquer construção, independente de sua natureza construtiva ou idade. Por outro lado, a figura 4, mostra como a técnica, aplicada de forma precária, produz um resultado totalmente diferente – em parte como consequência da perda do conhecimento correto deste modo de projetar, em parte como amostra das condições socioeconômicas em que vive uma parcela da população brasileira. Assim, com pouco ou nenhum recurso disponível, constroem com o que tem à sua volta e do modo como sabem fazê-lo. E, associada à perda do conhecimento correto da técnica, acentua a precariedade deste tipo de construção.



Figura 3: à esquerda - antigo prédio da cadeia construída em 1870, atual câmara dos vereadores da cidade de São José do Barreiro, SP, fonte: http://www.turismovaladocafe.com/2010_10_01_archive.html, data: 01/06/2012).

Figura 4: à direita - imagem de uma casa feita em taipa de pau-a-pique utilizando a técnica de forma precária, fonte: http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2004-1/arq_terra/pauapique.htm, data: 01/06/2012).

As figuras 5 e 6 mostram um detalhe do sistema construtivo – ambos da técnica de taipa. Elas evidenciam o contraste de resultado provocado pela técnica mal aplicada (à esquerda) e aplicada de forma correta (à direita).



Figura 5: À esquerda - imagem mostrando detalhe construtivo da taipa de pau-a-pique empregada de forma precária, fonte: <http://www.educacional.com.br/reportagens/arquitetura/prehistoria.asp>, data: 01/06/2012.

Figura 6: À direita – imagem mostrando detalhe construtivo de taipa de pilão e pau-a-pique empregados corretamente, fonte: <http://www.ecocasa.com.br/produtos.asp?it=849651>, data: 01/06/2012.



Figura 7: à esquerda – imagem mostrando um projeto de uma biblioteca em Piracicaba com paredes feitas em taipa de pilão, fonte: <http://institutocidadejardim.wordpress.com/tag/taipa-de-pilao/>, data: 01/06/2012.

Figura 8: À direita – imagem mostrando um edifício da Escola de Artes Plásticas de Oaxaca, México, projeto do arquiteto Maurício Rocha, feito com paredes em taipa de pilão, fonte: <http://ocepaearquiteturaemterra.blogspot.com.br/2009/09/doenca-de-chagas-mito-e-realidade.html>, data: 01/06/2012.

E, por fim, as figuras 7 e 8, exemplificam construções atuais utilizando a técnica da taipa mostrando uma alternativa construtiva que pode proporcionar um espaço mais sustentável e com conforto térmico natural em decorrência das espessas paredes de taipa de pilão. À esquerda uma biblioteca em Piracicaba e à direita um edifício da Escola de Artes Plásticas de Oaxaca, México, projeto do arquiteto Maurício Rocha.

Na construção dos iglus pelos inuites ou nas construções de taipa encontram-se características em comum quanto ao processo construtivo. Em ambas as situações o conhecimento e a aplicação do processo construtivo são realizados a partir de um domínio cultural, de uma imagem na memória que se forma em cada integrante de um povo tornando-o capaz de edificar suas moradias. Mas, além da semelhança entre a metodologia construtiva dos iglus e das construções de taipa há algo mais amplo que as aproxima – as fases dos procedimentos de projeto. Não só na construção dos iglus, mas nas construções de taipa existe uma sequência de etapas que são caracterizadas por uma natureza de atividades.

Este conjunto de etapas acontece em qualquer metodologia adotada, mesmo no projeto pragmático, onde sugere um trabalho mais rápido e direto, tanto em termos de caracterização do problema quanto de proposição de soluções e avaliação de uma delas – existe uma situação que se inicia com um problema (abrigo) e com os recursos materiais de que dispõe ao seu redor para tentar solucionar este impasse. Segue-se por um segundo momento onde, através de testes, tenta-se compor um abrigo. E, por fim, finaliza-se a atividade projetual ao verificar-se qual dos testes feitos proporcionou melhor resultado. É, pois, no segundo momento do processo de projeto, em que se define o modo característico em que a execução do projeto se baseará para ser executada, que torna cada metodologia de projeto diferente. No processo pragmático, é a condução da execução da edificação através de tentativas e erros que a caracteriza. No processo icônico, é através da cultura de um determinado povo que faz com que as edificações sejam sempre construídas com o mesmo procedimento. Da mesma maneira, as possibilidades e modos de exploração da materialidade estarão condicionados à metodologia adotada já que seu estudo se insere dentro das demais condicionantes do processo de projeto.

BROADBENT ainda apresenta outros dois métodos de projetos existentes para descrever todas as possibilidades técnicas de desenvolvimento de um projeto arquitetônico. O modo de projetar analógico é um deles.

No processo analógico o problema é desenvolvido através da condução de uma referência visual, que pode estar associada aos assuntos ligados à construção e que se junta a um procedimento construtivo já dominado gerando, assim, novas possibilidades de soluções. O projeto analógico se caracteriza por combinar uma informação nova a um conhecimento já estabelecido.

Um dos primeiros exemplos encontrados de projeto analógico data de 2.800 a.C, quando o imperador egípcio Imhotep construiu um complexo funerário para Dsojer em Saqqara. Até então, não havia qualquer referência projetual de um edifício desta natureza e porte para que se pudesse basear. Assim, tomou-se como referência o formato das construções já existentes para fins funerários – as mastabas, porém com uma nova disposição, pois seu formato foi aplicado repetidamente, um acima do outro, de modo que a posterior fosse sempre menor que sua anterior. Além desta solução formal, um novo material foi empregado uma edificação duradoura – o calcário (BROADBENT, 1982). A figura 9 mostra a pirâmide de Dsojer, construída por Imhotep.



Figura 9: Pirâmide de Djoser construída por Imhotep, fonte: <http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://antigoegito.org/wp-content/uploads/2010/10/djoserpiramide.jpg&imgrefurl=http://antigoegito.org>, data: 04/07/2011.

Através do processo de projeto *analógico* foi possível combinar um procedimento já conhecido com uma informação nova: a construção de um grande complexo funerário que tinha, entre outras condicionantes, a necessidade de ser duradouro. Isto levou a reunir um material de construção, aplicado de uma nova maneira, através de uma estrutura de execução já conhecida (baseada nas cabanas existentes), porém com modificações, pois foi feita uma sobreposição de volumes, criando uma forma arquitetônica nova.

Le Corbusier, por exemplo, utilizou, como referência, a forma do caranguejo para fazer a Capela Ronchamp (1953) (BROADBENT, 1982). O casco de um caranguejo encontrado pelo arquiteto em uma de suas viagens pelos Estados Unidos serviu como referência visual para elaborar a cobertura da capela (MACIEL, 2009). A figura 10 mostra uma vista externa da Capela Ronchamp.



Figura 10: imagem da capela Ronchamp, Le Corbusier,

fonte:<http://www.flickrriver.com/photos/70834236@N00/247452341/>, data: 02/06/2012.

Mesmo hoje, esta situação pode ser vista quando empregamos materiais em aplicações não usuais, entretanto é preciso que se tenha um conhecimento aprofundado de suas

características, possíveis usos e desempenhos físicos para, então, aplicá-los de forma adequada à edificação.

O projeto analógico, segundo Broadbent, é a fonte mais poderosa de produção de ideias criativas na arquitetura. Esta analogia pode ser feita das mais diversas formas, seja por associar formas novas a um conhecimento, já dominado, ou aplicar um material conhecido de forma diferente. Porém, é importante considerar que o material, ao ser explorado de uma nova maneira, precisa estar associado a uma referência visual, que caracterizará um projeto analógico, do contrário, sua metodologia estaria mais próxima do projeto pragmático, como o exemplo já citado do estudo de pvc nas construções.

O povo Mesakino Quisar, que vive no Sudão, mora em cabanas redondas - em um sistema de moradias semipermanentes multifamiliares. Suas casas se configuram a partir de cinco ou seis cabanas redondas sem janelas organizadas ao redor de um pátio interno. Os muros que fecham o espaço entre as cabanas são feitos de adobe. As paredes das cabanas começam com uma base de 30cm de espessura que vão estreitando à medida que sobem, chegando a 3,0m de altura. O teto é coberto de grama com um formato de torre (SCHOENAUER, 1984). Esta configuração de habitação, em formato circular, e para abrigar mais de uma família, já vinha sendo utilizada por povos mais antigos, porém o uso do adobe para revestir suas paredes, ao invés de folhagens, palhas ou lonas, é novo, podendo ser considerada uma forma de projetar analógica. A figura 11 mostra um desenho esquemático com uma vista externa e planta deste tipo de habitação.

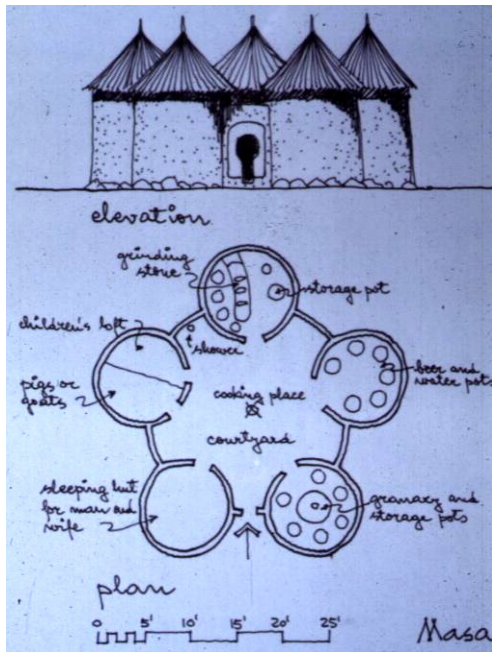


Figura 11: Esquema de uma habitação dos povos Masakino Quisar, fonte: SCHOENAUER, 1984.

E por último, seguindo uma sequência cronológica, segundo BROADBENT, existe a quarta maneira de se projetar: o projeto *canônico*.

“Neste, o arquiteto procurará um sistema de proporções que represente um referencial teórico que, para ele, seja de grande importância, configurando a base sobre o qual serão tomadas decisões quanto à forma geral, tamanho, proporções de fachada, abertura, etc. Elas serão de acordo com o cânone adotado e dependerão do juízo pessoal” (BROADBENT,1982).

Em algumas situações, arquitetos buscam cânones a partir dos conceitos geométricos, teorias estas que devem, em grande parte, ao trabalho dos matemáticos gregos, como os pitagóricos, e de certos filósofos, como Platão (cerca de 500 a.C) (BROADBENT,1982).

Outros projetistas se baseiam nos conceitos arquitetônicos estabelecidos, como o templo dórico arcaico (600 a.C). A ordem dórica possuía um sistema de relações proporcionais fixas entre o diâmetro e a altura das colunas, a largura do intercolúnio, etc. Pode-se dizer que este

referencial estava associado à formulação do espaço e ao conjunto de métodos construtivos utilizados, pois a solução se baseava em um cânone onde eram definidas as proporções dos espaços e os elementos arquitetônicos, como colunas, arcos e, conseqüentemente, o material utilizado. A figura 12 mostra um templo dórico edificado no período arcaico.



Figura 12: imagem de um templo dórico do período arcaico, fonte:
<http://www.google.com.br/imgres?imgurl=http://redul.wikispaces.com/file/view/2BacArtT03Imag-temploateneapaest.JPG&imgrefu>, data: 04/07/2011.

Dentre os vários exemplos de Projeto canônico, o *Tratado de Arquitetura* de Marcos Polião Vitruvio pode ser considerado um de seus maiores. Isto porque Vitruvio reúne todo o conhecimento sobre edificações utilizado em sua época (por volta do séc. I a.C) e elabora um Tratado composto por 10 livros, em grande parte, baseado em referências de autores e métodos construtivos gregos e romanos.

Os arquitetos das civilizações greco-romanas, para auxiliar a condução e concepção das propostas construtivas, faziam uso de métodos de raciocínio que os auxiliavam a resolver seus

edifícios, como os sistemas de quantificação, de modulação e as teorias de geometria. Através deles era possível resolver problemas estruturais e de composições (BROADBENT,1982).

O Tratado deixado pelo autor estabelece a primeira manifestação de metodologia de projeto que se fundamentava, em grande parte, nos conceitos de geometria e em um conjunto de proporções pré-estabelecidas (SANS, 19--). A metodologia projetual canônica, pois, era fortemente usada pelos projetistas gregos e romanos, na idade antiga, já que grande parte de suas edificações eram feitas a partir da definição de uma modulação, uma referência métrica que guiava todo o dimensionamento dos espaços das construções. Desse modo, o Tratado de Vitruvio se mostra como um importante trabalho, dentre outras questões, sobre o projeto canônico.

Ao final da tradução do Tratado de arquitetura de Vitruvio, Sans apresenta uma série de desenhos para ilustrar as informações que Vitruvio apresenta e explica em seu tratado. A figura 13 mostra uma destas ilustrações onde está representada a elevação do templo de Hypetros e, mais abaixo, desenhos que apresentam as proporções entre diferentes elementos da edificação: intercolúnio jônicos ou coríntios segundo o Tratado, livro III, capítulo II e proporções dos intercolúnios dóricos do livro IV, capítulo III (SANS, 19--). Estas imagens exemplificam como os projetistas romanos resolviam a organização, dimensionamento e espacialidade dos edifícios através de uma relação de medidas. Da mesma maneira como as especificidades pertencentes aos modos de se projetar pragmático, icônico e analógico condicionam a assimilação e direcionamento dos estudos da materialidade, também acontece com o modo de projetar canônico. Neste modo de projetar, desde a escolha de determinados elementos materiais até sua apresentação na edificação estarão atrelados ao cânone adotado. Será eleito, pois, aquele que melhor desempenho obtém ao responder às necessidades implícitas do referencial adotado.

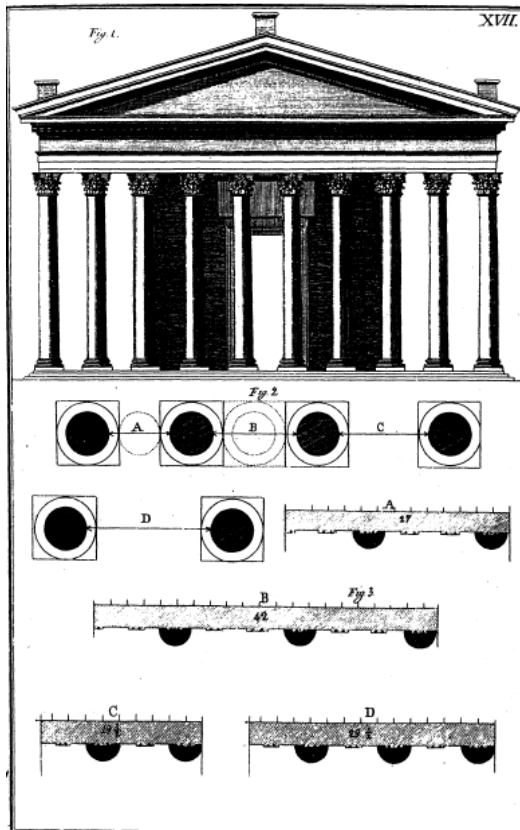


Figura 13: na figura 1: elevação do templo de Hypetros, figura 2: proporção dos intercolúnios jônicos ou coríntios segundo Vitruvio no capítulo II do livro III e figura 3: proporção dos intercolúnios dóricos do capítulo III, livro IV, Tratado de Vitruvio (SANS, 19--).

As civilizações antigas romanas e gregas construíram um patrimônio arquitetônico há mais de 2000 anos e que ainda desperta encanto pela inovação e sofisticação técnica, pela sua grandiosidade e pela beleza - desde os detalhes à harmonia do conjunto. Todo este conjunto de construções, além de fruto de apurados conhecimentos técnicos, experimentais e de geometria, é resultado da maneira como o projeto foi conduzido – de sua metodologia projetual canônica.

Mesmo existente há séculos, o projeto canônico ainda é muito utilizado nos projetos contemporâneos. Um exemplo significativo é a realização de um projeto a partir do uso de módulos para todo o desenvolvimento do projeto e construção.

Os sistemas modulares reúnem um conjunto de relações de proporções e medidas que passam a configurar a base para todo o processo de projeto e de onde vão ser geradas muitas decisões. É, pois, um projeto canônico. As recentes construções feitas pela Fundação de Desenvolvimento de Ensino (FDE) estabeleceram como condicionante para as construções de suas escolas sistemas modulares pré-definidos que eram, então, utilizados pelos arquitetos para elaborar os projetos das escolas (FERREIRA & MELLO, 2006). Este conjunto de regras delimitou um vocabulário formal, a partir de elementos construtivos pré-definidos, e um referencial de medidas como parâmetro para dimensionar e compor os espaços e suas relações entre si. Interessante perceber que, mesmo usando uma mesma base referencial, foram gerados projetos ricos e diversificados, mostrando que o uso de cânones não implica em limitações para a criatividade. Por outro lado, quando partem de um mesmo referencial de medidas, os projetos possuem em comum regularidade e harmonia. Não só os projetos da FDE, mas todos os projetos que partem de uma metodologia canônica como as construções romanas e gregas antigas. Isto porque uma das características simbólicas que os projetos canônicos evidenciam é a continuidade. Em um trecho do livro de Brawne – Architectural Thought, o autor menciona esta condição dos templos romanos:

“Nós não precisamos de um conhecimento muito especializado para reconhecer um templo romano, quando vemos um. O templo romano pertence ao que parece, a uma tradição arquitetônica que abrange uma gama de tempo e extensão e que dá pouca atenção à localidade. As diferenças entre um templo em Roma e um em Bath, no sudoeste da Inglaterra são muito menores do que as semelhanças óbvias. O templo de Antonius e Faustina, em Roma, por exemplo, se parece muito com o Maison Carrée que é de cem anos mais tarde. Continuidade e apenas alterações mínimas são suas marcas óbvias” (BRAWNE, 2003).

As figuras 14 e 15 mostram dois exemplos de projeto de escola feito pela FDE. A primeira imagem é uma escola localizada no bairro Luz, logo depois está a escola em Jaú. Por um lado, muitas possibilidades de soluções, por outro lado, o conjunto de vocabulário definido pela FDE cria um fator de aproximação entre os projetos.



Figura 14: Projeto da Escola Bairro Luz (São Paulo – SP) pela FDE, fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1229967>, data: 05/07/2011.



Figura 15: Projeto para FDE, Escola Padre Augusto Sane - Jaú – SP, 2005, Panizza Arquitetos Associados Ltda, fonte: <http://www.arquiteturacomcad.com.br/panizza/proj5.htm>, data: 23/06/2012.

Assim, com estas quatro metodologias projetuais, Geoffrey Broadbent se propõe a explicar quais os mecanismos e as possibilidades que cada metodologia projetual pode oferecer ao projetista para conduzir sua atividade arquitetônica. O autor apresenta-as por ordem em que surgiram na história. Esta sequência cronológica supõe também uma sofisticação progressiva

onde o projeto pragmático constitui o modo mais primitivo e o canônico o mais complexo. Mas, não quer dizer que os posteriores eliminem os anteriores, ou que em cada momento da história utilizava-se exclusivamente um modo. O estudo do autor coloca que o arquiteto criativo tem usado, ao longo da história, as quatro modalidades, mesmo que muitas vezes seja dado enfoque especial em um ou outro (BROADBENT, 1982). Do mesmo modo, não se pode inferir que um método projetual seja melhor ou mais vantajoso do que outro, mas que cada um possui suas especificidades e potencialidades – as possibilidades oferecidas por um são de natureza diferente de outro o que torna uma comparação qualitativa comprometida.

Nas quatro maneiras de se projetar foram apresentados exemplos de projetos tanto antigos, remontando a um passado distante, quanto a referências atuais, o que evidencia que todas essas metodologias de projeto já eram utilizadas no passado e que ainda se mostram presentes e eficazes na solução dos problemas.

Por outro lado, constata-se que existe uma importante característica em comum em todas as modalidades de projeto de Broadbent – as etapas de projeto. Mesmo que em alguns métodos, como o pragmático, pareçam mais simples, existem momentos claramente diferenciados em que o início é dado pela constatação das condicionantes do problema – que tipo de projeto é preciso, quais são suas necessidades. Depois, encontra-se um estado em que será definido qual o raciocínio conduzirá o desenvolvimento das soluções projetuais – se através de testes práticos, uma memória visual construtiva, uma referência visual ou uma referência modular. Então, depois de desenvolvida as soluções é feito um ensaio ou estudo de qual melhor alternativa.

São, pois, durante estas etapas que o desenvolvimento do projeto toma forma e, também, onde os primeiros estudos e explorações da materialidade são feitos. As diferentes modalidades de projetos evidenciam dinâmicas com particularidades de funcionamento que se manifestam no decorrer das etapas projetuais.

Entender, pois, quais são e como acontecem estes momentos do processo de projeto torna-se fundamental para o estudo das primeiras investigações dos materiais na atividade projetiva.

Um dos primeiros estudiosos sobre os procedimentos e etapas da atividade projetiva foi John Christopher Jones. Seu trabalho foi resultado de um momento em que o mundo passava por transformações após a Segunda Guerra Mundial. Novos anseios da sociedade e recursos tecnológicos foram cruciais para o desenvolvimento de uma nova postura frente à atividade projetiva – para sua compreensão e para uma nova definição de posturas frente ao trabalho projetual.

3.2. A metodologia de *Projeto Sistemático*.

A metodologia de projeto, como se conhece hoje, teve início no final da II Guerra Mundial. Foi um período de grande esforço científico em várias áreas, resultando em um desenvolvimento em campos da comunicação, da computação e do controle de sistemas. Novas ferramentas, como técnicas estatísticas e modelos científicos, foram desenvolvidos para tratar um conjunto maior e mais complexo de dados em procedimentos e experimentos científicos, com mais rapidez e eficiência. Isso proporcionou grande avanço em áreas como a Teoria da Informação, Teoria dos Sistemas, Cibernética, Pesquisa Operacional, Metodologia de Pesquisa, entre outras. Como consequência natural, decisões mais precisas e seguras seriam exigidas (MOREIRA, 2007).

Juntamente com o desenvolvimento de várias áreas da ciência, neste período, ao fim da guerra, os países europeus encontravam suas cidades totalmente destruídas, o que requeria grande esforço e rapidez no processo de suas reconstruções, assim como nos EUA, devido às consequências da Grande Recessão. Apesar de contextos e exigências diferentes, ambas necessitavam de soluções adequadas e rápidas às sociedades que precisavam se reerguer. A

arquitetura, pois, enfrentava um grande desafio - trabalhar com as informações dadas e responder com eficiência e agilidade ao conjunto de necessidades (MOREIRA, 2007).

Assim, os novos avanços tecnológicos e científicos se mostravam como um importante recurso frente aos novos desafios que a atividade projetiva enfrentava. Ao utilizar técnicas científicas desenvolvidas no pós-guerra para resolução dos problemas de projeto, tornava-se possível manipular um conjunto grande de informações para desenvolver soluções projetuais mais eficientes. Buscava-se, entre outras questões, definir as propriedades de projeto para que as diversas disciplinas envolvidas pudessem trabalhar e trocar informações acerca dos problemas e soluções do projeto (MOREIRA, 2007).

O processo de construção das edificações é precedido por um raciocínio projetual. Um conjunto encadeado de ações é feito onde um problema dado é resolvido. Entretanto, não se tratava apenas em solucionar um problema, mas em como solucioná-lo. Além de atingir uma questão prática, visava também, conciliar uma solução ao que fora colocado, mas de forma diferenciada, buscando explorar soluções, composições e materiais de formas diferentes.

É nesse contexto - onde novas tecnologias científicas estavam sendo testadas e aplicadas no processo de projeto - que acontece o primeiro congresso sobre métodos de projeto (Conference on Design Methods) em 1962.

Esta conferência reuniu a apresentação de uma grande diversidade de situações de projeto, abrangendo desde a pequena escala - como instrumentos científicos de medição - a questões referentes ao planejamento urbano. A natureza das informações também seguiu a mesma linha, mostrando discussões, como questões de criatividade a projetos matemáticos de estruturas.

Com esses artigos apresentados, tornou-se possível definir as características do *Projeto Sistemático* - apresentado pela maioria dos congressistas como um procedimento composto por três etapas: *análise, síntese e avaliação* (MOREIRA, 2007). As etapas desse procedimento foram aprofundadas no artigo: “*A Method of Systematic Design*”, publicado por John Christopher Jones na mesma conferência (MOREIRA, 2007).

Ao descrever as etapas que constituem o processo de projeto, Jones fundamentou as bases do chamado “*Método Sistemático de Projeto*”. Nele, o autor propõe uma metodologia que alia o processo criativo ao raciocínio lógico. O intuito era diminuir os erros decorrentes do processo e potencializar a parte criativa do projeto. Sua aplicabilidade pode ser vista em situações onde há uma grande quantidade de informações. Assim, a parte criativa e a parte lógica trabalham separadamente para que possam desempenhar seus respectivos papéis no processo, sem interferências umas com as outras e permitindo o melhor desenvolvimento possível de cada uma (JONES, 1963).

No início das etapas - a identificação dos fatores (necessidades) e a proposição de soluções têm como objetivo permitir que a criatividade se desenvolvesse sem a imposição de barreiras, filtros ou de qualquer empecilho que interfira no processo. O objetivo é que o maior número de questões e possibilidades a respeito do problema seja abordado em um curto período de tempo. Depois de obtida estas informações, o autor propõe um processo de tratamento lógico dos dados coletados desde a análise até a etapa da avaliação. O procedimento do projeto sistemático colocado pelo autor implica em um tratamento amplo e progressivo das informações, como em um processo de lapidação, onde ideias aleatórias, mas com potencialidades, são tratadas, reconfiguradas sob a ótica do desempenho, relacionadas umas com as outras e testadas sob os parâmetros finais da etapa de projeto: manufatura, venda e operação.

Diferentemente dos processos de projeto existentes, onde com frequência trabalha-se sob uma única solução de projeto e que, posteriormente, encaminharia para aprofundar seus detalhes; a proposta do projeto sistemático trabalha com a busca de soluções parciais. Por sua vez, são combinadas com cada um dos fatores de projeto - transformados sob a ótica de requisito de desempenho - para oferecer soluções alternativas. Esta postura permite conseguir que partes consideráveis das possibilidades de soluções para o problema sejam abordadas (JONES, 1963).

Na etapa *análise* são redefinidos os requisitos, os fatores de projeto, sob a ótica de desempenho, para separar as necessidades de possíveis soluções pré-concebidas. Para tanto, cada requisito deverá ser reescrito. Dentre os conjuntos de requisitos de projeto encontram-se

aqueles relacionados aos materiais que passam a ser repensados como características de performance que eles precisam ter, facilitando a busca de uma solução que seja mais adequada ao problema, pois a escolha dos materiais não estará diretamente ligada a uma resposta pré-definida, a um determinado conjunto de materiais conhecidos, mas às potencialidades de desempenho que estes precisam possuir. Esta postura de organização das necessidades de projeto pode facilitar a obtenção de materiais construtivos de forma mais adequada e eficiente. No entanto, há de se considerar, também, outros fatores que estão envolvidos na escolha e manipulação dos materiais além das características técnicas. As implicações simbólicas e estéticas também fazem parte das considerações feitas pelos projetistas ao eleger determinados materiais

Na etapa *síntese*, e subetapa *limites*, devem ser caracterizados os limites, no que tange às características materiais de cada especificação de desempenho, ou seja, definir uma faixa de tolerância quanto a alguns tópicos relacionados ao material como: forma, resistência, elasticidade, estética, entre outros. Esta subetapa contribui também para que a definição da escolha dos materiais de construção e componentes construtivos de um determinado projeto possa ser feita a partir de um processo lógico, organizado e coerente com as condicionantes do problema colocado (JONES, 1963).

E, por fim, na etapa *avaliação*, as soluções são testadas através de mecanismos que simulem as fases posteriores à finalização do projeto. Ou seja, como as alternativas de projeto se comportam ao serem submetidas a uma simulação onde são construídas e posteriormente utilizadas pelos usuários. Em seu trabalho, Jones sugere determinadas atividades para realizar estas verificações, como elaborar um pequeno modelo, seja feito ou não por computador, para simular o edifício. Também propõe prever possíveis situações em que o edifício irá enfrentar depois de pronto para estudar as relações entre estas futuras atividades desempenhadas no edifício. Sugere também desenvolver, em uma pequena escala, as condições de execução do edifício para que compreenda possíveis dificuldades e assim realizar ajustes antes que se inicie a sua construção em escala real. Atualmente, esta postura de estudar o comportamento do projeto como se já estivesse finalizado e em funcionamento já é frequentemente realizada,

principalmente com a ajuda dos recursos tecnológicos como programas de computador, que permitem simular o comportamento do projeto nos mais variados assuntos de projeto. No entanto, é preciso lembrar que o trabalho de Jones foi feito na década de 1960, período em que os computadores começavam a fazer parte do contexto projetivo, mas como auxiliares de desenho - como ferramentas de representação geométrica e topológica (CELANI et al, 2007).

Jones foi um dos primeiros estudiosos a propor uma sistematização das etapas da atividade projetiva – análise, síntese e avaliação. Momentos estes do trabalho de projeto que já eram possíveis de serem identificados nos quatro métodos de se projetar apresentados por Geoffrey Broadbent. Mesmo seguindo procedimentos particularmente diferentes uns dos outros, em cada metodologia – pragmática, icônica, analógica e canônica – identificam-se fases de naturezas diferentes de trabalho. Ao estudar e aprofundar este conhecimento de quais são e como acontecem estas etapas de projeto, Jones realizou uma importante contribuição para o estudo, pois com uma compreensão mais clara sobre como agem os mecanismos operacionais de cada momento entende-se melhor as possibilidades de resultados - ocorre um maior alinhamento entre as condicionantes do problema e possibilidades de resultado.

Assim, por consequência, o estudo e entendimento da exploração da materialidade ficam mais claros já que sua investigação acontece em cada uma das fases de projeto – compreendê-las, pois, torna-se parte da própria compreensão de como os materiais são investigados nos projetos.

Por outro lado, Jones aprofundou o estudo sobre as fases de projeto voltadas para um tipo de metodologia projetual – *o projeto sistemático*. Dessa condição partem os estudos das fases de projeto, mas torna-se também necessário obter esclarecimentos destes momentos sob uma ótica mais ampla como a que Bryan Lawson realizou em seus estudos de projeto.

3.3. As etapas de projeto.

Bryan Lawson (1997) em um de seus trabalhos: *“How Designers Think: the design process demystified”*, faz um estudo sobre as etapas do processo de projeto, quais são e como se apresentam. O projeto arquitetônico é um conjunto de ações compostas por definição de problemas e escolhas de soluções. De maneira geral, pode-se dizer que ele se organiza em três fases: *análise, síntese e avaliação* (LAWSON, 1997). A figura 16 mostra uma representação gráfica do processo de projeto conforme propõe Lawson.

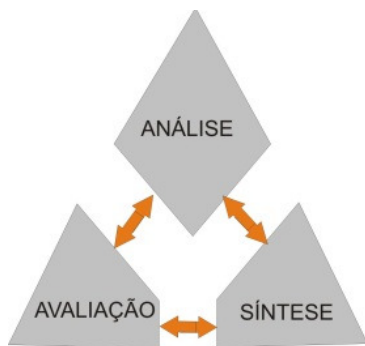


Figura 16 : Representação Gráfica do processo de projeto proposto por Bryan Lawson, LAWSON,1997.

Segundo Lawson (1997), existem muitas formas de processo de projeto que abrangem dos campos mais sistemáticos aos sistemas mais subjetivos. Além das diversas metodologias, como as apresentadas por Broadbent, a área de atuação do projetista é demasiadamente ampla, envolvendo, desde um pequeno espaço para um indivíduo a toda a complexidade de um planejamento urbano. Nesse sentido, o projetista tem em suas mãos uma grande responsabilidade, pois pode causar tanto prejuízos quanto prover grandes melhorias nas vidas das pessoas (LAWSON, 1997).

Devido à abrangência de sua atuação, a instrução para a formação deste profissional torna-se complexa, pois envolve muitas áreas que estão em constante transformação, sejam nas

metodologias de projeto, técnicas construtivas, materiais, questões ambientais, sejam nos modos de vida da sociedade, valores estéticos, prioridades, entre outros.

O processo de projeto pode ser colocado como uma sequência de etapas progressivas para solução de determinados problemas. De maneira geral podemos classificar as seguintes etapas:

- Assimilação: onde ocorre a reunião e organização das informações específicas e gerais acerca do problema;
- Estudo geral: investigação da natureza do problema e de suas possíveis soluções;
- Desenvolvimento: escolha refinada em algumas poucas soluções;
- Comunicação onde é transmitido um pequeno conjunto de soluções para os clientes (LAWSON, 1997).

Esta sequência muitas vezes não segue uma ordem porque é comum haver retornos e cruzamentos entre as etapas. Da mesma maneira, muitas vezes ocorrem perdas de informações relevantes durante este processo o que demonstra problemas na transmissão e compreensão das questões colocadas (LAWSON, 1997). A figura 17, feita a partir do esquema de Bryan Lawson sobre o processo de projeto como plano de trabalho, de acordo com Architectural Practice And Management Handbook – Royal Institute of British Architects- RIBA, no Reino Unido, exemplifica este procedimento. Há de se considerar também que dentro de cada fase há várias subatividades que a integram.

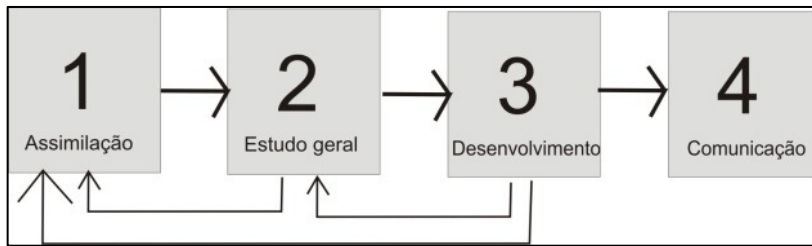


Figura 17 : Figura representando esquema feito por Bryan Lawson demonstrando o plano de trabalho do processo de projeto de RIBA, Reino Unido, LAWSON, 1997.

Considerando o processo de projeto como uma sequência de três fases: *a análise, a síntese e avaliação* e que englobam o esquema colocado anteriormente, percebe-se que uma das partes mais críticas deste processo está na coleta de informações, realizada na fase de análise. São durante esta etapa que serão formadas as bases de todo o trabalho para a elaboração de uma solução projetual (LAWSON, 1997). Por isso, é comum o retorno a esta etapa, quando identificada a necessidade de se colher mais informações sobre o problema.

Mesmo com uma delimitação e o cumprimento de todas as etapas do processo de projeto é difícil ter garantias de que não haja perdas de informações ao longo do caminho, bem como sejam necessárias revisões, retornos, tanto quanto devido às informações relacionadas às condicionantes quanto às ligadas às soluções de projeto. A importância dada ao levantamento de informações e representações dos materiais de construção é colocada também pelo pesquisador Michael Brawne (2003), em seu livro *“Architectural Thought: The design Process and Expectant Eye”*. O autor expõe a importância da seleção dos materiais no desenvolvimento do projeto, principalmente quando há uma influência destes na organização espacial e na aparência.

As decisões feitas quanto aos materiais são transmitidas da mesma forma que outras informações do projeto, através do desenho e de memoriais. São representações padronizadas juntamente com anotações e especificações para precisar que escolhas foram feitas quanto aos materiais. As figuras 18 e 19 mostram um exemplo desta condição. Na figura 18 é um desenho de detalhamento de uma parte do projeto do Getty Center, Los Angeles, EUA, feito por Richard Meier & Partner (BRAWNE, 2003). As especificações de quais materiais foram escolhidas e o

modo particular em que foram aplicados faz parte do projeto, tão importante para sua identidade quanto sua espacialidade, sua forma. O resultado do edifício depende destas escolhas para ajudar a completar a transmissão das ideias do arquiteto no projeto. Provavelmente, se não fosse dado este cuidado ao detalhar a escolha, o local e a forma de aplicação de cada material, ou mesmo, se fossem outros materiais, com outras abordagens o resultado, seria completamente outro. A figura 19 é uma das vistas do edifício mostrando a composição do espaço através de suas formas, luz e materiais.

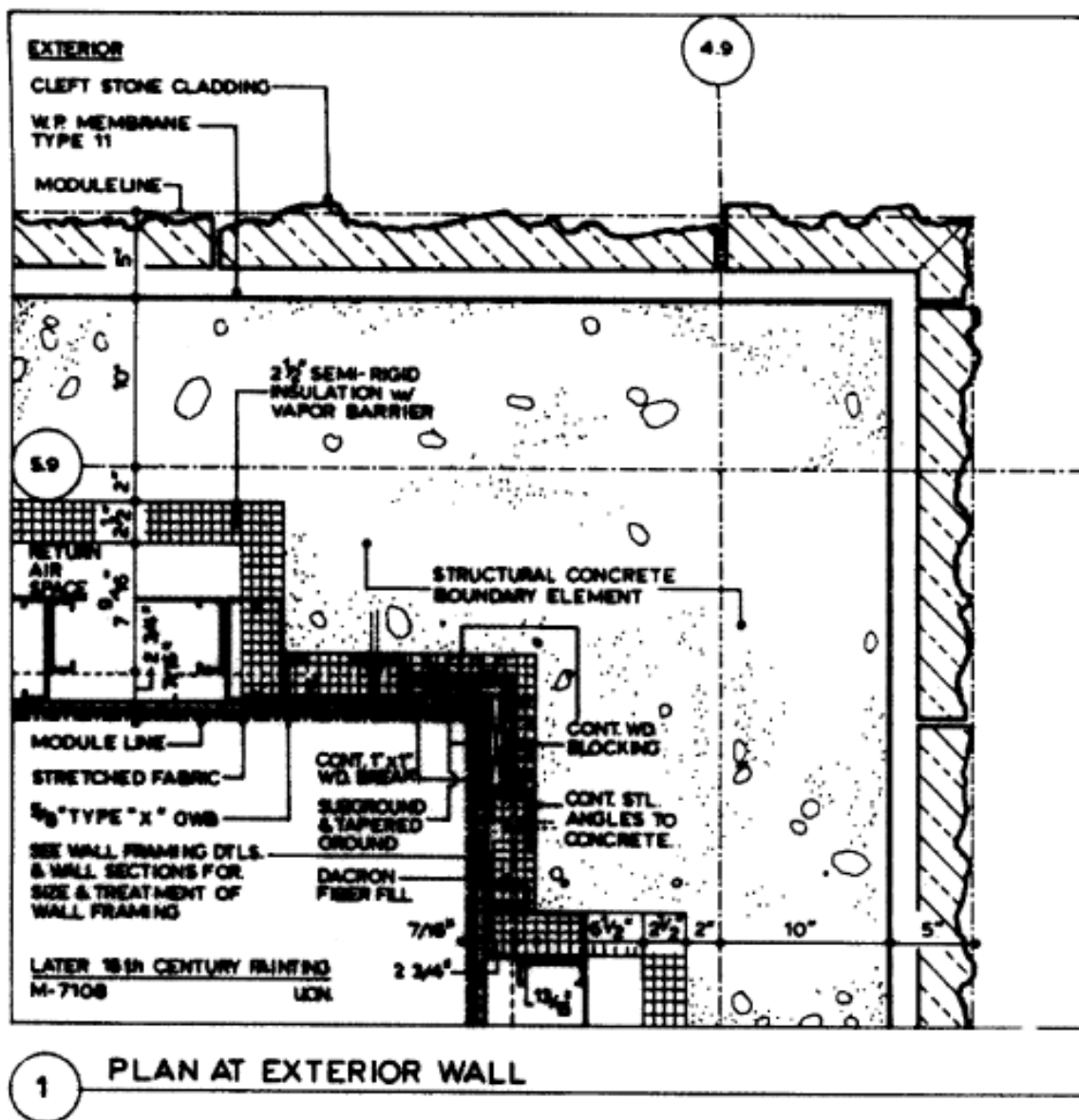


Figura 18: Desenho mostrando parte de um detalhamento de um projeto de Richard Meier & Partners, fonte: BRAWNE, 2003.



Figura 19: imagem de uma das vistas do Getty Center, Richard Meier & Partners, fonte: <http://www.archdaily.com/103964/ad-classics-getty-center-richard-meier-partners-architects/>, acesso: 24/06/2012.

Com estas imagens é possível compreender como se torna significativo o papel das informações que o projetista coloca em seus trabalhos. E estas informações estão reunidas de forma não verbal, mas em gravuras, imagens, desenhos. Nelas também estão as informações sobre a materialidade do projeto, resultado de estudos e investigações.

O processo de projeto é realizado a partir do desenho. Este é uma importante ferramenta, pois é com ele que se discute a concepção e a proposição de soluções. Sendo assim, é também

no desenho que devem estar todas as informações e condicionantes do projeto. Há de se considerar também que existem determinadas convenções no desenho de projeto: as linhas, por exemplo, possuem um significado quanto a sua correspondente representação como paredes, cortes, elevações. Porém, não há uma convenção semelhante para significar de que materiais são compostos os diversos elementos do projeto, durante o processo (BRAWNE, 2003).

Desenhos feitos em grandes escalas podem comportar a representação de materiais em seus detalhes, mas, geralmente, se mostram apenas nos documentos finais do projeto. Por outro lado, durante as fases iniciais do projeto não ocorre esta preocupação. Existe, pois, uma correspondência visual entre o desenho e o edifício, enquanto a forma se desenvolve, mas o mesmo não acontece com os materiais.

Para o autor, o raciocínio arquitetônico é um processo não verbal, fato este significamente relevante se considerarmos que em nosso cotidiano, a maioria dos pensamentos são verbais. O arquiteto trabalha com o raciocínio visual e este modo de operação é consideravelmente importante na fase de concepção do projeto. A proposta de seu livro é analisar o processo de projeto a partir do olhar do arquiteto enquanto realiza seu trabalho, seja analisando referências visuais, seja explorando soluções e a forma como se dão suas impressões a partir de outra importante ferramenta para o arquiteto além da visão - o desenho. Assim, realiza uma série de explorações sobre a importância do pensamento visual e do desenho no raciocínio de projeto.

Segundo Brawne, o nosso olhar está sempre trabalhando enquanto desenhamos, seja a mão livre ou no computador, e o produto destes desenhos também influencia nosso olhar. Para o autor a arquitetura não é uma simples reunião e justaposição de materiais resultando em edifícios, mas sim a manipulação de materiais baseado na condução de ideias, que sofrem mudanças ao longo da história. As ideias e sua seleção desempenham um papel crucial na criação da arquitetura (BRAWNE, 2003). Como parte do pensamento visual do trabalho projetivo, Brawne destaca também as influências visuais que os arquitetos carregam e que levam para seus problemas de projeto, assim como tais referências influenciam na maneira como vemos o problema e, portanto, como iremos solucioná-lo:

“Edifícios em nossas imediações ou aqueles vistos durante a viagem, juntamente com ilustrações e imagens de computador, são armazenados em nossa memória visual e surgem quando é relevante, como parte do nosso pensamento não verbal durante a fase de tentativas de soluções da sequência de projeto. Nossa memória também faz parte dessa consciência que influencia a nossa primeira seleção inicial do problema; impomos um problema em nós mesmos, por exemplo, porque a expressão visual atual parece insatisfatória mas algo visto em outros lugares ou em livros parece mais adequado, mais aceitável, afetando tanto o reconhecimento do problema como a tentativa de solução. A memória desempenha um papel enorme e vital em todo o pensamento visual (BRAWNE, 2003).”

Michael Brawne coloca, pois, a forte interação entre o desenvolvimento de ideias e sua relação com os desenhos na atividade projetual.

Assim, partindo de um entendimento inicial das possibilidades metodológicas de se conduzir um projeto, apresentadas por Broadbent, compreende-se que as condicionantes e possibilidades relacionadas serão tratadas conforme o método adotado podendo, cada um, levar a um caminho. E, este caminho é feito de momentos específicos onde atividades de naturezas diferentes tratam das informações de projetos em um processo sequencial – as etapas de projeto. Jones e Lawson são referências importantes no estudo e compreensão destas etapas promovendo um aprofundamento destes momentos que caracterizam cada metodologia de projeto, apresentando o que acontece em cada fase e quais os riscos ao ocorrer perdas de informações durante o processo, por exemplo.

Aprofunda-se então, sobre a natureza e as atividades de cada etapa e percebe-se que todo o procedimento decorre de um trabalho que é, essencialmente, visual, como Brawne expõe em seu livro. Desta afirmação partem uma série de reflexões e posturas frente à dinâmica projetual, consideradas à luz do trabalho visual, desde a compreensão do problema ao desenvolvimento de soluções. Além de uma progressão gradual do entendimento da atividade projetiva verifica-se a confirmação não só da existência, mas do poder dos materiais na determinação de possibilidades na resolução do problema – de como a manipulação dos

materiais está condicionada conforme se encaixe dentro das quatro metodologias de Broadbent e que, em todas estas quatro possibilidades há uma sequencia de atividades e são nelas que ocorre o desenvolvimento da materialidade. Porém, há mais do que isso. Em meio a estas etapas existem características peculiares e que influenciam de modo considerável as engrenagens do projeto.

Rowe realizou um estudo sobre estas questões que envolvem a atividade projetiva. Em seu livro *Design Thinking*, desenvolve um trabalho sobre os procedimentos mais gerais adotados durante o processo de projeto. A partir da investigação de três estudos de caso, que abraçam três situações distintas de problemas de projeto. Com a análise do conjunto, Rowe aprofunda os mecanismos que estão relacionados à atividade projetual.

Segundo o autor, em cada exercício de projeto estudado parece ter uma orientação particular, um princípio de organização domina o projeto e submete o projetista a trabalhar dentre as possibilidades oferecidas por esta ordem.

Rowe coloca também que, às vezes, essas características parecem ter muito a ver com a maneira em que o projetista representa o problema na mão. Isto está relacionado, por exemplo, quando os problemas não estão bem definidos, informações importantes podem passar despercebidas, como já colocado anteriormente através do estudo de Bryan Lawson sobre o momento de coleta de informações como uma das fases mais importantes da atividade projetual.

Então, *“para remediar esta situação, projetistas invariavelmente parecem retornar para um ponto anterior, voltam uma etapa.”* Entretanto, em problemas que estão claramente definidos, mais procedimentos diretos foram tomados, como a exploração de variações de princípios organizacionais que foram testados sistematicamente seguidos por uma avaliação do seu desempenho (ROWE, 1995).

“Quando as dificuldades foram encontradas, projetistas recorreram a várias formas de reconsideração, embora eles raramente tentem quebrar as condições em mãos em seus componentes básicos” (ROWE, 1995, p. 36)

Assim, o autor, ao observar estes fenômenos, apresentou uma importante colocação sobre as características da atividade projetiva:

- O primeiro ponto levantado é de que existe uma *“influência dominante que é exercida pelas ideias iniciais de projeto”* durante a resolução de problemas;
- A segunda característica é que *“os projetistas inevitavelmente trazem certos princípios organizacionais a um problema no início. Mesmo quando problemas severos são encontrados, um considerável esforço é feito para fazer o trabalho da ideia inicial, ao invés de recuar e adotar um novo ponto de partida.”*.

Com estas observações, Rowe aprofunda ainda mais os mecanismos pelos quais a atividade projetiva se manifesta. Além das condições existentes nas etapas de projeto, que, por sua vez, acabam se desenvolvendo conforme o método adotado, há uma influência da postura do projetista frente à manipulação das informações e das ações no projeto. Por mais que se busque uma estratégia projetual imparcial, procurando identificar todos os dados relevantes ao projeto e o mais amplo conjunto de soluções, como propõe Jones no *Projeto Sistemático*, a marca autoral está sempre presente no raciocínio, por mais que este seja conduzido por uma lógica mais sistemática.

Esta marca, segundo Rowe, se manifesta pela maneira como uma ideia inicial e um princípio organizador parecem servir de base para o processo de projeto, independente da metodologia adotada e de possíveis dificuldades e até incompatibilidades entre a situação de projeto e estas posturas previamente adotadas. Nestes casos, chega-se a fazer reconsiderações, mas não se abdicam das estratégias particulares de raciocínio adotadas.

Concluindo, ao analisar as metodologias de projeto colocadas por, Geoffrey Broadbent, Bryan Lawson, John Christopher Jones, Michael Brawne e Peter G. Rowe, percebe-se que existe

uma sistemática onde o projetista construirá a solução, combinando o método com as condicionantes colocadas. E neste sentido, em cada processo, há uma forma de tratamento e de uso das técnicas construtivas e materiais de construção que estão associadas à metodologia empregada e ao problema em questão. No projeto sistemático de Jones, as informações quanto aos materiais são tratadas de forma objetiva e sem o condicionamento de soluções pré-definidas, pois os requisitos de projeto são apresentados sob a ótica de especificações de desempenho. Ao estabelecer os requisitos necessários para os materiais de construção de um determinado projeto, estes são colocados a partir da delimitação de limites em termos de características dos materiais como força, resistência, isolamento, entre outros.

Diferentemente da proposta de Jones, o projeto *pragmático*, colocado por Broadbent, propõe através de tentativa e erro e empregar o uso dos recursos disponíveis, para solucionar um dado problema. Já no projeto *canônico* o material será escolhido como aquele que melhor responde ao referencial de medidas e proporções adotadas, pois é a partir dele que todo o projeto será equacionado, conjugando problemas e propondo soluções.

A forma como o material é escolhido, abordado e trabalhado está intimamente relacionado à forma metodológica empregada, pois será a partir dela que todas as informações de projeto serão conduzidas e exploradas através de desenhos.

Os estudos sobre o processo de projeto apresentadas pelos cinco autores têm em comum a relação direta do processo com o uso dos materiais de construção. Todos os métodos de projeto se desenvolvem utilizando uma abordagem sobre o problema colocado e sobre os materiais e técnicas construtivas, encaradas como parte do processo de projeto, assim como condicionantes do projeto, limitações orçamentárias, legislativas, exigências que o projeto precisa cumprir, dentre outras.

Os estudos feitos sobre as fases que constituem a atividade projetiva, sobre os métodos que podem ser adotados e sobre a influência de ideias e princípios estruturadores que os arquitetos trazem para seus problemas de projeto contribuíram para o entendimento mais aprofundado da dinâmica projetual. Este conhecimento torna-se significativo já que as

investigações dos materiais acontecem dentro dos conceitos estudados. No entanto, esta relação entre processo de projeto e explorações da materialidade foi abordada em termos mais abrangentes.

Para compreender melhor esta forte relação entre a exploração da materialidade e o processo de projeto torna-se importante discutir como as várias partes que compõem a atividade projetiva se desenvolvem e interagem, bem como são influenciadas pela materialidade.

4. Processo de projeto e a exploração dos materiais de construção ao longo da história.

Como já citado anteriormente, o objetivo desta pesquisa é compreender como acontece a exploração da materialidade no processo de projeto. Apesar da apreensão e manipulação dos materiais terem uma consequência direta no produto final do projeto construído, pouco ainda se sabe sobre sua dinâmica na atividade projetiva. Para aumentar o entendimento desta importante questão é preciso investigar alguns temas que possuem relevância na atividade projetual como o estudo de alguns momentos da história da arquitetura sob a ótica da influência dos materiais. Há também de se considerar e estudar como a metodologia de projeto, adotada pelos arquitetos, influenciam na exploração dos materiais no processo. Da mesma forma, como as novas informações e ferramentas de auxílio ao projeto e tecnologias construtivas e digitais reconfiguram a maneira e as possibilidades de estudo e aplicação dos materiais no processo. E, por fim, quais são as implicações e significados dos materiais nos projetos, seus significados poéticos, religiosos, efeitos e composições com a luz, texturas, suas mudanças de opções e aplicações de acordo com os padrões estéticos de cada época. Enfim, há todo um universo por trás da maneira como os materiais se apresentam no projeto e o entendimento do funcionamento desse universo irá ampliar uma área do estudo da atividade projetiva, tanto para os pesquisadores e educadores, quanto para os projetistas e, então para todo o espaço construído.

4.1. As inovações dos materiais e técnicas construtivas.

A arquitetura é um trabalho que usa o pensamento e o vocabulário visual, não verbal, de imagens e desenhos e que explora e estuda o espaço tridimensional. O espaço é pensado para, além de cumprir necessidades técnicas e funcionais, provocar sensações que, por sua vez, são percebidas por intermédio dos sentidos como a visão e o tato. Como coloca Brawne:

“Qualquer discussão de materiais deve reconhecer os atributos poéticos de muitos materiais de construção e sua forte associação com o ofício de fazer, tanto com a mão quanto com a máquina”. Arquitetos não somente exercem seu ofício no lugar da construção, mas também encontram o prazer em escolher materiais, onde é uma evidência de competências de artesão. Supõe-se que este prazer será sentido e apreciado por outros ao longo da existência. A maioria deste prazer é visual, tátil ocasionalmente...

...A discussão deve também reconhecer a absoluta necessidade de materiais. Sem eles não podemos alcançar o que Jean Nouvel chamou em seu discurso de aceitação para a Medalha Royal Gold de Architectura do Instituto Real de Arquitetura em Junho de 2001, "o milagre do resultado..."

...Seria enganoso afirmar que o arranjo de materiais dentro de um edifício é exclusivamente devido ao pensamento não verbal. Pelo contrário, é importante reconhecer que o arranjo que, gravado em desenhos de construção, ocupa uma considerável proporção do total do pensamento arquitectónico dedicado a um projeto.” (BRAWNE, 2003).

Assim é possível compreender a importância da exploração da materialidade na atividade projetiva, mas pouca atenção é dada a essa questão, considerando o seu poder de influencia e o peso, dentre o conjunto de fatores que envolvem o processo de projeto.

Segundo o autor, se passarmos a compreender a arquitetura como uma atividade que é decorrência da manipulação do espaço e de materiais, baseado no desenvolvimento de ideias, o próprio entendimento da explicação das atividades de projeto se reconfigura, pois a relevância

dos materiais na sua compreensão altera e afeta o próprio projeto. Cria-se uma nova situação na prática arquitetônica, bem como no ensino de arquitetura (BRAWNE, 2003).

Ao entender a importância da materialidade, não só o ensino e a prática arquitetônica se modificam, mas a própria história da arquitetura, considerada também como parte da história de um povo - seus costumes, anseios, necessidades, avanços e padrões de estilos - passa a ser compreendida sob uma nova ótica: os movimentos arquitetônicos só puderam ser possíveis em decorrência do processo de projeto que é feito com o estudo dos materiais, como coloca Jean Nouvel - o que tornou possível “o milagre do resultado”.

No período antigo, entre os séculos IV ao século I A.C, as edificações eram feitas por construtores responsáveis por todos os assuntos relacionados à construção, desde sua concepção, treinamento de mão de obra, orçamentos, escolha e deslocamento de matéria prima, à elaboração e execução de seu projeto. Os conhecimentos acerca dos materiais e a forma de empregá-los eram baseados em geometria, informações empíricas, observações quanto ao desempenho dos materiais e aprimorados com o aumento de sua experiência (ADDIS, 2009).

Neste momento da história, os procedimentos de projeto eram resultados de informações acumuladas sobre as construções através de estudos e experiências. Não havia os conhecimentos quanto aos métodos de cálculos científicos em situações específicas, como ao carregamento, deflexão e esforços estruturais que os engenheiros realizam atualmente. As respostas em termos científicos e matemáticos quanto a essas questões começaram a ser respondidas em 1639, no trabalho “*Discursos Sobre as Duas Novas Ciências*”, feito por Galileu. Mas existia a preocupação e o estudo empírico quanto às cargas e aos esforços estruturais sofridos por cada componente construtivo e sua respectiva relação com as dimensões (ADDIS, 2009).

Os elementos construtivos eram elaborados considerando os principais esforços que agiam sobre eles de acordo com a função estrutural que desempenhavam. Porém, em sua concepção, também havia outras preocupações como a aparência, as propriedades dos materiais nele empregados, os métodos construtivos empregados nas diversas partes da edificação, dentre

outros (ADDIS, 2009). Nesse período, portanto, os materiais eram abordados nos estudos de projeto desde o início, na atividade projetiva, o estudo do problema a ser resolvido e a exploração da materialidade caminhavam juntos.

Os procedimentos de projeto utilizavam a geometria também para descrever conhecimentos práticos: a distância que uma determinada viga podia vencer o maior tamanho de um componente possível de ser erguido, a partir de diferentes meios, etc (ADDIS, 2009).

Por meio de um raciocínio baseado na lógica, os filósofos gregos estabeleceram o modo como a civilização ocidental contemporânea vê o mundo. Esses pesquisadores faziam estudos sobre tudo e buscavam organizar suas ideias através de estruturas, estabelecimento de padrões, relações e hierarquias. Deixaram abordagens metódicas em todas as áreas: na música, na astronomia, na botânica, a zoologia, etc. O procedimento metodológico da sua pesquisa, além da definição de conceitos, até hoje é empregado em diversas áreas. Por exemplo, os conceitos de razões e proporções utilizados nos projetos onde o processo construtivo se baseia nos elementos pré-moldados (ADDIS, 2009).

Para se projetar e construir desde casas a produtos voltados para a guerra era necessário um conjunto de habilidades e conhecimentos complexos. Além de noções técnicas de mecânica e geometria, para construir estruturas feitas com grandes blocos de pedra, era preciso também conhecimentos profundos de medição e topografia para produzir pedras em formatos adequados e com orientações corretas em relação ao terreno (ADDIS, 2009).

Os métodos construtivos desenvolvidos e utilizados no período grego e romano praticamente se mantiveram até 2000 anos adiante. O fato de essas técnicas terem sido utilizadas da mesma maneira por tanto tempo não representa nenhuma ausência de avanço, mas sim o reconhecimento importante adquirido por volta de 100 a.C. Muitas outras técnicas, sistemas e componentes construtivos foram desenvolvidos ao longo da história, porém um grande avanço foi dado naquela época no que consiste aos materiais, componentes construtivos e seus sistemas de construção como, por exemplo (ADDIS, 2009):

- A precisão dos métodos de medição e topografia.
- A produção de materiais de construção artificiais (tijolo, concreto e ferro) em grandes quantidades.
- A descoberta do cimento hidráulico.
- O uso do arco e da abóbada de berço.
- O uso de armações estruturais de madeira em pontes e cimbres em arcos, abóbadas e cúpulas.
- O uso de procedimentos de projeto e plantas baixas, elevações e perspectivas - como parte corriqueira do trabalho de um projetista de edificações.
- A capacidade de manuseio de pedras de peso e tamanho gigantesco, bem como de erguê-las a grandes alturas.
- A capacidade de logística necessária para arranjar enormes suprimentos de materiais de construção.
- O treinamento e a organização de grandes números de trabalhadores.

Os construtores romanos criaram estes recursos, em grande parte, devido às construções de estradas e pontes para fins militares e comerciais, estabelecendo condições importantes de infraestrutura para as cidades em crescimento como fortificações e fornecimento de água. Através destas necessidades adquiriram experiência e habilidades que os capacitaram a expandir o desenvolvimento tecnológico (ADDIS, 2009).

As conquistas na construção foram potencializadas, bem como diminuído parte de seus custos, através da exploração de dois avanços tecnológicos: o arco e o uso do concreto. Os romanos não foram os criadores destas técnicas, existentes desde o começo das civilizações, mas

os responsáveis por sua exploração efetiva. A descoberta, pois, de um novo material (o concreto) associado a um processo construtivo, inovou a forma de se projetar e construir. Os arcos de concreto passaram a fazer parte do conjunto do vocabulário arquitetônico da época – a exploração da materialidade permitiu uma inovação projetual. Dentre o grande conjunto arquitetônico deixado pela civilização romana, os aquedutos se destacam pela harmonia entre o processo construtivo, os materiais empregados e o desenho alcançado. A figura 20 mostra a Ponte Du Gard, no sul da França, exemplifica este importante legado deixado pelos romanos no período antigo.



Figura 20: Imagem da Ponte Du Gard, parte de um aqueduto romano composto por arcos, ao sul da França, fonte: <http://giscreatio.blogspot.com/2010/07/arte-em-roma.html>, data: 07/07/2011.

Já em outro período da história, como na renascença, novas condições passam a fazer parte do ambiente construtivo como os desenvolvimentos no campo tecnológico- a engenharia avançara em sua estrutura e forma de atuação. Os ateliês eram fontes de produção e disseminação de habilidades, além do aumento da variedade de materiais de construção e técnicas construtivas. Esses espaços habilitavam profissionais que seguiam as mais diversas áreas: pintura, escultura, música, arquitetura civil, militar, hidráulica, mecânica entre outros. (ADDIS, 2009).

Inovações técnicas, aparentemente simples, como o processo de mecanização através da energia gerada pela água, foram amplamente utilizadas em diversas áreas, como nas construções para transportar materiais e auxiliar na construção em geral. Pode parecer algo simples hoje, mais este recurso possibilitou a viabilização de muitas novas formas construtivas.

Dentre muitas das edificações realizadas neste período, a cúpula da catedral de Santa Maria Del Fiore, em Florença, construída pelo arquiteto Filippo Brunelleschi, se tornou um marco da arquitetura da renascença italiana (ADDIS, 2009). Sua importância, dentre outros fatores, esta em sua grandiosidade - vencia um vão maior do que qualquer outro, desde a construção do Panteão - 42 metros.

Havia uma maquete com o projeto da igreja, inclusive com a cúpula, mostrando que era possível ser construída, mas a grande questão não era se podia ser construída, mas como. Entraria então, uma nova maneira construtiva de aplicar materiais já conhecidos para realizar um desafio arquitetônico. Brunelleschi conseguiu realizar seu projeto audacioso através de uma fina camada sustentada por vigas de alvenaria. Mas, para que esta camada obtivesse estabilidade o arquiteto a elaborou a partir de camadas sobrepostas compostas por “correntes” de pedra, ferro e madeira, suportando, assim, as forças de tração da cúpula (ADDIS, 2009).

Além da cúpula, o trabalho realizado nas fachadas com dois tons de mármore mostra, como resultado, uma composição extremamente detalhista, harmônica e que contribui para enaltecer a cúpula e a obra como um todo. A figura 21 mostra uma vista externa da cúpula. As figuras 22 e 23 mostram desenhos do detalhamento construtivo da cúpula.

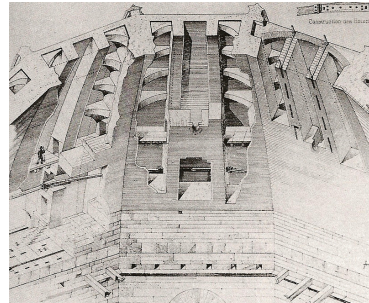
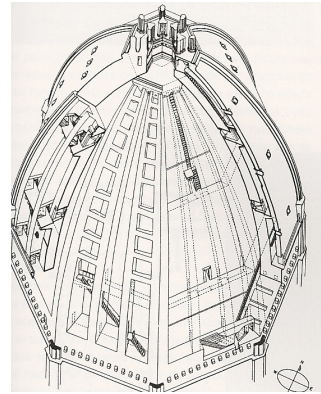


Figura 21 à esquerda: imagem da Cúpula da igreja Santa Maria Del Fiore, fonte: ADDIS, 2009;

Figura 22 à direita acima: corte perspectivado isométrico mostrando as posições das “correntes” de pedra, ferro e madeira que suportam os esforços de tração da cúpula. Fonte: ADDIS, 2009;

Figura 23: Corte perspectivado isométrico mostrando a casca dupla durante a construção da cúpula. Fonte: ADDIS, 2009.

No período do Iluminismo, com o estabelecimento das primeiras escolas de engenharia, os cursos se estruturavam a partir de matérias voltadas para cálculos. E as especificações de projeto eram feitas a partir de desenhos. Essa importante ferramenta de projeto passa, então, a adquirir outras funções, além de seu papel no desenvolvimento da concepção e do estudo de soluções no projeto. Assim, na engenharia, o desenho adquiriu três funções:

1. Auxiliar o engenheiro a pensar tridimensionalmente.
2. Desenvolver suas ideias.
3. Transmitir os resultados do projeto para os responsáveis por executá-los.

Para comunicar corretamente essas informações era necessário um rigor técnico na apresentação da proposta de projeto. O desenho passou a se tornar uma ferramenta importante na formação do engenheiro e, muitos deles, representavam os métodos construtivos através do desenho (ADDIS, 2009).

No século XVIII, com a Revolução Industrial, a grande mudança quanto aos materiais de construção e aos componentes construtivos acontecem na sua fabricação. Com o advento das máquinas no processo de trabalho, toda a produção de bens passa a ser feita de forma mecanizada e em larga escala, incluindo os materiais e os componentes da construção civil. Assim, a escolha e a utilização deles na obra se reconfigura e, aliado às constantes mudanças das propostas arquitetônicas, sociais e econômicas da época, cria uma nova realidade construtiva (ADDIS, 2009).

Os avanços técnicos e econômicos dos países europeus impulsionaram mudanças no panorama das construções da época. Assim como na indústria têxtil, na Inglaterra, que gerou novas fábricas e todo um conjunto de infraestrutura: a expansão da malha ferroviária, o aperfeiçoamento e intensificação do uso de materiais, como o ferro – que passou a ser o principal substituto da madeira nas edificações. Apesar de representar um custo considerável, no início, seu uso se intensificou e o aumento da malha ferroviária permitiu que peças pré-moldadas pudessem ser levadas até os canteiros de obras. As pesquisas e o desenvolvimento tecnológico, motivados pelos fabricantes de ferro, melhoraram a qualidade do material resultando em novos métodos de dar forma, trabalhar e montar peças, além de novos processos que permitiram a manufatura em maior quantidade. O ferro passou a ser utilizado nas edificações por possuir grande resistência mecânica e versatilidade, sendo explorado nas edificações, principalmente em estruturas de telhado. Tal escolha possibilitou a elaboração de edifícios com mais leveza e complexidade arquitetônica. Mais tarde, com o ferro fundido, foi possível produzir a repetição de

componentes em larga escala e construir elementos como pilares e vigas de fácil montagem (ADDIS, 2009).

A arquitetura das edificações começa a explorar novas possibilidades formais proporcionando uma nova apresentação e tendência. Espaços como estações ferroviárias, galpões de exposições e mercados começam a serem projetados com estruturas de ferro. Uma nova tipologia começa a se desenvolver para os mercados a partir do século XIX e essa mudança estava diretamente atrelada aos recursos do ferro (MURILHA e SALGADO, 2011).

A introdução e viabilização de um novo material construtivo permitiram e influenciaram as edificações do período, criando novos arranjos espaciais, novas soluções projetuais, novos padrões de estilos que refletiam o momento vivido pela sociedade da época. O Palácio de Cristal (Figura 24), no Hyde Park em Londres (1850-1851) é um exemplo significativo das novas possibilidades construtivas oferecidas pelo ferro. Como coloca Addis, sua importância não está em uma inovação isolada, mas por reunir em um mesmo edifício, um conjunto de métodos construtivos realizados a partir deste material, como o uso de modulação, de sistemas de pórticos para dar estabilidade entre vigas e colunas, uso dos pórticos em duas direções já que antes eram empregados em apenas uma direção, dentre outras inovações.

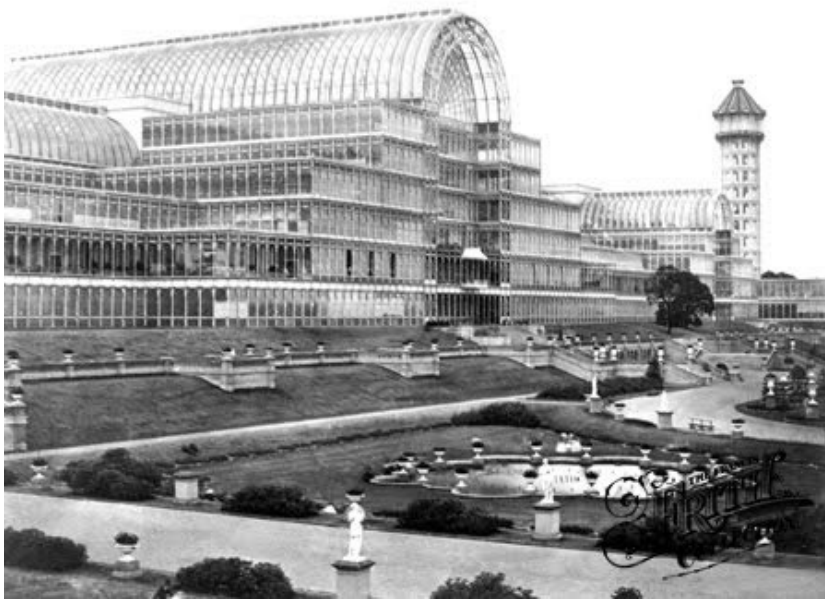


Figura 24: imagem mostrando Palácio de Cristal, Londres (1850-1851), fonte: http://arquitetandonanet.blogspot.com.br/2010_09_01_archive.html, data: 16/05/2012.

Outro momento histórico que evidencia a importância da exploração dos materiais de construção nas obras arquitetônicas compreende o período entre o final do século XIX e início do século XX. Nele começou-se a desenvolver a construção em concreto armado. Seus objetivos iniciais eram dois: permitir fazer construções à prova de fogo e possibilitar uma maneira mais barata para construir do que a cara estrutura de aço. Em um primeiro momento, a utilização do concreto era semelhante à das estruturas de aço. Depois, percebeu-se que era possível explorar formas escultóricas do concreto armado com a utilização de formas. Através da colocação de concreto em uma armadura de aço alcançava-se a resistência necessária para obter resultados plásticos diferentes (ADDIS, 2009).

Com isso o concreto armado permitiu criar possibilidades construtivas novas que não eram possíveis com a estrutura de aço como:

- Gerar formas sólidas tridimensionais.
- Criar linhas e superfícies curvas.
- Lâminas de estruturas capazes de transferir cargas.

Juntas, essas três possibilidades criaram a base para uma nova arquitetura, não mais limitada a elementos unidimensionais, como pilares ou vigas de aço, mas capaz de trabalhar em duas dimensões (uma laje), ou em três dimensões (uma forma escultórica maciça, ou uma casca curva, como uma abóbada, cúpula), etc. Mais uma vez, a introdução de um novo material construtivo altera o até então panorama construtivo da época – novas possibilidades de projeto surgem – configurações de espaço, plasticidade, mais ousadia e riqueza entre a combinação de terreno e espaço construído. As novas possibilidades arquitetônicas só foram possíveis, então, com um novo material que se apresentava.

Um exemplo bastante expressivo das novas possibilidades construtivas a partir de um novo material está representada pela edificação da Estação Ferroviária em Leipzig, Alemanha (1907-1915) projetada pelo engenheiro estrutural Louis Eilers, empreiteiros de concreto Dyckerhoff e Widmann e os arquitetos William Lossow e Max Hans Kuhne. O grande saguão localizado na entrada da estação é formado por seis arcos de concreto armado, vencendo 45 metros. Este edifício fora uma das primeiras explorações do uso do concreto armado em forma de cobertura nervurada. O resultado obtido só fora possível porque a firma Dyckerhoff e Widmann começou a fazer estudos de como obter uma armadura de ferro que não sofresse corrosão. Os primeiros estudos produziram estruturas de coberturas nervuradas que possibilitou a construção da Estação de Leipzig (ADDIS, 2009), mostrada na figura 25.

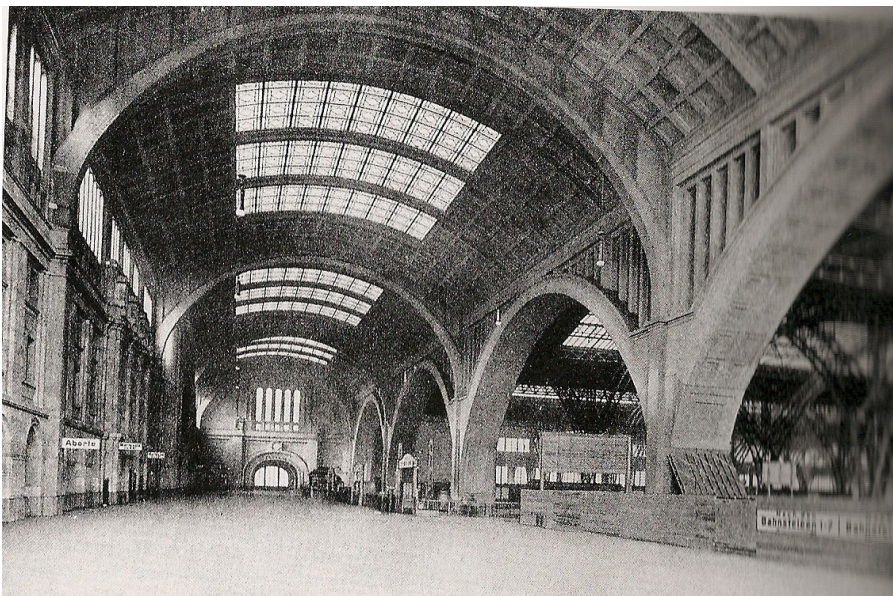


Figura 25: imagem mostrando interior da Estação Ferroviária de Leipzig, Alemanha, 1907-1915. Fonte: ADDIS, 2009, data: 16/05/2012.

Muitos fatores estão relacionados ao processo de projeto e suas correspondentes mudanças, como as necessidades e formas de viver das sociedades, os recursos tecnológicos e o uso e conhecimento dos materiais e técnicas construtivas. (O aumento do conhecimento e da facilidade de obtenção do ferro e, posteriormente, do concreto armado, no período mencionado, mostram um exemplo da influência dos materiais - descoberta e conhecimento de suas propriedades) na configuração do processo de projeto e construção das edificações.

Do período da metade do século XX para os dias de hoje ocorreram diversas inovações tecnológicas, mudanças na forma de habitar, conviver, trabalhar e novos recursos construtivos. Todavia, as edificações, em grande parte, funcionam da mesma maneira, desde a metade do século XX e, em sua maioria, com os mesmos materiais. Em parte, porque o emprego do material é o mesmo, mas a forma de utilizá-lo tornou-se mais racional e aprimorada. A utilização de recursos é mais eficiente e econômica, como o uso de energia para calefação e refrigeração. Grande parte desse progresso pode ser atribuído a dois fatores: a integração das maquetes em escala no processo de projeto e o desenvolvimento de computadores. Juntos, foi possível

aprimorar os modelos dos edifícios e estudar o desempenho dos mesmos em diversos focos: estrutural, térmico, lumínico, qualidade do ar, acústico, entre outros (ADDIS, 2009).

Os desenvolvimentos tecnológicos como softwares de engenharia auxiliaram no estudo de desempenho e comportamento de diferentes aspectos das edificações. As figuras produzidas pelos computadores deixam de ser apenas uma imagem e passam a simular propriedades físicas similares à realidade proposta, passam a conformar como um modelo extremamente fiel à futura edificação (ADDIS, 2009)

Alguns importantes períodos históricos citados acima puderam ajudar a compreender como a exploração dos materiais de construção foi decisiva para o surgimento de novas possibilidades arquitetônicas, a inovação das soluções, sejam elas detalhes ou a sua apresentação como um todo, ganharam um novo contexto, fértil em oportunidades funcionais, técnicas e plásticas.

No entanto, é importante considerar outras percepções sobre a relação da exploração da materialidade com a forma de se projetar. Como coloca Broadbent (1982) um dos quatro modos de projetar é o *canônico*. Esse modo consiste em basear todo o processo de projeto a partir da eleição de um cânone que se tornará o principal responsável por elaborar a solução projetual desde as disposições e inter-relações espaciais às soluções construtivas. Sendo assim, a exploração da materialidade neste modo de projetar esta necessariamente atrelada a determinado cânone utilizado em cada projeto. O projeto canônico, pois, estabelece uma forte e peculiar relação com a exploração dos materiais e, portanto, torna-se importante estudar alguns exemplos de movimentos arquitetônicos que apresentaram esta relação para melhor compreensão do estudo entre a exploração da materialidade e o processo de projeto.

4.2. Metodologias projetuais e a exploração da materialidade.

O conhecimento a respeito dos materiais de construção está fortemente relacionado à forma como são apresentados, suas características principais de desempenho e potencialidades. Nesse sentido, o recurso metodológico de se projetar, a partir da modulação, condiciona tanto a estruturação do processo de projeto como a conformação e utilização dos materiais de construção - a partir da eleição de determinado cânone.

4.2.1. Projeto Modular - relações com os materiais.

O uso do módulo é conhecido desde as civilizações antigas. Uma das primeiras referências de sua utilização remete à sua aplicação militar pelos gregos antigos. Esses povos projetavam balistas para arremesso de pedras e catapultas para lançar flechas utilizando fórmulas que faziam a relação com cada uma das dimensões da máquina com uma unidade básica: o módulo. Nesse caso, o módulo representava o diâmetro da pedra que seria lançada. Com essa medida, a fórmula relacionava o diâmetro das cordas torcidas com a massa do projétil para alcançar a distância desejada (ADDIS, 2009).

O módulo é uma unidade de medida que serve como referência para elaboração de um projeto e de sua correspondente execução (ADDIS, 2009). No *Tratado de Arquitetura*, escrito por Vitruvius, os projetos dóricos eram concebidos a partir da seleção de um único módulo que correspondia à metade do diâmetro de uma coluna, “e, uma vez estabelecido esse módulo, todas as partes da obra eram ajustadas a partir de cálculos baseados nele” (ADDIS, 2009). Através do trabalho com relações de proporções encontrava-se certa flexibilidade sem perder a referência e a adequação a cada projeto (ADDIS, 2009). Podemos colocar, pois, que este modo de projetar era considerado *canônico*. A figura 26 é imagem retirada do livro de ADDIS, mostrando as ordens dórica e jônica e fluxograma indicando os procedimentos para o projeto de um templo no estilo dórico, a partir de uma descrição dada por Vitruvius.

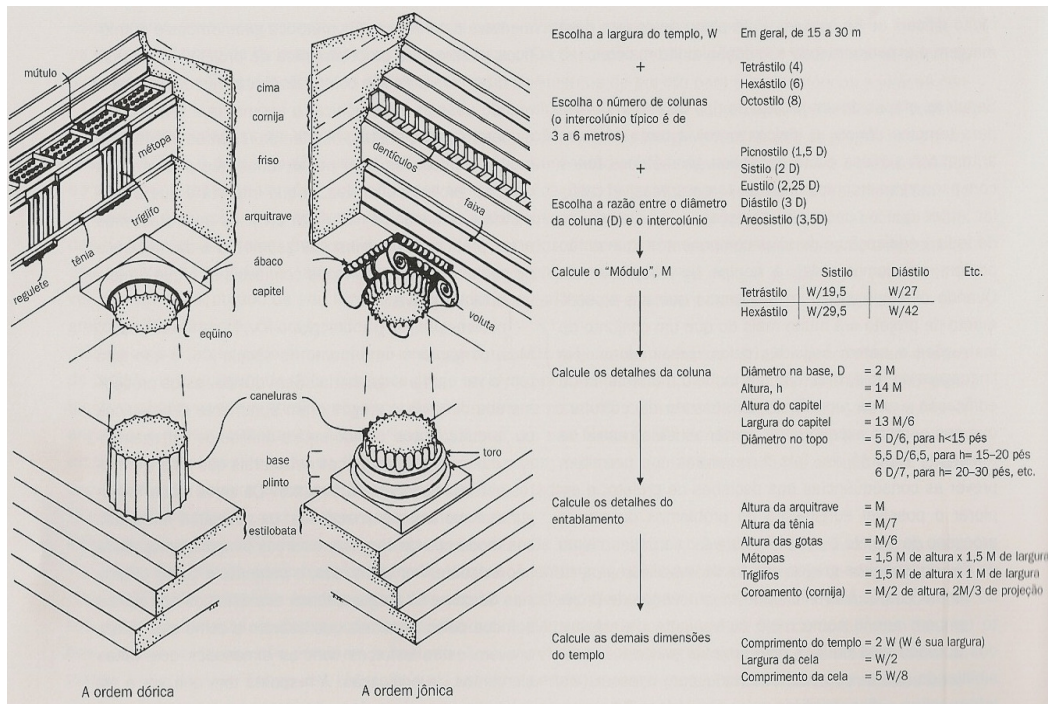


Figura 26: imagem mostrando as ordens dórica e jônica e fluxograma indicando os procedimentos para o projeto de um templo no estilo dórico, 600-400 a.C, a partir de uma descrição dada por Vitruvius, c. 25 a.C, fonte: ADDIS, 2009.

Assim, o sistema modular é baseado na definição de uma unidade de referência (módulo) que será a base de todo o processo de trabalho da edificação: do projeto à sua construção (PENTEADO, 1980, p.14 apud CARVALHO e TAVARES, 2011,).

O sistema modular em projeto coordena todas as dimensões de uma edificação reunindo:

- Flexibilidade de combinações de medidas.
- Facilidade de produção (PENTEADO, 1980, p.14 apud CARVALHO e TAVARES, 2011)

A definição do módulo implica que grande parte dos componentes da obra, tenham suas dimensões estabelecidas, ou pela multiplicação, ou fração da unidade de referência adotada. Isso permite que se obtenha, com mais facilidade, uma mesma medida ao combinar diferentes

elementos, aumentando possibilidades de uma relação mais harmônica entre eles, e em relação ao edifício como um todo (ARGENTINA, 1977apud CARVALHO e TAVARES, 2011).

Essa característica é muito importante porque o desenvolvimento do projeto está intimamente ligado não só ao cânone adotado, mas também, e, tão importante quanto, aos materiais que serão utilizados na construção da edificação, no desenvolvimento da sua materialidade. Esse modo de trabalho implica que a solução de cada etapa do problema é feita em conjunto com a exploração da materialidade, pois é preciso analisar opções, estudar adequações, analisar implicações das mais variadas ordens, como com que ferramentas projetuais serão responsáveis por atender aos requisitos do problema, como atender requisitos para garantir a qualidade de conforto espacial, térmico, acústico, luminoso, custos com manutenção, custo de execução, viabilização de execução técnica, dentre outros.

Com a utilização dessa metodologia de projeto, permite-se adotar elementos construtivos com pouca ou nenhuma adaptação para a construção, bem como não há necessidade de fazer modificações do projeto para a obra. Na concepção do projeto os materiais – que são utilizados na obra - já estão sendo considerados ao serem definidos no desenho, a partir do referencial adotado. Tal perfil diminui gastos e atrasos (NAÇÕES UNIDAS, 1966 apud CARVALHO e TAVARES, 2011).Assim, o sistema modular pode ser considerado um processo construtivo racionalizado, pois apresenta:

- Flexibilidade entre a combinação dos elementos.
- Maior precisão na definição das medidas dos diversos elementos do projeto.
- Maior repetição entre os componentes levando a uma produção em série - já que as possibilidades de dimensões de um mesmo elemento estão condicionadas a sua relação direta com o referencial de unidade adotado (CARVALHO e TAVARES, 2011).

O projeto canônico, baseado na utilização de um cânone - neste caso – um sistema modular- parece retomar um conceito antigo de coesão, de união entre o projeto e o fazer da edificação, pois no desenvolvimento do projeto já está sendo considerada a sua construtibilidade. O estudo de sua materialidade é pensado já no desenho, não há adequações posteriores. Esse conceito antigo é o sistema modular, já utilizado desde as civilizações antigas, pelos gregos e romanos. Os templos, como mostrados acima, foram construídos a partir de diversas combinações derivadas de um módulo de referência, que orientada a definição de medidas de todos os elementos construtivos e de suas distribuições espaciais. Mas o seu emprego foi mais amplamente utilizado e aprimorado no período da industrialização. Um forte exemplo foi na reconstrução das cidades europeias destruídas pela Primeira Guerra Mundial (IGM) (ARGENTINA, 1977 apud CARVALHO e TAVARES, 2011). Outro se encontra nas propostas da arquitetura moderna na qual grande parte de suas explorações projetuais partiram do uso de módulos. A fabricação em massa de componentes construtivos estandardizados é um dos seus maiores exemplos (SEGAWA, 2002).

4.2.2 Walter Gropius, Bauhaus e os materiais.

O período pós-guerra foi marcado por muitas mudanças, dentre elas, uma forte industrialização presente nas atividades produtivas e na reconstrução das cidades destruídas pela guerra. Não demorou muito para que a arquitetura dos países europeus e dos Estados Unidos da América (EUA) incorporassem os mesmos conceitos do contexto industrial, da racionalidade da máquina, da estandardização de componentes arquitetônicos, como portas e janelas (SEGAWA, 2002).

Nesse sentido, alguns arquitetos como Walter Gropius, Le Corbusier e Mies Van Der Rohe, mesmo antes da Primeira Guerra Mundial, já vinham discutindo determinados princípios de projeto que acabaram contribuindo para um desenvolvimento de uma proposta arquitetônica racionalista, embasada na funcionalidade, modulação e relação com a modernização e

industrialização da época. Mais uma vez o desenho de projeto e o fazer se encontravam intimamente ligados, mas diferentemente de outros períodos da história, a exploração da materialidade estava atrelada a um *cânone*, a um referencial de projeto- o módulo. Assim, suas investigações de materiais estavam submetidas à eleição de determinados módulos, dependendo de cada projeto, ou mesmo o módulo e os materiais eram elencados e desenvolvidos ao mesmo tempo.

Gropius baseou todo seu trabalho na busca de soluções projetuais que tivessem como princípio gerador a funcionalidade e a standardização com o objetivo de atingir soluções com riqueza volumétrica decorrentes destes dois preceitos. Em um dos seus trabalhos - as casas em série de Weimar - Gropius, em colaboração com Adolf Meyer, tiveram como objetivo construir habitações econômicas através da máxima standardização com a maior variedade possível. Quebrando as tendências que relacionavam a standardização com a padronização de soluções, propuseram um conjunto variado de habitações a partir de um único repertório de elementos básicos da construção (BERDINI, 1996). A figura 27 mostra o estudo da série de casas Weimar produzidas a partir de elementos standardizados por Gropius.

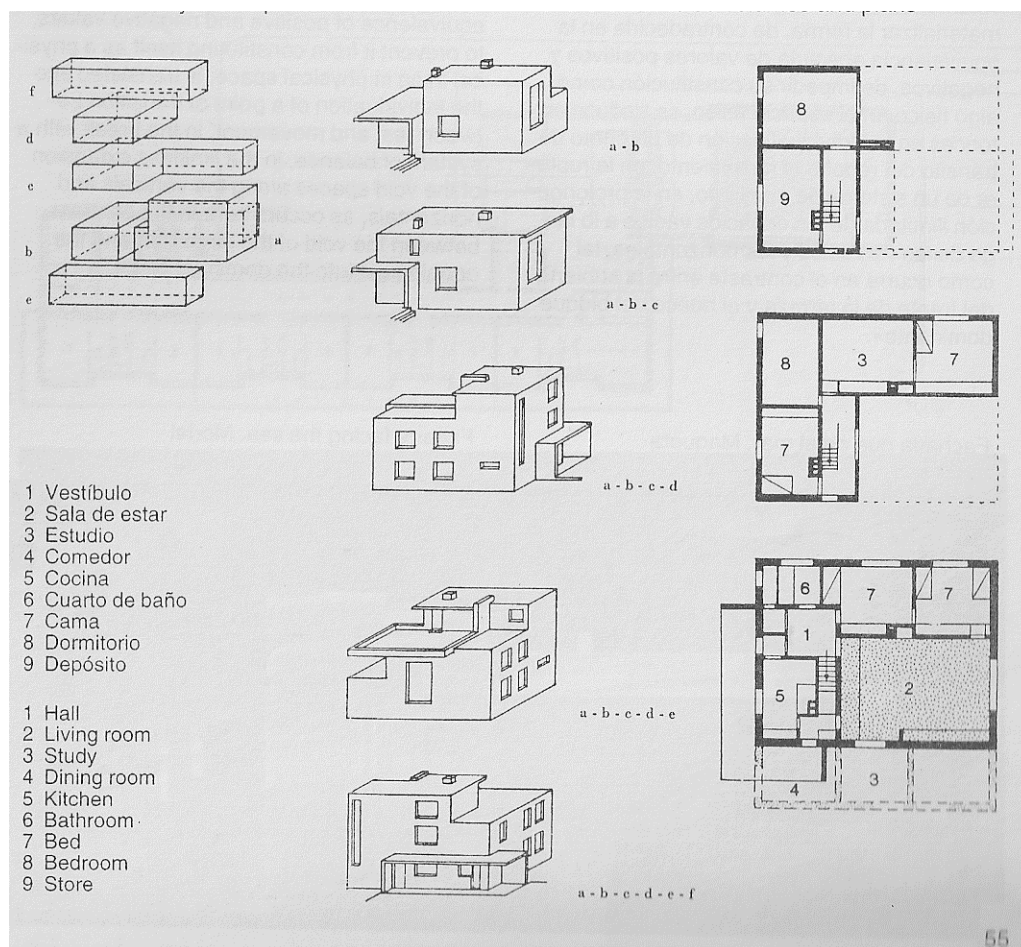


Figura 27: imagens mostrando o estudo da série de casas Weimar produzidas a partir de elementos estandardizados por Gropius, fonte: BERDINI, 1996.

Gropius concebeu seus estudos a partir de um módulo tridimensional, buscou incansavelmente uma metodologia projetual em que pudesse conciliar as condicionantes de projeto em perfeita comunhão com sua busca pela solução simples, leve, porém rica em termos de qualidade formal, funcional e conformação plástica. Assim, a forte recorrência ao módulo, em conjunto com as intensas explorações de materiais e suas possibilidades construtivas possibilitou que ele alcançasse tamanho êxito aos seus propósitos.

Desse modo, torna-se também importante mencionar sobre uma das características da escola Bauhaus que se tornou uma referência até para os dias de hoje: a importância que era

dada ao estudo em oficinas aos materiais, ao conhecimento de suas características e possibilidades plásticas e construtivas que eram então consideradas no projeto dos mais diversos produtos – de luminárias de mesa às edificações.

A Bauhaus como escola - de arte e arquitetura - e como projeto em si, marca um período importante da história da arquitetura racionalista pelos seus estudos formais e técnicas construtivas. Os principais postulados da escola criada e dirigida por Walter Gropius (BERDINI, 1996) são:

- O uso dos materiais através de suas características específicas (madeira, aço, vidro, metais, etc).
- As novas tecnologias.
- A metodologia projetual - baseada na transformação do problema a ser resolvido a partir de um método previamente definido: *“forma segue a função”* (BERDINI, 1996).

A Bauhaus desenvolveu um tipo de produção que aliava materiais como o concreto, o vidro e aço de uma nova forma – reunindo a produção industrial com uma elaboração rica esteticamente, porém sem ornamento – a beleza estava no próprio resultado do conjunto e não em elementos sem função. A proposta da escola era conciliar a exploração de vários materiais com o desenvolvimento de uma identidade própria de produção artística de cada aluno.

A escola tinha como proposta formar profissionais capazes de produzirem obras, nas mais diversas áreas artísticas, desde designer de produtos, como pequenos objetos, até automóveis e edificações (formando, pois, projetistas). Mas, para que formassem excelentes profissionais era preciso uma escola que abrangesse o estudo da forma, da composição, da criação em comunhão com o estudo de como produzir, do fazer. Dessa maneira, tornava-se fundamental o aprendizado com o manuseio de máquinas para conhecerem e dominarem a produção de suas obras e com a exploração dos materiais, pois o estudo da forma, da composição, sem o estudo do material não se completa o processo, não ocorre o “milagre do resultado”, como colocou Brawne (2003) citando Jean Nouvel.

A proposta de ensino da escola iniciava-se com o curso básico que tinha como objetivo a exploração da forma e dos materiais. O intuito era iniciar o aluno no conhecimento das duas áreas que enfrentaria durante toda sua profissão: o desenvolvimento de uma solução e sua execução. Para tanto, era necessário estudar com profundidade o campo da forma e dos materiais, explorando suas diversas possibilidades. Segundo Argan (2005), havia na escola Bauhaus um rigor metodológico muito bem definido que se manifestava, dentre outras coisas, através da estrutura curricular. O ensino era organizado em três etapas:

Curso Preliminar: Teoria elementar da forma.

Experimentos sobre materiais em laboratório.

Ensino Técnico: Pedra: escultura; Madeira: marcenaria; Metal: metais; Terra: cerâmica; Vidro: vidraças, Cor: pintura mural; Tecidos: tecelagem.

Exercícios de laboratório:

- a) ensino sobre os materiais e os instrumentos de trabalho;
- b) elementos de contabilidade, cálculo de preços, contratação.

Ensino Formal: Observação:

- a) estudo da natureza;
- b) análise dos materiais.

Representação:

- a) geometria descritiva;
- b) teoria das construções;
- c) desenhos de projetos e construção de projetos para todo tipo de construção.

Composição:

- a) teoria do espaço;
- b) teoria da cor;
- c) teoria da composição (ARGAN, 2005).

A figura 28 mostra quais os temas abordados nas três fases de estudos da escola Bauhaus, evidenciando uma forte relação entre o estudo dos materiais e o desenvolvimento da construção das soluções de projeto.

A primeira fase de estudos (Curso Preliminar) era caracterizada como um curso preparatório onde o aluno aprendia os conceitos básicos sobre forma e sobre os materiais, ou seja, os princípios elementares para compreender o desenvolvimento da ideia, do projeto e de sua execução. Acreditava-se nesse equilíbrio entre a vivência entre experiências formais e técnicas.

A segunda fase dos estudos (Ensino Técnico) se desenvolvia nos laboratórios para um conjunto de diversos tipos de materiais que também estavam integrados com os estudos teóricos sobre os materiais e seus instrumentos de trabalho.

A terceira etapa dos estudos (Ensino Formal) se dedicava a estudar as características essenciais da forma: *“a observação (estudo particularizado da realidade, teoria dos materiais); a representação (teoria das projeções, técnica das construções, desenhos e modelos para todo tipo de construção); a composição (teoria do espaço, teoria da cor, teoria da composição)”* (ARGAN, 2005).

Assim, depois de finalizado os três anos de curso (correspondendo às três fases acima descritas), o aluno obtinha o diploma de artesão. Se ele se submetesse e fosse aprovado em uma comissão interna e mais severa, recebia o diploma de *“artesão da Bauhaus”*. Somente depois de finalizado o curso de artesão o aluno então poderia dar continuidade aos estudos em um curso de aperfeiçoamento que consistia no ensino de arquitetura baseado no ensino teórico e em exercícios práticos realizados no campo experimental da escola. Sua duração dependia do desempenho do aluno e, ao final do curso, submetido a uma comissão externa, o aluno recebia o diploma de mestre de arte. Assim como para obter o título de *“artesão da Bauhaus”*, para conseguir o diploma de *“mestre de arte da Bauhaus”*, o aluno se submetia a uma avaliação por uma comissão interna para obtê-lo (ARGAN, 2005).

Com essas descrições compreende-se a complexidade e aprofundamento que consistia a formação profissional na escola Bauhaus. O equilíbrio entre o conhecimento teórico e a técnica se mostrou um dos pilares mais importantes, estendendo até a formação do arquiteto, com a realização de muitas atividades práticas em conjunto com o ensino teórico.

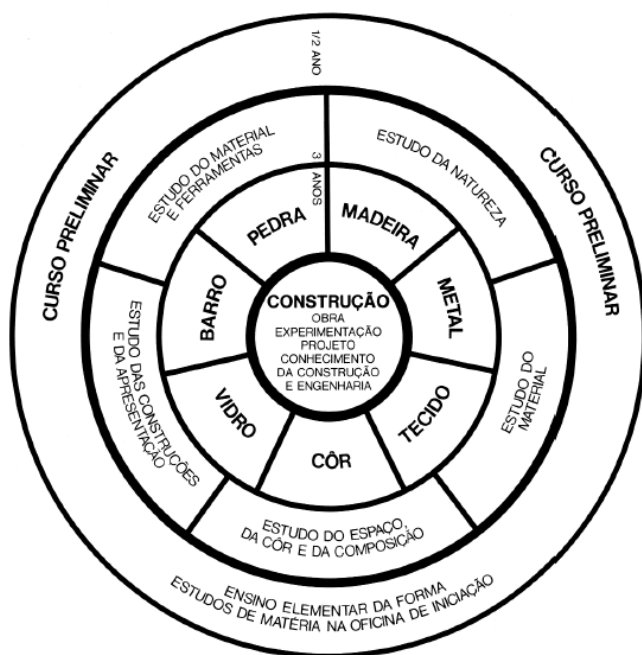


Figura 28: Figura mostrando os temas a serem estudados no primeiro período da escola Bauhaus. Fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, data : 16/03/ 2012.

Inicialmente a escola foi conduzida por Johannes Itten. Sua proposta de trabalho se configurava por fazer os alunos desenvolverem uma exploração da criatividade associada ao estudo de formas, cores, sombras e luzes com o estudo das diversas características e possibilidades dos materiais, suas texturas e conformações para posterior representação. A intenção era que o aluno conhecesse as diversas possibilidades dos materiais para, juntamente com os demais estudos artísticos, desenvolver sua própria forma de criar e expressar-se. Dentre alguns dos exercícios de Itten estão o estudo de obras de mestres importantes com o objetivo de captar seus princípios em termos de ordem, ritmo, cores, luzes como o realizado para captar as noções de claro e escuro a partir de uma obra de Giotto, mostrada na figura 29. Em outra atividade, Itten

propunha aos seus alunos para que procurassem explorar as diversas possibilidades de texturas na madeira, em um exercício que fora elaborado por Busse como mostra a figura 30 (FERNANDEZ, 2012).

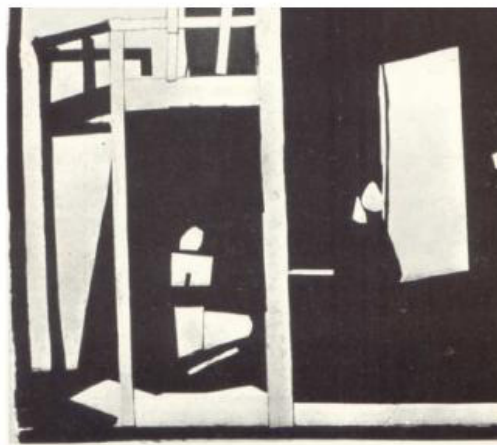


Figura 29: Exercício de claro/escuro proposto por Itten a partir de Giotto, fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, data: 16/03/ 2012.

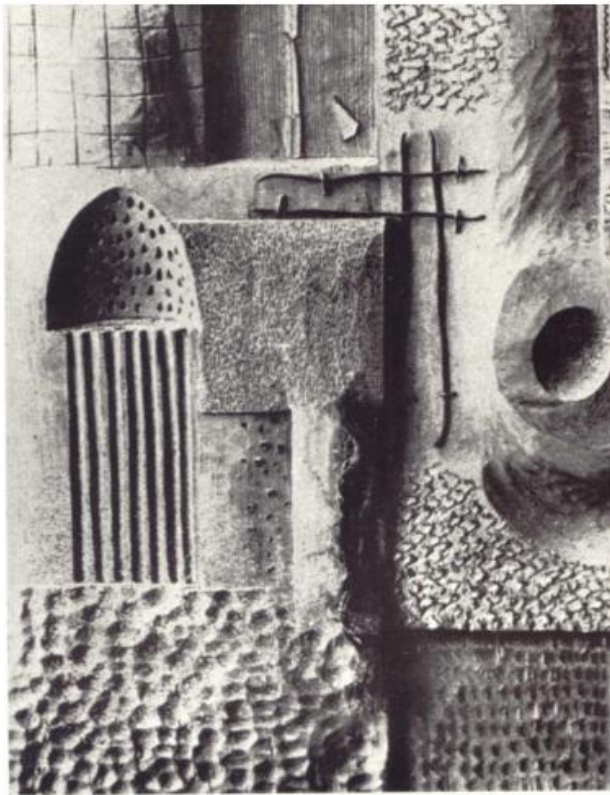


Figura 30: Exercício de textura sobre madeira proposto por Itten elaborado por Busse. Fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, data: 16/03/ 2012

Com esses exercícios, os alunos começavam a entrar em contato com as investigações quanto às possibilidades de resultado com diversos materiais e efeitos de composição causados pela combinação de claro e escuro, luz e sombra. Assim, mais do que compor espaços, era pensados os detalhes que caracterizavam as construções. As duas figuras 29 e 30 evidenciam tal condição – os locais e a maneira como a luz incide em um espaço permite uma determinada compreensão do mesmo. Da mesma forma que a maneira como um material é trabalhado pode proporcionar diversos resultados diferentes com simples mudanças, seja de ferramentas, tamanhos das mesmas ou mesmo orientações da forma como são aplicadas. Assim, entende-se a importância desse tipo de capacitação do aluno: com um maior domínio das variantes que influem na composição do ambiente, notadamente a pesquisa sobre os materiais que realizam, permite-se

que explorem e dominem um campo maior de soluções projetuais, bem como antecipem como as propostas irão se apresentar (FERNANDEZ, 2012).

Posteriormente, Itten sai da direção da Bauhaus e em seu lugar, em 1923, entra László Moholy Nagy configurando uma nova proposta de trabalho na escola, caracterizada pela forte união entre a produção artística e a industrial. A partir de então, a escola começa a desenvolver um trabalho mais austero quanto à produção nas artes gráficas ao design industrial. Nagy passa a comandar a oficina de metais, tornando-se uma das grandes fontes de mudança da escola ao desenvolver um trabalho fortemente caracterizado pela racionalidade e economia do uso dos materiais. Esta proposta resulta em uma produção artística mais sóbria, evidenciando um novo padrão de beleza marcado pela simplicidade e qualidade como mostra as figuras 31 e 32 de uma luminária de mesa e uma chaleira (FERNANDEZ, 2012).

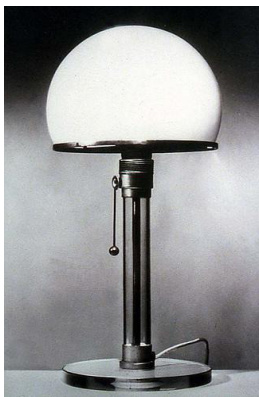


Figura 31 e 32: alguns dos objetos produzidos na oficina de metal na escola Bauhaus. Fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, data: 16/03/ 2012.

Nagy explora os materiais quanto a diversos aspectos como o cálculo de equilíbrio, massa e peso, seu desempenho quanto ao papel de estruturas com vários materiais juntamente com sua apresentação formal e suas diversas possibilidades. Propõe exercícios em que procura desenvolver no aluno a habilidade de testar o desempenho dos materiais quanto a diversas características funcionais como mostra a figura 33.

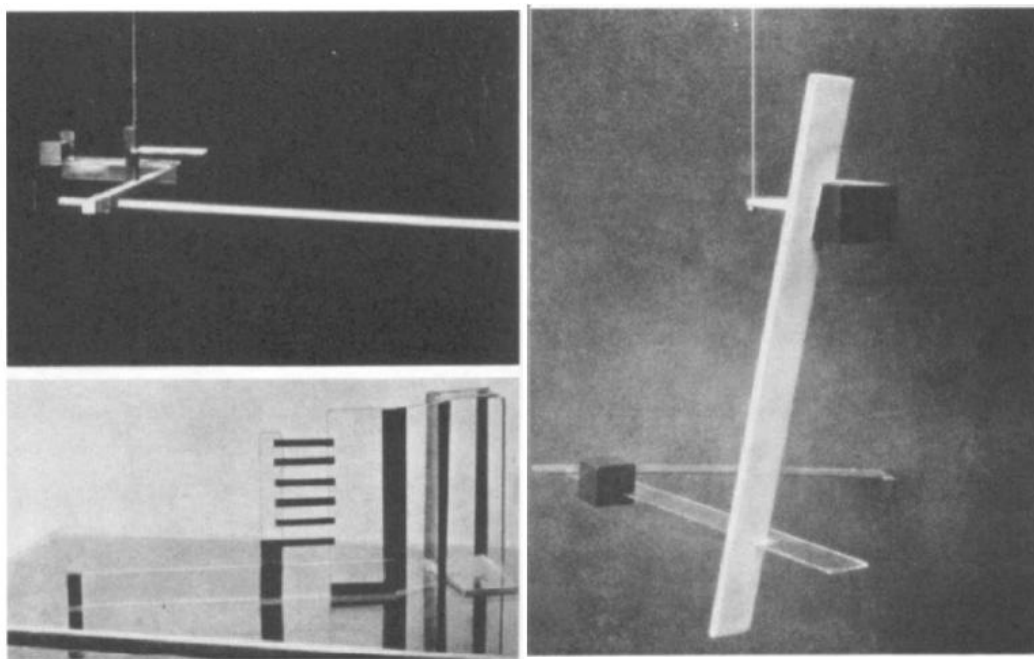


Figura 33: Exercícios propostos por László Moholy-Nagy na escola Bauhaus. Fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, data: 16/03/ 2012.

Além da oficina de metais e de outros materiais para estruturas arquitetônicas haviam outras relacionadas às mais diversas áreas como tecelagem, cerâmica, tipografia e publicidade. Observa-se que havia um princípio comum entre todas as oficinas: a exploração da composição das formas, segundo as possibilidades do material e a construção de uma identidade artística.

Os dois momentos que marcam a escola, relacionados a seus dois diretores : Johannes Itten e László Moholy-Nagy, mostram propostas diferentes - uma mais expressionista e romântica e outra mais pragmática e sóbria, respectivamente. Porém, em ambos os momentos, existia a preocupação em conciliar o estudo das propostas de projeto (sejam elas de objetos a edificações)

com o estudo de sua materialidade, buscando desenvolver, em paralelo, a exploração formal com o material.

A variedade de ateliês, a coesão em que se dava o estudo do projeto, fosse ele um mobiliário, uma peça de tapeçaria ou uma casa, com o estudo da prática, do exercício de execução da proposta, proporcionou que a escola se tornasse uma referência de uma proposta metodológica completa e de qualidade. A riqueza das obras geradas pela escola, por sua vez, não seriam possíveis se não fosse a prática nos ateliês com os mais diversos materiais, desenvolvendo assim, obras bem resolvidas e inovadoras, tanto na solução formal, quanto na aplicação do material. A casa Sommerfeld (figuras 34 e 35), foi a primeira edificação da escola projetada por Walter Gropius e Adolf Meyer. Ela exemplifica a coesão entre a proposta de projeto e o uso de materiais e técnicas construtivas bem como um bom exemplo de comunicação de linguagem entre o exterior e interior. Da mesma maneira, a cadeira Wassily, (figura 36) feita em 1927 por Marcel Brauer, um dos mais destacados alunos da Bauhaus, revolucionou o design de imóveis com a solução formal e o uso da estrutura tubular. Este resultado só foi possível pelo estudo em conjunto do projeto com os materiais e possibilidades de execução. Há um diálogo tão intenso e coeso entre a forma e os materiais neste mobiliário que se tornou um símbolo no design (FERNANDEZ, 2012).



Figura 34 e 35: à esquerda - vista frontal Casa Sommerfeld, Gropius e Meyer, à direita - interior, fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, acesso em: 16/03/ 2012.



Figura 36: cadeira Wassily, 1927- Marcel Brauer, fonte: www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4bauhaus_cursos.pdf, data: 16/03/ 2012.

O desenvolvimento das soluções a partir do estudo de formas elementares na composição arquitetônica - para obter simetria, equilíbrio e regularidade, além de considerar a função e o uso de novos materiais e técnicas construtivas - é característico da proposta arquitetônica de Gropius. Estão, também, presentes na arquitetura racionalista, onde a preocupação com a correspondência da função pela forma, a limpeza e clareza visual eram bases de sua metodologia projetual. Nesse sentido, o uso da modulação, de standardização de materiais e de componentes construtivos se tornavam ferramentas extremamente importantes para a consolidação dessa proposta racionalista (SEGAWA, 2002). A metodologia projetual, pois, se configura como um fator considerável no modo como os materiais são explorados na atividade projetiva.

Le Corbusier também se tornou um importante protagonista na arquitetura moderna e na exploração projetual, desde a escala do mobiliário aos planejamentos urbanos, a partir de uma referência modular: o *Modulor*.

4.2.3. Le Corbusier e seu módulo - *Modulor*.

Le Corbusier foi um dos mais importantes protagonistas da arquitetura moderna. Seus ensaios em “*Por uma Arquitetura*” (1923) colocam os princípios de uma nova arquitetura baseada na racionalidade e funcionalidade que ganharam abrangência e influência em todo o mundo. Seus cinco elementos projetuais - pilotis, planta livre, terraço-jardim, fachada livre e janelas horizontais - tornaram-se a base de sua metodologia projetual e ideologia urbanística. Aliado a este repertório construtivo, Le Corbusier tinha como preceitos o uso racional dos materiais e métodos de construção econômicos, linguagem formal leve, sem ornamentos e uso de referências da tecnologia industrial na sua produção arquitetônica (CORBUSIER, 1961).

Criou um módulo baseado em uma medida harmônica para uma escala humana (medindo 1,75m de altura) – *Modulor* (figura 37). Esta referência foi uma de suas grandes estratégias projetuais, pois passou a projetar todas suas obras a partir desta relação métrica (CORBUSIER, 1961).

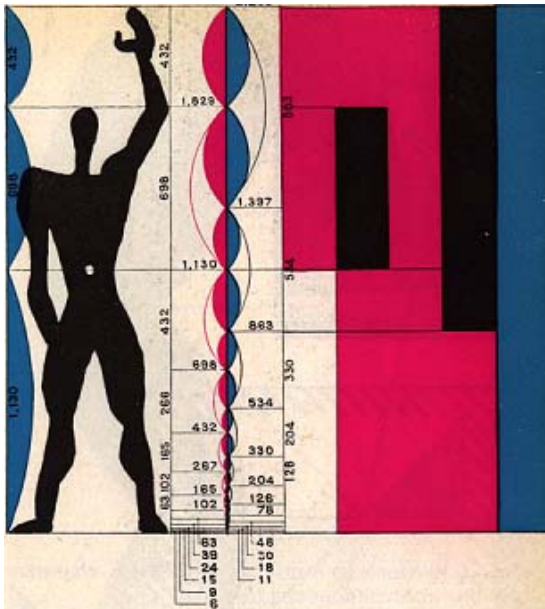


Figura 37: imagem do modulor criado por Le Corbusier, fonte: <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2000/icm33/Corbusier.htm>, data: 13/07/2011.

Assim, tanto Le Corbusier como Gropius e outros arquitetos da arquitetura moderna-racionalista usaram como base de suas metodologias projetuais a defesa de uma proposta teórica (associada aos momentos históricos da época), mas que tem como ferramental projetual sua ligação direta com materiais e técnicas construtivas para desempenhar suas respectivas propostas de trabalho. Os estudos, pois, das opções disponíveis de materiais e suas correspondentes possibilidades e combinações se tornava um ponto vital para o trabalho projetual – de nada adiantaria desenvolver uma solução arquitetônica eficiente e instigante se não houvesse meios de executá-la. Era preciso que a indústria dos materiais acompanhasse os novos anseios e propostas construtivas. Mais uma vez, assim, as novas possibilidades arquitetônicas estão fortemente ligadas às novas possibilidades materiais, como em determinados momentos da história, já comentados, como quando surgiu o ferro e o concreto armado na construção.

Para a arquitetura racionalista, a modulação e a estandardização se tornaram ferramentas importantes para alcançar uma solução projetual econômica e, ao mesmo tempo, rica em termos volumétricos e eficientes funcionalmente - exatamente a finalidade procurada por estes profissionais. Porém, essas propostas projetuais, a partir do sistema modular e da produção em série, influenciados pela industrialização, não ocorreram somente nos países europeus e nos EUA, mas também em outros locais, como no Brasil (SEGAWA, 2002).

4.2.4. Arquitetura moderna brasileira e a modulação.

No Brasil, a arquitetura moderna veio em meio a um contexto onde lugares, como São Paulo, passava por modernizações em todas as áreas, alavancadas por um processo de industrialização da economia que influenciou diretamente nas várias áreas da sociedade, como nas artes.

A pintura catalisou o movimento moderno. O intuito era buscar uma renovação do ambiente cultural inspirado pelas ideias de vanguarda europeia. A Semana de Arte Moderna, em 1922, marcou o início deste período com a realização e exposição de trabalhos de literatura, música, escultura, pintura e arquitetura. Havia uma preocupação em produzir uma arte que mostrasse a verdadeira identidade do Brasil, sem influências de outros países, ou mesmo que recorresse ao passado, buscava-se uma atualização estética sem se atrelar a correntes específicas (SEGAWA, 2002).

Desejava-se construir uma identidade nacional por meio da produção artística através da cultura, com resgates da sua história, juntamente com o contexto atual de modernização: uma combinação positiva entre a tradição e a modernidade (SEGAWA, 2002).

Gradativamente, a arquitetura, no Brasil, começava a refletir e a pôr em prática as propostas modernas e os novos recursos advindos de um período de industrialização e modernização na área da construção. Rino Levi, em uma carta escrita para o Jornal O Estado de São Paulo, em 1925, coloca as propostas de uma nova arquitetura e menciona os novos recursos, como materiais e técnicas na construção. Esse espírito estético indica um novo período: uma arquitetura leve e prática, caracterizada pela sua riqueza através dos próprios volumes. Uma arquitetura que respondesse às condições do clima, vegetação e, por isso, diferente das soluções propostas na Europa (SEGAWA, 2002).

Toda essa incorporação de conceitos, advindos da indústria, facilitaria a introdução dessa nova proposta arquitetônica. No Brasil, assim como coloca o arquiteto russo, erradicado no país, Gregori Warchavchi, a standardização de materiais e componentes construtivos contribuiria para essa nova proposta arquitetônica e daria subsídios para baratear as construções. O projetista precisava fazer uso desses elementos padronizados, da racionalização de espaços e formatos em seus projetos e, assim, a beleza da edificação viria como resultado da racionalidade das distribuições e proporções internas. Um raciocínio de elaboração, semelhante ao das máquinas industriais, pois estas têm seu formato como resultado da interação de seus mecanismos (SEGAWA, 2002). As propostas teóricas da arquitetura moderna ambicionavam a realização de um novo tipo de edificação, como resultado de um novo conceito do que

representava a arquitetura para o homem e para a sociedade, qual seu papel e como deveria respondê-lo. Entretanto, a concretização dessas ideias jamais seria possível com as possibilidades de materiais e componentes construtivos encontrados no mercado, até então. Era necessário, um novo vocabulário material. Assim, da mesma forma que se estudou possibilidades espaciais, de composição e combinações novas, o mesmo aconteceu com as explorações materiais pois seriam elas as responsáveis por completar o novo conjunto de ideias para uma nova sociedade em desenvolvimento.

A padronização e standardização dos componentes construtivos proporcionaram não apenas uma economia construtiva, mas uma nova forma de se projetar e de obter resultados arquitetônicos. Entretanto, no país, ao se construir, ainda enfrentava-se algumas dificuldades na obtenção de materiais de construção. O arquiteto Warchavchik mencionava a dificuldade de encontrar materiais adequados a suas propostas, como peças standardizadas que fossem bonitas e de qualidade (portas, janelas, ferragens, aparelhos sanitários, etc). Ao precisar importar estes elementos, a proposta das padronizações e produções em série para seu barateamento perdia sentido. As limitações quanto aos materiais e técnicas construtivas dificultavam a implantação das ideias de racionalismo em escala industrial (SEGAWA, 2002). A primeira casa feita pelo arquiteto Warchavchik (figura 38), em 1928, mostra sua forte intensão em desenvolver uma solução projetual baseada na simplicidade e funcionalidade através de formas austeras. A beleza, pois, estaria na maneira como o arquiteto solucionava o interior que se refletia no exterior, sem adornos de qualquer natureza. A harmonia do resultado estava também não só na organização espacial, mas na escolha e manipulação dos materiais a partir da compreensão de suas qualidades e possibilidades estéticas naturais, sem camuflagens, adornos, mostrando o ferro como o ferro, o concreto como concreto e assim por diante. Entretanto, ao escolher e aplicar determinados materiais e, principalmente elementos construtivos como portas e janelas, o arquiteto encontrou dificuldades ao ter acesso a elementos produzidos em escala industrial. Foi preciso que ele produzisse de forma artesanal: grades, portas e janelas, por exemplo, conforme o desenho que havia pensado para cada um.

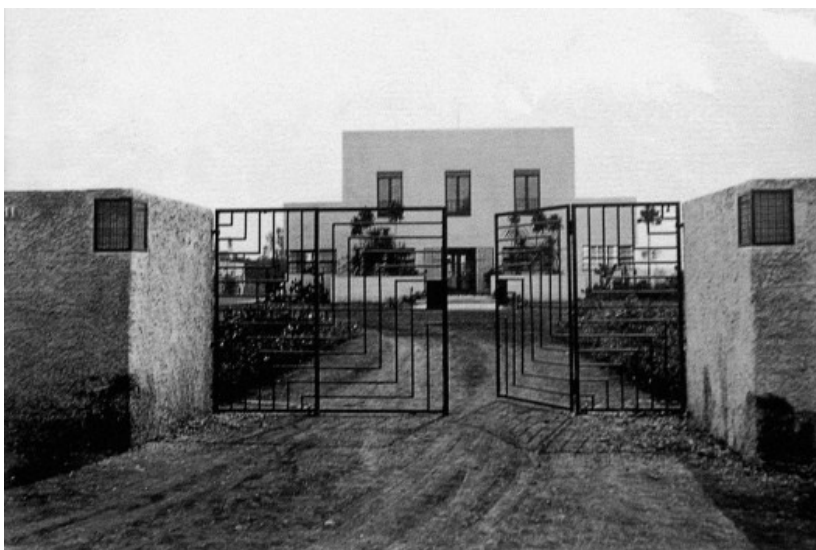


Figura 38: imagem da primeira casa feita pelo arquiteto Warchavchik com uma arquitetura modernista , São Paulo, 1928, fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/10.113/3929>, data 13/07/2011.

Hoje, ainda podemos ver a força exercida pelo desenvolvimento do projeto a partir de um referencial, de um cânone, um módulo. Um forte exemplo encontra-se nos trabalhos do arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé), que se tornou mundialmente conhecido pela qualidade e inovação dos seus projetos feitos a partir dos sistemas modulares pré-fabricados.

4.2.5. A modulação na pré-fabricação e o arquiteto João Filgueiras Lima.

Observação: dedicou-se uma parte da pesquisa à discussão da obra de João Filgueiras Lima por ter considerado sua proposta projetual e sua experiência relevante ao estudo da exploração da materialidade, ao longo do desenvolvimento da pesquisa. O conhecimento e habilidade técnico, adquirido ao longo dos anos pelo arquiteto se manifestam em suas soluções

projetuais, sempre bem resolvidas em termos de espaços e aplicação dos materiais. Mostrou-se assim, um tema relevante na discussão sobre o modo como os projetistas conciliam sua forma de projetar (processo e método), as condicionantes de projeto e a exploração da materialidade.

O interesse por uma arquitetura industrializada, racional, começou logo no início de sua carreira quando foi chamado para trabalhar nas obras da construção de Brasília. Era preciso fazer uma grande quantidade de acampamentos em madeira e, sem a utilização de uma proposta racionalizada, sua viabilidade dentro do prazo requerido ficaria comprometida. Mesmo sendo construções provisórias, era o início das experimentações com a proposta de se trabalhar em larga escala através de elementos pré-fabricados. A própria construção da nova capital nacional apresentava a conjugação de dois fatores - grande volume de obras e prazos curtos - o que exigia uma postura de praticidade. O interesse por elementos repetitivos aumentou para que fosse possível aperfeiçoar o andamento das construções (EKERMAN, 2005).

Posteriormente, Lelé fora ao exterior com o intuito de se aprofundar na tecnologia da construção racional do concreto armado, utilizado por países europeus que passavam pelo período posterior à Segunda Guerra Mundial, aonde era preciso reconstruir cidades inteiras. Desde então, começaram as experimentações com o sistema de pré-fabricação, primeiro com o concreto pré-moldado, depois, argamassa armada. Este último se tornou um forte objeto de estudos do arquiteto (EKERMAN, 2005).

Em Salvador, estabeleceu uma Fábrica de Equipamentos Comunitários, a FAEC, atuando entre 1985 e 1989, deixando grandes trabalhos e intervenções na cidade como bancos, contenções de jardins, passarelas de pedestres, creches e escolas (EKERMAN, 2005). Percebe-se, pois, que o aparecimento da argamassa e do concreto armado, bem como do sistema de fabricação modular e pré-fabricado, na vida do arquiteto, surgiu a partir de uma busca por meios que permitissem elaborar projetos que atendessem a grandes demandas, ou seja, obras em larga escala, em dimensões e quantidade. Também era preciso que a solução técnica permitisse que os projetos fossem financeiramente exequíveis, principalmente porque os recursos públicos são limitados frente à demanda a que se propõem, e que não comprometessem a qualidade funcional e plástica das propostas. Assim, determinados materiais e o processo construtivo a

partir da modulação (método projetual) e a execução a partir de pré-fabricados (sistema construtivo) se tornaram as principais ferramentas de Lelé para alcançar projetos de qualidade e econômicos. O trabalho do arquiteto Lelé começa cada vez mais a se estreitar com as atividades governamentais por serem as responsáveis pelos edifícios institucionais. Entretanto, por questões políticas, a utilização de sua fábrica (FAEC) é dispensada pela administração pública, porém, o Governo Federal se interessa em dar prosseguimento à rede Sarah através da construção de hospitais satélites em outras cidades. Em 1980, Lelé havia projetado o primeiro hospital da rede Sarah Kubitschek, em Salvador. Um hospital público especializado na reabilitação de pessoas com problemas físico-motores. A construção se destacou pela qualidade construtiva do sistema de pré-fabricação modular e do conforto natural térmico e luminoso. Essa arquitetura inusitada é eficiente pela potencialização da interação entre os espaços alternativos e a recuperação dos pacientes (EKERMAN, 2005).

Observação: Adotou-se o termo sistema construtivo no lugar de processo construtivo para o modo de projetar modular e pré-fabricado pois apresenta, como descrito nas definições dos principais conceitos para a pesquisa, uma presença forte de industrialização (na produção e montagem dos elementos da construção) e três partes da cadeia produtiva mostrados de forma bem definida: fabricação dos elementos da construção, elaboração do projeto e execução do edifício.

Assim, em parceria com o médico Aloysio Campos de Paz, não apenas fora criado uma rede de hospitais, mas uma fábrica para produzir todos os componentes desse modelo de hospital - o Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS). Nele, foram fabricadas as estruturas, a argamassa armada, a marcenaria (através de aglomerados e compensados de madeira), injeções de plásticos, fibra de vidro e até equipamentos hospitalares, como macas desenvolvidas pelo próprio arquiteto com o objetivo de integrar espaço, equipamentos e usuários (EKERMAN, 2005).

Com a CTRS além de construir outra unidade, em Salvador em 1991, foram feitos os hospitais da rede Sarah em São Luiz (1993), Belo Horizonte (1997), Fortaleza (2001), Rio de Janeiro (2002) e, recentemente, outra unidade em Salvador. Até o ano de 2005, a CTRS foi responsável por fornecer peças para reformas e construção de novos hospitais e para outros

edifícios, como escolas, Tribunais de Contas e Tribunais Eleitorais, em todo o país (EKERMAN, 2005). Com um repertório arquitetônico feito a partir de peças em argamassa armada e metal, em sua maioria, Lelé desenvolveu um conjunto, um vocabulário rico, desenvolvendo projetos diferenciados como mostram as figuras 39 e 40 dos hospitais da rede Sarah em Salvador.



Figura 39: foto do hospital Sarah Kubitschek em Salvador mostrando a cobertura e muros feitos em sistemas modulares de ferro e argamassa respectivamente, fonte: <http://pphp.uol.com.br/tropico/html/textos/1689,1.shl>, data: 06/07/2011.



Figura 40: Foto de um dos Hospitais Sarah Kubitschek em Brasília, fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.064/423>, data: 05/07/2011.

A figura 41 mostra um detalhe do hospital em Brasília. Nela é possível perceber a coesão entre os diversos elementos construtivos, cada um deles produzido com um material e desempenhando uma função: a parede em argamassa armada, a cobertura em chapas metálicas, os sistemas de ventilação natural zenital em metal e plástico, etc. Cada elemento arquitetônico deriva de um módulo, único para todo o projeto, mas este referencial não é a única característica que os une pois o encaixe e a continuidade entre eles é harmônico, formando uma linguagem que parte do estudo acurado para obter espaços que respondam às necessidades a que foram requeridas e que ofereçam conforto aos seus usuários. Não é, pois, gratuito a forma, as dimensões, e os materiais escolhido em cada parte dos projetos de Lelé, como mostra este detalhe da cobertura do hospital.

É então que nas obras de Lelé evidencia-se uma forte característica no desenvolvimento do seu trabalho arquitetônico- conjugar a arquitetura acessível, através da produção em larga escala dos elementos modulares pré-fabricados, com sua preocupação em realizar construções que levem em conta o meio onde estão proporcionando espaços com conforto – espacial,

térmico, acústico, luminoso e visual. É nesse momento, portanto, que se evidencia a influência no resultado da obra de um arquiteto a partir de dois pontos fundamentais: a maneira que adota para projetar, sua metodologia de projeto e seus princípios de como vê e faz a arquitetura, seu papel e implicações para o homem e para o meio. E, é, exatamente, nestas duas características do trabalho do arquiteto que a apreensão e a exploração dos materiais estão submetidas.

O arquiteto Lelé utiliza determinados materiais como o concreto e a argamassa armada nas mais diversas aplicações no projeto e a cobertura metálica como dois importantes materiais para seu ferramental projetual que, por sua vez, estão associados ao seu método de projeto – o uso de elementos modulares pré-fabricados e sua preocupação com o conforto interno dos ambientes. Sua escolha por estes, dentre outros materiais que seleciona, está condicionada à seu bom desempenho frente a estes princípios.

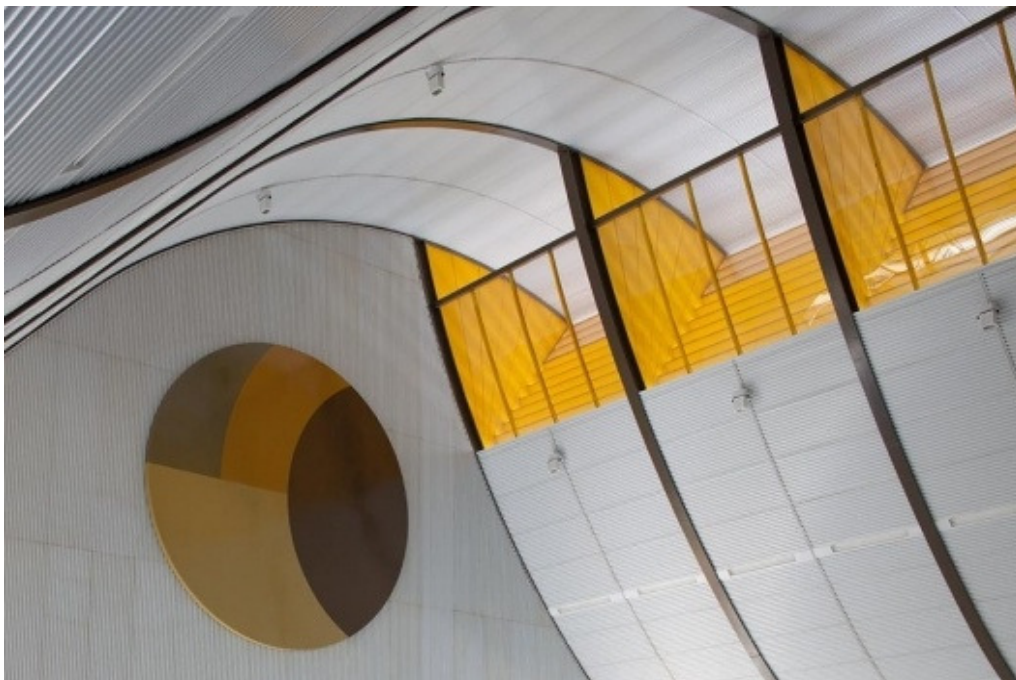


Figura 41: Hospital Sarah em Brasília, detalhe da abertura zenital para ventilação com elementos modulares, fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.064/423>, data: 05/07/2011.

A proposta de Lelé em fazer uma arquitetura que consiga aliar qualidade, eficiência, produção rápida em larga escala tornou seu trabalho reconhecido no país e em todo o mundo. Atingiu uma escala de intervenção nacional, mostrando que é possível fazer uma boa arquitetura, mais humana, confortável e bela a partir de um sistema construtivo racionalizado e economicamente viável (EKERMAN, 2005).

Os edifícios da rede Sarah de hospitais se tornaram uma referência, tanto na área de projeto como um bom exemplo de modelo de hospital. Isto porque Lelé conseguiu vencer dificuldades de naturezas diversas ao lidar com projetos de hospitais e sistemas modulares.

Ao projetar edifícios complexos ou com um grande porte, a padronização de medidas é frequentemente utilizada, principalmente quando se tratam de obras em escalas consideráveis. O processo construtivo precisa ser rápido, para aumentar a produtividade, e racionalizado, para facilitar a compatibilização de projetos. Isto acontece quando se projeta, por exemplo, prédios institucionais, como edifícios públicos, escolas, hospitais, conjuntos habitacionais, prédios industriais, etc (CARVALHO E TAVARES, 2011).

No entanto, uma das dificuldades enfrentadas pela aplicação do sistema modular é a compatibilização entre os diversos elementos construtivos. Materiais, como blocos cerâmicos, divisórias, pisos, elementos de cobertura, não possuem nenhuma relação métrica entre si, obrigando que, nas obras, sejam feitas as mais diversas adaptações, adotando-se sistemas construtivos artesanais (CARVALHO E TAVARES, 2011).

Mas, no projeto da rede Sarah de hospitais esta dificuldade foi superada ao conseguir compatibilizar as diversas áreas de projeto. A escolha de um módulo norteou todo o processo de concepção e construção além da utilização de elementos pré-moldados em argamassa armada e estruturas metálicas. Esse processo permitiu construir edifícios com uma infraestrutura flexível, podendo elaborar soluções arquitetônicas diversificadas e ordenar instalações com facilidade de manutenção e mais econômicas (CARVALHO E TAVARES, 2011). Assim, é possível compreender os motivos que levaram à construção de uma fábrica voltada a produzir os materiais e componentes utilizados nas obras do hospital da rede – diminuir os custos e facilitar a obtenção

de materiais que respondessem à proposta construtiva do projeto – suas medidas e padronizações que dificilmente seriam encontradas no mercado.

Para os projetos da rede, Lelé optou pela modulação de 1,25m (figura 42). Esta medida facilitou a compatibilização entre as diversas áreas, como os pisos cerâmicos, cortados com medidas de 0,50m e os pisos prensados melamínicos, cortados com medidas de 0,625m. Este módulo também foi facilmente combinado com os multi-módulos estruturais feitos a partir de peças metálicas e placas de divisórias em argamassa armada. As instalações elétricas e hidro sanitárias foram combinadas com a proposta modular, alinhadas às vigas metálicas horizontais e em dutos verticais respectivamente (figura 43). Todos os outros materiais e elementos construtivos também são instalados seguindo a medida modular, como divisórias, esquadrias e, até mesmo, mobiliários. Esta integração entre todas as partes que constituem a edificação permitem não só uma construção mais coordenada e racionalizada, mas também torna mais fácil a realização de manutenções em determinadas áreas como a rede hidro sanitária e elétrica, comuns em edificações de qualquer natureza. (CARVALHO E TAVARES, 2011).

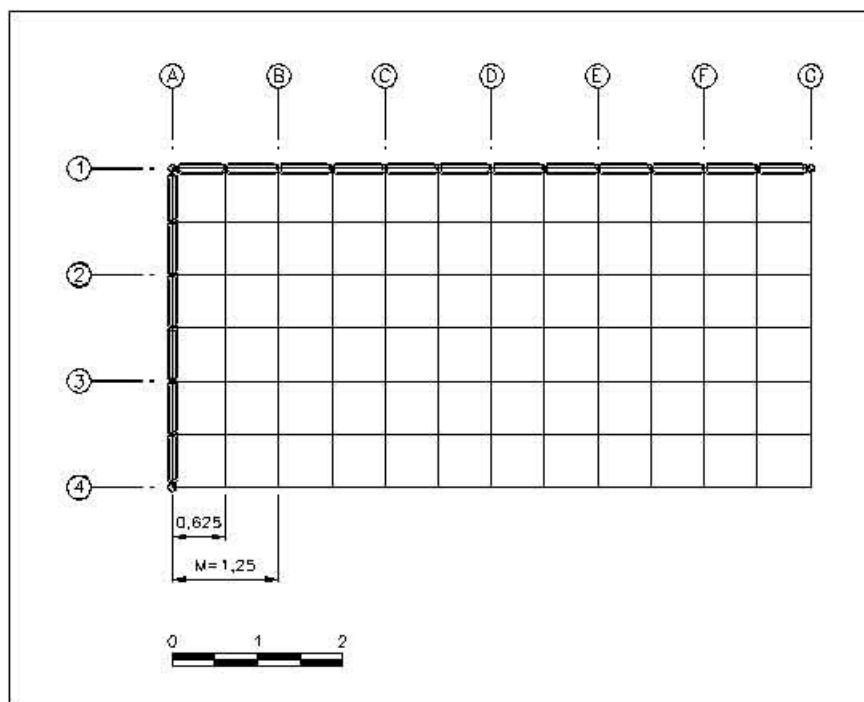


Figura 42: desenho esquemático mostrando o sistema construtivo da rede Sarah de hospitais a partir do módulo de 1,25m. A partir desta medida todos os elementos são dimensionados como mostrado neste esquema (módulo de 0,625m), as paredes (submúltiplos de 0,625m) e os pilares (múltiplos de 1,25 indicados pelos eixos representados pelas letras de A a G e dos números de 1 a 4), fonte: CARVALHO E TAVARES, 2011



Figura 43: detalhe da parte superior do corredor central do Hospital Sarah em Salvador. Pela foto é possível ver a coordenação entre e modulação das esquadrias junto com as instalações elétricas através de calhas embutidas no perfil da viga metálica. A combinação destas instalações à modulação permite maior controle e facilidade de execução e manutenção, fonte: CARVALHO E TAVARES, 2011.

A adoção desta referência de medida também favoreceu na coordenação com os módulos dos boxes dos leitos (medindo 2,50m). Isto porque nos hospitais da rede a proposta das enfermarias é acomodar uma grande quantidade de leitos. Porém, com situações onde alguns boxes sejam mais individualizados, possibilitando certo isolamento para cuidados especiais e o aumento da mobilidade do paciente. Este recurso se mostra muito importante aos tratamentos ortopédicos, pois, um espaço individualizado oferece ao paciente conforto e segurança. Assim, a adoção do sistema modular e desta dimensão de referência facilitou a funcionalidade e qualidade das atividades dentro do hospital (CARVALHO E TAVARES, 2011).

Além da funcionalidade, o arquiteto se preocupou com o conforto ambiental interno projetando sistemas naturais como dutos que captam a ventilação natural, retirando o ar quente e trazendo ar fresco para seu interior. O trajeto destas correntes de ar é facilitado pela adoção de rígidas estruturas modulares de ferro utilizadas na cobertura como está evidenciado na figura 44. (CARVALHO E TAVARES, 2011).



Figura 44: detalhe da cobertura do Hospital Sarah em Salvador mostrando a combinação entre as placas de vedação em argamassa armada com a cobertura em forma de shed feito em uma modulação em metal, fonte: CARVALHO E TAVARES, 2011.

Em cada parte das edificações de Lelé percebe-se que a composição dos espaços, suas disposições e a apresentação das formas constitui um conjunto ricamente elaborado e harmônico, porém, estas composições não são gratuitas. Em cada elemento construtivo existe uma explicação que segue a linha dos preceitos do arquiteto – a preocupação com o espaço voltado para o homem e o conforto interno. Assim, uma das características que mais se destacou do trabalho do arquiteto foi a maneira como proporcionou o conforto térmico e luminoso de forma natural, respeitando e fazendo uso do meio em que cada edificação estaria inserida. Dentre o vocabulário arquitetônico de que fez uso para tal intento estão – os espelhos d’água que, conjugados com aberturas no nível do piso e aberturas zenitais no alto dos espaços internos, permitiu que os espaços pudessem ter uma renovação do ar contínua, trazendo ar fresco de baixo e eliminando o ar quente pelos sheds como acontece no hospital da Rede Sarah em Jacarepaguá, zona oeste do Rio de Janeiro. As figuras 45, 46, 47 e 48 mostram a disposição do prédio ao lado um espelho d’água, além dos sheds para exaustão do ar de dentro. Há também uma preocupação do arquiteto em aproveitar a iluminação natural potencializando ao máximo

este recurso, como mostram as figuras 46 e 47, evidenciam aberturas “de fora a fora” em uma de suas faces, mas protegidas da incidência solar direta através de brises.

Há também aberturas no interior do espaço construído, como o passeio central que interliga os dois pavimentos do hospital com uma cobertura retrátil aumentando a ventilação e iluminação natural no ambiente interno. Mesmo no auditório existe esta preocupação – Lelé projeta uma cobertura branca e curva que acende a uma abertura posicionada estrategicamente na direção do palco para iluminar esta região e propagá-la através da superfície branca. A imagem do croqui feito pelo arquiteto (figura 49) mostra todas estas estratégias arquitetônicas citadas que, só foram possíveis com sua proposta construtiva e de exploração dos materiais pré-moldados.

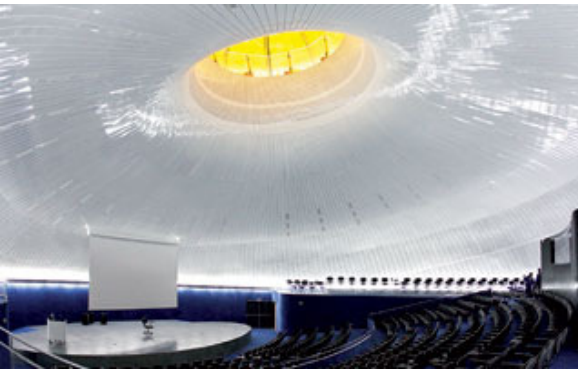


Figura 45,46,47 e 48: acima à esquerda e direita: imagens mostrando parte do hospital da rede Sarah no Rio contornado por uma espelho d'água, presença dos sheds no alto na cobertura e brises protegendo as aberturas da incidência direta do sol. Imagens abaixo à direita: imagem do auditório com uma cobertura curva branca acendendo para uma abertura que garante iluminação para o palco. Imagem abaixo à esquerda: pátio interno que liga os dois pavimentos do hospital com teto retrátil e vegetação- aumento da ventilação e iluminação natural em seu interior, renovação contínua do ar. Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquiteto-joao-filgueiras-lima-lele-hospital-rede-sarah-27-10-2009.html>, data: 06/07/2011

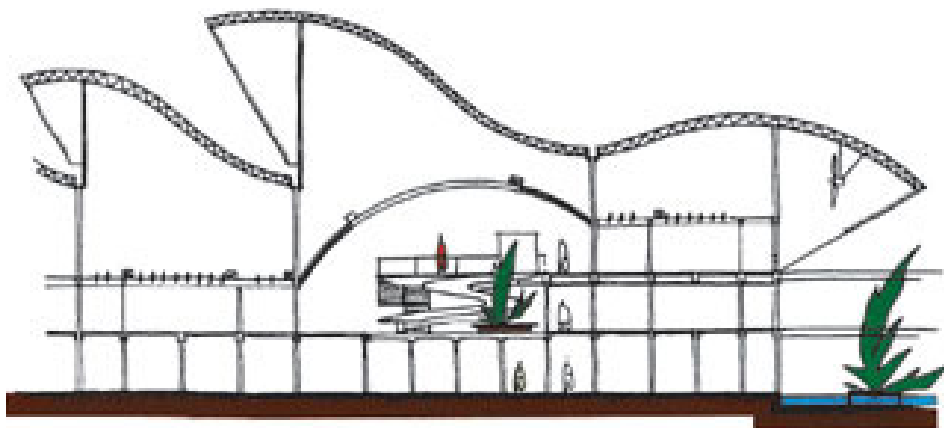


Figura 49: Imagem mostrando um dos croquis do arquiteto do projeto do hospital da rede Sarah no Rio de Janeiro evidenciando as estratégias arquitetônicas utilizadas para alcançar sua proposta para o hospital. Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquiteto-joao-filgueiras-lima-lele-hospital-rede-sarah-27-10-2009.html>, data: 06/07/2011.

Evidencia-se, assim, que o trabalho de Lelé está fortemente pautado na preocupação das edificações enquanto equipamentos capazes de realizar as atividades, aos quais foram programadas, com qualidade funcional e conforto ambiental. Estes dois requisitos norteiam seu trabalho sendo assim que a escolha e o tratamento dos materiais tem um processo racional, procurando aqueles e o modo de forma a atender às condicionantes de seus princípios de trabalho e do determinado projeto, muito semelhante à maneira como os materiais são trabalhados no *projeto sistemático* de Jones.

O conjunto de edifícios da Rede Sarah se tornou uma referência, pois conseguiu equacionar, com qualidade, quatro pontos:

- Ao projetar o espaço que favorecem atividades diversificadas de reabilitação, alcançou uma arquitetura que considera o homem e suas atividades.
- Conseguiu fazer um ambiente construído que promove um conforto ambiental interno, através de dispositivos naturais de circulação e refrigeração do ar;
- Aperfeiçoou e racionalizou o processo construtivo, através do sistema modular de pré-fabricados.
- Quebrou barreiras, tanto na coordenação bem sucedida de vários elementos construtivos dentro de um único módulo estabelecido, quanto na geração de propostas arquitetônicas com riqueza estética e flexibilidade, a partir do sistema modular.

O trabalho do arquiteto Lelé é caracterizado por sua preocupação do papel social e humano da arquitetura. Seus projetos são, em grande parte, de natureza institucional, sejam escolas, tribunais, hospitais, dentre muitos outros serviços à sociedade. Em função dessa sua natureza, há uma série de implicações que precisam ser consideradas ao elaborar os projetos, dentre elas, as limitações orçamentárias tanto para a construção quanto para a manutenção da edificação. Há também um conjunto de condicionantes, próprias que o espaço construído precisa cumprir, como responder às necessidades de cada problema dado, propiciar um espaço com conforto térmico, acústico e luminoso. Todas estas exigências precisam ser alcançadas pelo projeto. É então que entra o trabalho do arquiteto ao considerar todas essas questões colocadas acima e resolver a equação, reunindo técnica e criatividade para, além de suprir requisitos funcionais, transformar o espaço construído em algo especial, que traga novas sensações aos seus usuários e que estes se sintam parte da obra. Não é, pois, uma tarefa fácil, mas Lelé alcançou este papel da arquitetura e vem construindo um conjunto de obras reconhecidas no país e no mundo pela sua qualidade funcional e riqueza plástica.

Nesse sentido, compreende-se de que maneira o arquiteto desenvolveu seu trabalho projetivo e, percebe-se, então, a força que o método de trabalho e os materiais empregados exercem no desempenho das edificações.

Assim, ao estudar alguns exemplos de momentos arquitetônicos como a arquitetura antiga grega e romana, as edificações do período no início da industrialização na Europa, as novas propostas da arquitetura moderna como as elaboradas pela escola Bauhaus e os projetos pré-moldados de Lelé percebe-se que as inovações de projeto arquitetônico estavam diretamente relacionadas com os novos materiais e suas correspondentes formas de investigação, seja explorando um novo material, como o ferro, no início da industrialização da Europa, seja explorando, de uma nova forma, um material já conhecido, como a arquitetura pré-moldada em argamassa armada de Lelé. Mais do que compreender como novos materiais influenciam nas novas propostas projetuais, o modo como o arquiteto irá trabalhar, a escolha do método de projeto, como apresentado dos modos de trabalho da escola Bauhaus, o projeto canônico através do módulo como cânone e a arquitetura modular pré-fabrica de Lelé, evidenciam que a escolha da forma de se trabalhar influi profundamente na investigação e apresentação da materialidade no projeto.

Porém, é preciso considerar, também, que a exploração da materialidade não está apenas relacionada com os novos avanços em tecnologias construtivas, novas possibilidades de materiais teorias e métodos projetuais, mas que a manipulação dos materiais, a busca por aqueles que atendam às necessidades funcionais e plásticas, a investigação de texturas, composições, significados estão também relacionadas aos recursos tecnológicos que envolvem a busca, o desenvolvimento de testes, explorações e, até mesmo, a fabricação específica de partes do projeto em determinados materiais. Encontrar informações sobre os materiais representa um fator importante na dinâmica destes estudos.

4.3. Informações sobre os materiais.

As informações sobre os materiais, quanto à sua organização e hierarquização mudaram muito desde o período antigo. Neste, havia um conhecimento experimental sobre os diferentes tipos e possibilidades de uso sobre os materiais disponíveis. Posteriormente, quanto mais a ciência e as tecnologias se desenvolviam, mais conhecimento sobre os materiais já empregados era adquirido, assim como novos materiais eram desenvolvidos e utilizados nas construções. Os resultados construtivos dos projetos de edificações estão intrinsicamente relacionados com o conhecimento sobre os materiais bem como com sua disponibilidade. Assim é que facilmente associamos um edifício construído por colunas coríntias em pedra com o período antigo, como também identificamos edifícios altos com grandes painéis de vidro como construções do período moderno e contemporâneo.

Um exemplo bastante ilustrativo está ao compararmos dois edifícios que se encontram um ao lado do outro – o templo romano Maison Carré e o museu de arte contemporânea Carré d’Art (Figuras 50 e 51), na cidade francesa de Nîmes. O primeiro foi construído no século I a.C, durante o império romano e o segundo foi projetado por Norman Foster and Partners em 1993. A edificação antiga é um templo coríntio em pedra calcária e um telhado em madeira e telhas de barro. Já a construção de Norman Foster comporta galerias de arte, biblioteca, restaurante e um generoso espaço de circulação que permeia todo o ambiente. Os principais materiais empregados são concreto, aço e vidro.

Ao comparar esses dois edifícios, Brawne coloca – “Em função, materiais e data, há claramente uma grande diferença entre estes dois edifícios.”



Figura 50 e 51: imagens do templo romano Maison Carré e o museu de arte contemporânea Carré d'Art, fonte: à esquerda: <http://www.web-provence.com/villes/nimes-8.htm>, data: 18/04/2012, à direita: BRAWNE, 2003.

Assim, o emprego de determinados materiais, o que, muitas vezes, está relacionado às disponibilidades e padrões construtivos de certo período, promove possibilidades totalmente diferentes em termos de funcionalidade, efeito estético e simbolismos.

O termo material de construção abrange todos os corpos, objetos ou substâncias utilizadas pelos profissionais da construção no projeto e execução das obras. A denominação possui uma grande amplitude, pois pode envolver não somente materiais empregados na construção civil, mas também em outras áreas, como construção naval, aeronáutica, automobilística, etc. (KLOSS, 1991). Porém, na pesquisa, serão discutidos apenas os materiais utilizados na construção civil.

Os materiais de construção são geralmente organizados de acordo com sua forma de obtenção, se são naturais, como brita ou argila, ou se são obtidos a partir de um tratamento industrial, modificando sua estrutura e/ou composição, como tubulações de PVC, azulejos ou ladrilhos cerâmicos.

Também são organizados de acordo com sua composição, se são básicos, como areia ou cal, pois é resultado de um único material, ou se são compostos como o concreto, argamassa ou ligas metálicas, já que são resultado da reunião de dois ou mais materiais (KLOSS, 1991).

E, por fim, os materiais são classificados de acordo com a função que desempenham nas edificações. De forma geral, podemos considerar que existam cinco tipos de materiais de acordo com o papel que desempenham nas construções. Primeiramente, existem os materiais considerados principais - são aqueles que compõem os elementos estruturais de uma edificação - fundações, vigas, pilares e lajes, como brita, areia, tijolos, cimento Portland, etc. Depois, há aqueles que compõem a edificação, de acordo com a função que cada um exerce, como os materiais de revestimento, como ladrilho, azulejos; de vedação, como portas, janelas, telhas; materiais elétricos, como conduítes, condutores; hidráulicos, como tubos, registros, etc (KLOSS, 1991).

As classificações citadas acima mostram uma organização dos materiais como um conhecimento básico sobre os materiais. Porém, é preciso buscar informações mais elaboradas sobre o desempenho das possibilidades materiais, tanto de forma técnica como plástica, assim como sobre a relação custo-benefício de cada possibilidade. Há, pois, outro conjunto de informações sobre os materiais que estão relacionados a questões técnicas, estéticas e de custo. Na maioria das situações, estes três quesitos estão interligados.

As condições técnicas dos materiais estão relacionadas ao seu comportamento físico e formatos em termos de dimensões como: padronizações, propriedades físicas, resistência ou durabilidade, adaptação e trabalhabilidade. O conhecimento em cada uma das características técnicas contribui para um melhor domínio sobre todas as questões que envolvem os materiais de construção: forma de apresentação, utilização e desempenho. Quanto maior este conhecimento, mais ricos e promissores serão os testes e explorações com os materiais nas atividades projetuais.

Outro conjunto de informações sobre os materiais envolvem: padronizações, normas nacionais, especificações, terminologias e métodos de ensaio. Este último abrange todos os procedimentos relacionados à uniformização dos materiais para assegurar que cada categoria de material siga os mesmos procedimentos em todos os assuntos relacionados a ele, tais como: forma de produção, ensaios (para testar amostras quanto a desempenho e qualidade),

padronizações quanto a nomenclaturas técnicas (de acordo com entidades responsáveis como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)), dentre outras questões. Com esse conjunto de normas permite-se que se tenha uma garantia de que os materiais adquiridos estão seguindo um conjunto de regras que asseguram seu bom desempenho na edificação.

As características técnicas também envolvem as informações dos materiais quanto ao seu comportamento físico, químico e mecânico. Estas são extremamente importantes para a escolha e exploração dos materiais, pois irão permitir que o projetista compare e avalie quais as melhores possibilidades de acordo com a função que determinados materiais irão desempenhar e como irá fazê-lo. Ao pensar em um projeto de um teatro, por exemplo, que tenha um grande vão livre, a forma como o projetista o imagina e como, de fato, irá se apresentar, está diretamente relacionado tanto ao seu conhecimento das características físicas, químicas e mecânicas quanto nas explorações que realizou com o conjunto de materiais que escolheu para estudar. Compor, pois, um espaço com estruturas em concreto armado, implica em uma solução diferente de um pensado para estruturas metálicas ou em madeira, já que o desempenho, como o mecânico - compressão, flexão e tração, de cada opção, implica em conformações de tamanho, espaçamento entre peças e formas diferentes umas das outras.

Um exemplo bastante expressivo está ao comparar a sala de espetáculos do Palácio dos Soviotes, projetado por Le Corbusier com a Ópera de Arame, localizado em Curitiba e projetado pelo arquiteto Domingos Bongestabs (figuras 54 e 55). Na primeira, Le Corbusier partiu de três condições que acabaram por resultar na conformação que se vê nas figuras 52 e 53. Pretendia desenvolver um espaço com um formato de uma concha entreaberta. Desejava também que cada espectador pudesse ter a visão completamente livre, sem que nada a obstruísse. E, por fim, escolhera o concreto armado para materializar sua proposta. Assim, definidas suas premissas de projeto e o material de construção, era preciso que este se apresentasse no formato desejado e cumprisse, dentre outros requisitos, a proposta de criar um espaço interno sem obstáculos, ou seja, sem estruturas. Foi então que estas foram “invertidas”, ao invés de se localizarem logo abaixo da grande cobertura, elas se posicionaram suspensas, “segurando” a grande cobertura

através de cabos tensionados, vigas e colunas, como mostra a figura 52 (CORBUSIER, 2005). Essa solução foi resultado do entendimento das possibilidades e características de desempenho do material. Le Corbusier tinha essa compreensão ao fazer sua escolha, mostrando que era possível trabalhar com um determinado material e fazer de suas “limitações” algo que pertencesse ao projeto, ou seja, criou uma cobertura extensa e pesada em concreto armado reinventando a conhecida solução de laje, colunas e pilares - invertendo suas posições sem perder o conceito.

As figuras 52 e 53 mostram a proposta do Palácio dos Sovietes evidenciando a grande cobertura sendo sustentada por um arco parabólico em concreto, cabos tensionados e uma trama de vigas e colunas que terminam na outra extremidade em relação ao arco. Com esse conjunto foi possível manter todo o espaço interno da sala de apresentações sem nenhuma interferência estrutural como mostra a segunda figura do projeto. Com essas duas imagens é possível ver como tanto internamente quanto externamente o espaço se mostra generoso - a grande abertura de vidro permite ampliar os limites do ambiente interno assim como as estruturas externas do edifício parecem se tornar uma complexa escultura, como se fossem uma obra de arte, quebrando os limites de uma delimitação convencional do espaço construído. Enfim, todo este resultado não foi gratuito e sim fruto da compreensão profunda do arquiteto nas características técnicas e plásticas dos materiais adotados.

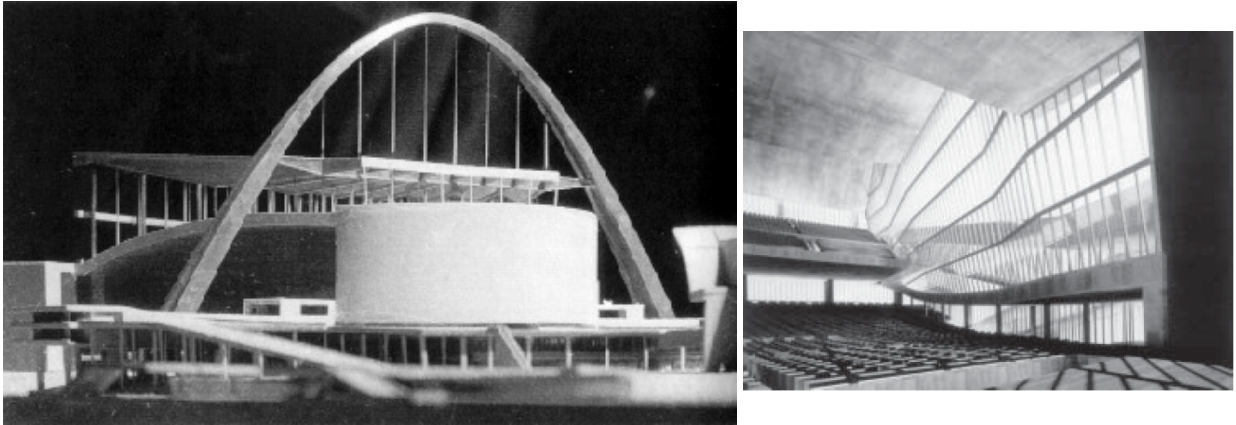


Figura 52 e 53: à esquerda: imagem do Palácio dos Sovietes projetado por Le Corbusier. fonte: <http://arquitetablog.blogspot.com.br/2011/03/luiz-nunes.html>, data: 17/04/2012. A direita: imagem do interior da sala de concerto do Palácio dos Sovietes, fonte: Collares, 2003.

Porém, uma sala de teatro pode se apresentar completamente diferente ao possuir como principal material de construção a estrutura metálica, como acontece no edifício Opera de Arame na cidade de Curitiba (figuras 54 e 55). A edificação possui um formato circular e é toda construída com tubos de aço, estruturas metálicas e cobertura em policarbonato translúcido. É rodeada por um lago artificial, sendo o acesso ao edifício feito através de uma passarela. A proposta do teatro é simples, resolve o projeto a partir de um formato circular e uma trama de estruturas, como se fosse uma teia de aranha.

A beleza, pois, do projeto está na própria escolha do material que condicionou a formação de uma estrutura toda encadeada para que alcançasse a estabilidade estrutural obtida através de arcos e colunas que se repetem no sentido horizontal e vertical. Com essa descrição, pode-se até dizer que há uma semelhança com o Anfiteatro de Flaviano – o Coliseu (figura 56), na cidade de Roma já que a solução construtiva também foi feita a partir de arcos e colunas dóricas, jônicas e coríntias em pedra. Porém, o efeito percebido entre a Opera de Arame e o Coliseu é significativamente diferente e essa constatação se dá, em grande parte, pelos materiais empregados – metal e pedra (e mármore), respectivamente.



Figura 54 e 55: à esquerda, imagem externa da Ópera de Arame Solução estrutural composta por arcos e colunas em estruturas metálicas. Fonte: http://www.tripmais.com.br/?attachment_id=1217, data: 18/04/2012, à direita: imagem do interior da Ópera de Arame, fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%93pera_de_Arame, data: 18/04/2012.



Figura 56: imagem mostrando vista externa do Coliseu. Solução estrutural composta por arcos e colunas dóricas, jônicas e coríntias em pedra. Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Colosseum_in_Rome,_Italy_-_April_2007.jpg, data: 18/04/2012.

Assim, com estes exemplos colocados acima é possível compreender a importância e influência que o domínio e a escolha dos materiais influem na solução projetual.

A aplicação dos conhecimentos técnicos nos projetos é muito ampla e determinante do que, geralmente, se pode imaginar. Uma importante característica considerada ao estudar os materiais para explorá-los no projeto diz respeito a sua capacidade de resistência ou durabilidade à agentes externos como ao intemperismo, fungos, bolores, às altas temperaturas, fogo, água, líquidos agressivos, enfim, a sua capacidade de manter suas características ao longo do tempo.

A escolha dos materiais, frequentemente leva em conta, de forma considerável, sua capacidade de resistir ao tempo.

“A escolha dos materiais podem frequentemente ser determinada pela sua resistência à mudança ou pelas suas características conhecidas sobre tempo.” (BRAWNE, 2003).

Por meio dessa preocupação sobre o efeito do tempo nos materiais do edifício ao longo dos anos muitos esforços de engenharia e arquitetura têm sido feitos para minimizar ou mesmo tornar aceitável os efeitos de desgastes. Tamanha é a preocupação que dispositivos construtivos elaborados para tal feito como saliências, molduras e pingadeiras são tão recorrentes nas obras que acabam se tornando parte da arquitetura, até mesmo, elementos decorativos (BRAWNE, 2003).

Entretanto, fato é que existe um envelhecimento inevitável dos materiais nas edificações e ao não considerar este fato é adotar uma postura negligente para com a história da arte (BRAWNE, 2003).

Porém, há exemplos que os projetistas escolhem os materiais, em parte, devido ao conhecimento da sua mudança de aspecto ao longo dos anos. O cobre, por exemplo, ao ficar exposto ao ar livre, com o tempo adquire uma cor esverdeada de forma lenta e gradual. Arquitetos como James Stirling, recorreram a esse efeito para fazer sua instalação na Bienal de Veneza, em 1991, recorrendo a recursos artificiais para criar o efeito envelhecido no cobre,

Já o arquiteto Eero Saarinen foi o primeiro a fazer uso do Aço-corten, um material composto por ligas de aço que foram desenvolvidas para eliminar a necessidade de pintura, formando, com o passar dos anos, uma aparência de ferrugem. Com o tempo a aparência que, inicialmente, é em um tom laranja brilhante passa para um tom vermelho mais escuro e, às vezes, ganha um tom marrom escuro com pequenas manchas roxas. Saarinen fez uso desse material no projeto da empresa John Deere and Company, em Moline, Illinois, EUA. No livro de Brawne- *Architectural Thought*-2003, o autor coloca um trecho de Saarinen sobre o referido projeto.

“É um material que tenho usado e que eu acho atraente precisamente por causa de seu intemperismo'natural', é um metal que tem características de madeira sem pintura.”
(SAARINEN, apud BRAWNE, 2003).

Willian Hewitt, dono da empresa queria um projeto que, ao mesmo tempo fosse moderno em sua proposta, porém não desejava algo que aparentasse sofisticação, mas que fosse robusto. Assim, Saarinen escolheu o Aço-Corten como estrutura externa de todo o complexo de edifícios que, com o tempo adquiriu uma cor semelhante ao solo recém-arado, muito pertinente para uma empresa que fabrica equipamentos agrícolas, como tratores. As figuras 57 e 58 ajudam a entender o resultado da proposta de Saarinen para a empresa John Deere. As estruturas evidenciam uma complexa composição criando um efeito exatamente como desejava Hewitt – inovador, porém austero. O tom avermelhado do material adquire uma importância considerável no projeto em si, o que fortalece a importância do conhecimento das características dos materiais e que, diferentemente do que costuma acontecer, Saarinen escolheu um determinado material

exatamente pela sua alteração ao longo do tempo e não pela sua manutenção como no estado inicial (PANNONI, 20--).

Sua escolha, ao analisar as características do material e do edifício, não foi gratuita. Houve um estudo até se chegar a um elemento que respondesse aos quesitos técnicos e estéticos da proposta. Há, mais do que um conhecimento superficial a partir de uma lista sobre as características técnicas, econômicas e estéticas como se encontra em alguns livros. Houve uma reflexão, procurando conciliar um material que desempenhasse uma resistência ao tempo e que permitisse manifestar uma composição interessante. A modificação do material com o tempo era esperada, porém sem acarretar riscos à integridade do material e da edificação, uma alteração, pois, controlada e planejada. Assim, questões econômicas, estéticas e técnicas foram pensadas de forma aprofundada e sem se limitar a materiais comumente utilizados na construção, pois, até então, o Aço-Corten era empregado na construção de ferrovias (PANNONI, 20--).



Figura 57 e 58: à esquerda - imagem de um das áreas de circulação do edifício John Deere. Fonte: http://www.greatbuildings.com/buildings/John_Deere_and_Company.html, data: 19/04/2012.

À direita – imagem de uma das vistas do edifício John Deere. Fonte: <http://harryallen.info/?p=1987>, data: 19/04/2012

Entretanto, existem muitas situações onde se verifica que não houve um estudo abrangente e aprofundado na escolha e exploração dos materiais. Estes casos logo são encontrados ao verificar o aparecimento de patologias nos materiais após pouco tempo de uso.

No período da arquitetura moderna brasileira, métodos e materiais tradicionais foram empregados de novas formas e em conjunto com novos materiais. No entanto, a falta de explorações sobre o comportamento destes novos arranjos acarretou em problemas no desempenho dos materiais. O uso da pedra, por exemplo, tradicionalmente conhecido como elemento construtivo das edificações antigas, começou a ser empregado como material de revestimento nos edifícios modernos. Porém, as placas acabam reagindo com as estruturas metálicas utilizadas para fixá-las ao corpo da edificação, causando oxidação e outros problemas (MOREIRA, 2011).

Outra situação muito comum acontece com a utilização do concreto, geralmente, devido à falta de conhecimento sobre seu comportamento e desempenho em longo prazo. Junto a este fato está uma postura que se perpetuou por muito tempo, segundo coloca Macdonald, 2003, apud Moreira, 2011, *“desenvolveu-se uma crença de que o concreto seria um material inabalável, eterno, que não necessitaria manutenção”*.

No entanto, o uso e manutenção do concreto exige uma série de cuidados que, se não observados, podem comprometer não só a aparência, mas a estrutura da edificação, o que pode causar sérios riscos a segurança de seus usuários. A umidade, por exemplo, oferece sério risco ao concreto, pois se inicia o processo de carbonatação ocasionando a deterioração gradual e progressiva do concreto e, quando atinge a armadura ocorre sua corrosão comprometendo a função estrutural da peça. Essa reação geralmente acontece com concretos porosos ou quando apresentam fissuras e trincas, possibilitando a entrada de água, oxigênio e gás carbônico, iniciando, então, o processo de carbonatação (MOREIRA, 2011).

No país e no mundo, por um período considerável (do pós-guerra até a década de 1970), o concreto aparente foi amplamente empregado nas edificações. Porém, em regiões tropicais como

o Brasil, a umidade contribuiu para ocasionar a degradação do material, ocasionando desde manchas nas superfícies a processos de comprometimento do concreto e da armadura. Além do já citado comprometimento da integridade da estrutura e, portanto, da edificação, ocorre ações, decorrentes destas patologias, que comprometem a identidade da obra arquitetônica. Por conta do aparecimento de manchas na superfície do concreto, por exemplo, ações são feitas que acabem por retirar ou camuflar o material original, como aplicação de pastilhas. Tal fato coloca em discussão a pertinência de determinadas atitudes de manutenção frente à conservação do patrimônio arquitetônico (MOREIRA, 2011). A preocupação em conservar determinados edifícios abrange não só a proposta arquitetônica e espacial, mas todo o conjunto de materiais utilizados, pois a escolha destes e a maneira como foram empregados fazem parte da proposta tanto quanto as demais características do projeto.

O intenso uso de determinados materiais em cada período, como o concreto na arquitetura moderna, é mais do que uma escolha, mas sim uma convenção de propostas, de estilo, que, em cada momento histórico se apresentam de uma maneira e que está diretamente ligada aos materiais e à maneira peculiar que são explorados. Dessa forma, entra-se em uma questão significativa compreender as possibilidades técnicas de cada material, isolado e suas combinações e interações com outros, bem como a fiscalização do modo como são aplicados, pois esta fase é, geralmente, o momento onde acontecem as falhas de construção e posteriores comprometimentos do edifício (MOREIRA, 2011).

Dois exemplos das implicações quanto às questões colocadas acima são a Igreja de Notre Dame Du Raincy (figuras 59 e 60), projetada por Auguste Perret em 1923 e a Igreja de São Francisco da Pampulha, projeto de Niemeyer (figuras 61 e 62), de 1943. Na primeira, todos os elementos vazados e os blocos de concreto tiveram de ser substituído por apresentarem fissuras e as armaduras estarem comprometidas (MOREIRA, 2011). O projeto se manteve como o original, mas o material teve de ser trocado pela falta de conhecimento quanto ao desempenho dos materiais e por manutenção. Na segunda igreja, o projeto previa que fossem feitas três juntas de dilatação na abóbada principal, em concreto, mas apenas duas foram realizadas e, mesmo estas,

foram executadas sem respeitar as devidas especificações. Assim, em pouco tempo após seu término, as pastilhas aplicadas na cobertura começaram a se soltar sendo necessária uma restauração. Neste, o problema gerado decorreu de falhas na construção devido à mão de obra pouco qualificada, às restrições orçamentárias - provocando alterações que geralmente comprometem o projeto, e ao pouco conhecimento sobre o comportamento e envelhecimento dos materiais (MOREIRA, 2011).

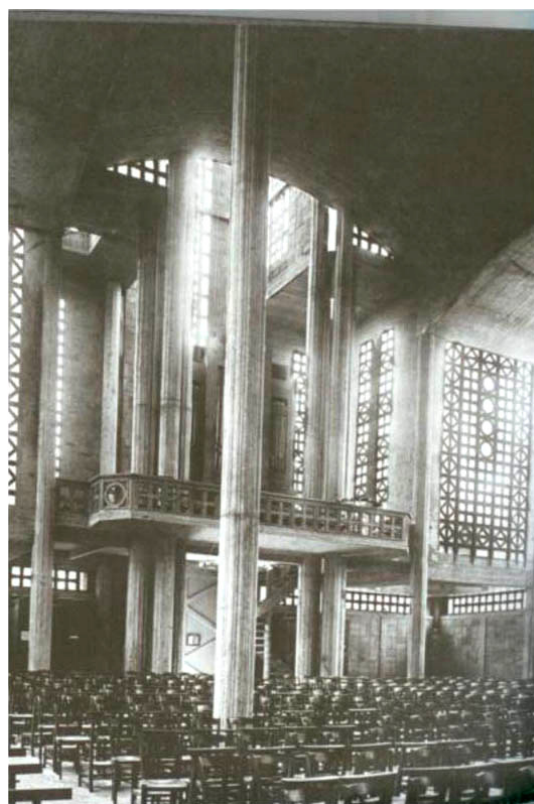


Figura 59 e 60: à esquerda- imagem mostrando vista externa da Igreja Notre Dame du Raincy, projeto de Auguste Perret, 1923. À direita: imagem mostrando interior da igreja evidenciando os elementos em concreto e os blocos vazados. Fonte: http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S1980-44662011000100008&script=sci_arttext. Data: 19/04/2012

Os edifícios modernos também sofreram as consequências da falta de um estudo mais apurado sobre as combinações entre os materiais e os modos de apresentação no corpo dos edifícios, à maneira como eram detalhados nos projetos. Muitas vezes, essa postura era consequência de um momento onde se procurava explorar a inovação de uma arquitetura nova, o

que acarreta, geralmente, no abandono dos detalhamentos já conhecidos (MOREIRA, 2011). Porém, este comportamento resultou em problemas técnicos nos edifícios o que acabou comprometendo não só a integridade da construção, mas a essência da proposta que consistia em que materiais eram colocados e como eram abordados no projeto. Um exemplo claro desta situação é o conjunto Farum Midpunkt, projeto de Windinge & Moller, Conpenhagen (figura 63), 1972. Nele, as partes em concreto ficaram marcadas pela corrosão das placas de aço corten (MOREIRA, 2011).

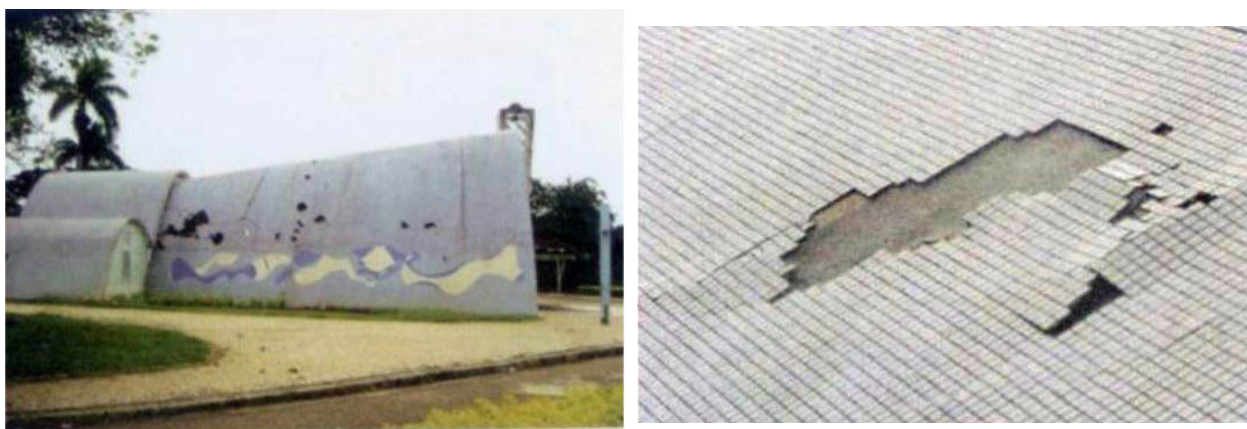


Figura 61 e 62: à esquerda – imagem mostrando abóbada central da Igreja de São Francisco, Pampulha, projeto de Niemeyer, foto evidencia abóbada central com partes sem as pastilhas. À direita – detalhe de uma das partes da abóbada sem as pastilhas. Fonte: http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S1980-44662011000100008&script=sci_arttext. Data: 19/04/2012

Além das situações já citadas acima, em boa parte do século 20, os projetistas se depararam com as inúmeras possibilidades proporcionadas por novos materiais que entravam no mercado como linóleo, fibra de vidro, madeira compensada, acabamentos plásticas, metálicas, vitrificadas, dentre outros. Porém, não havia um conhecimento muito claro sobre suas qualidades, propriedades técnicas, desempenho, formas de aplicação e manutenção (MOREIRA, 2011).



Figura 63: imagem de parte do projeto do conjunto Farm Midpunkt, projeto de Windinge & Moller, Conpenhagen, 1972. Detalhe para as partes em concreto que ficaram marcadas pela corrosão das placas de aço corten. Fonte: http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S1980-44662011000100008&script=sci_arttext. Data: 19/04/2012

Assim, ao mesmo tempo em que se abria um campo vasto de possibilidades na arquitetura, encontrava-se, também, os desafios e dificuldades quanto às técnicas de aplicação e exploração que, em muitas situações, ainda não havia complementos disponíveis pelas indústrias, para finalizar uma proposta. Em outras situações, edifícios modernos que haviam utilizado pastilhas cerâmicas fabricadas em série, não tiveram como repor quando preciso já que sua produção sofrera interrupções. Em outras, obras inteiras correm o risco de terem de ser demolidas por possuírem materiais que só mais tarde constatou-se que ofereciam riscos à saúde como acontece com o cimento amianto. Sua retirada, para muitas obras brasileiras irá comprometer sua

autenticidade ou, até mesmo, acarretará sua demolição. Como coloca Moreira, 2011 - *“Não havia suficiente experiência técnica acumulada para lidar com toda a diversidade de materiais e técnicas da arquitetura do século 20”*.

O conhecimento acerca das características dos materiais permite ter uma compreensão melhor das possibilidades construtivas para o projeto bem como evitar que a proposta sofra problemas fruto de patologias. Neste, ainda há considerações importantes quanto à conservação de edifícios de valor arquitetônico e histórico, como coloca Moreira:

“A estratégia de um processo de conservação em tais edifícios não pode ser apenas “consertar” o que deu “errado” ou envelheceu precocemente”. A intervenção do material deve respeitar sua autenticidade. No entanto, não podemos superestimar o valor dos materiais, porque, como já foi notados por vários autores, os materiais por si só não definem a essência dessa arquitetura, mas a forma como eles foram usados e o espaço que eles criaram. Isso não é uma permissão para que sejam consideradas as diferentes intervenções que ele sofreu para se voltar a uma condição imaculada e ideal, mas para alertar que o conceito de autenticidade deve ser ampliado para incluir espaço e intenção projetual (ALLAN, 1996, p. 126; SAINT, 1996, p. 20- 22; DE JONGE, 1998, p. 155)

...O restauro de um edifício, pois, precisa compreender qual a proposta do arquiteto para então entender como utilizou determinada técnica no material escolhido, pois esta intenção faz parte da proposta arquitetônica e, não considera-la, está-se comprometendo a autenticidade do projeto, e, portanto, do seu valor (MOREIRA, 2011).

Assim, escolher um material para um projeto e sua forma de aplicação, implica em um conjunto amplo de conhecimentos que permeia desde questões mecânicas, passando por custos de aplicação e conservação a efeitos plásticos e interações com demais materiais e sistemas. O resultado, porém, nem sempre corresponde ao estudo e exploração dos materiais quanto ao seu desempenho nesses quesitos, pois, não é raro, haverem falhas ou por estas informações não terem sido investigadas adequadamente ou por não terem sido encontradas. O acesso sobre informações

dos materiais de construção desempenha um papel considerável no estudo de exploração da materialidade no processo de projeto.

Obter meios de encontrar tais informações sobre este campo vasto de possibilidades de materiais de construção se mostra importante e pode acarretar novos caminhos nos estudos de materialidade na atividade projetiva

4.4. Fontes de informação sobre materiais e sua relação com os estudos da materialidade nos projetos.

Nas últimas décadas, com o desenvolvimento de novos materiais, como compostos reforçados com fibras de alta resistência- o vidro, o carbono, e com as variações dos polímeros, surgiram novas possibilidades para os materiais nas edificações. Entretanto, uma das dificuldades para emprega-los é a falta de algumas informações a seu respeito, como durabilidade, resistência e suas técnicas de aplicação e uso (RYOO; SKIBNIEWSKI; KWAK, 2010).

Por um lado, existe uma postura bastante comum entre os projetistas em manter uma escolha de materiais de construção entre aqueles em que já existe certa familiaridade com seu manuseio. Por outro, há uma necessidade e exigência crescente na busca de edificações feitas com programas mais complexos, economia de tempo, menor desperdício de material e dinheiro, menor impacto ambiental e energético, e a escolha e a exploração dos materiais não só faz parte do processo de projeto, mas influi fortemente no atendimento destes requisitos, cada vez mais presentes. Porém encontra-se dificuldade em obter dados sobre os materiais.

Atualmente encontramos muitos meios de publicação dos materiais no país e no mundo. Entretanto, parte considerável dos meios de divulgação ainda permanece no formato de catálogos. Estão disponíveis em formatos físicos e virtuais, porém seu conteúdo não segue, em grande parte, padronizações quanto às especificações e todo o conjunto de dados necessários para a compreensão das possibilidades de cada elemento. Essa configuração influencia no processo de projeto como um todo, pois as dificuldades encontradas ao pesquisar informações sobre os materiais de construção comprometem a escolha adequada para determinado projeto e, portanto, para a qualidade de desempenho do produto (RYOO; SKIBNIEWSKI; KWAK, 2010).

No Brasil, a tabela de materiais conhecida como TCPO (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos), editado pela empresa privada PINI, reúne em uma planilha de quantitativos de materiais uma relação de componentes. Coloca informações quanto às dimensões, características gerais, materiais e elementos que os compõem, bem como o preço de mercado de cada um dos componentes. Recentemente, a publicação passou por revisões com o intuito de se atualizar

quanto às novos produtos disponíveis no mercado, retirar aqueles que já se encontram em desuso e apresentar as informações respeitando as padronizações internacionais referentes à organização e classificação dos materiais. Assim, a tabela oferece os dados baseados em três critérios de organização – Master Format (critério desenvolvido pelo instituto norte americano de especificação de materiais de construção), o CSI (Construction Specification Institute) e pelo canadense CSA (Construction Specification Canada). Observação: informações retiradas do site Piniweb em 25/04/2012.

Nos EUA, um recurso semelhante é oferecido pelo catálogo virtual de materiais de construção: *Sweets Catalogs* editado pela empresa McGraw Hill (observação: informações retiradas do site da empresa McGraw Hill em 20/12/2010). O ambiente funciona como um banco de dados de fornecedores onde é possível encontrar diversos materiais de construção de vários fabricantes. O conteúdo é apresentado em forma de uma tabela, semelhante a catálogos, onde são informadas as características básicas de cada produto e, em muitos casos, é possível fazer download dos respectivos elementos em diversas extensões de arquivo. Esse recurso também está disponível no Brasil, mas não se encontra reunido em um único ambiente virtual.

Outro exemplo internacional é o da Coreia do Sul, onde existia uma dificuldade em fazer as especificações de projeto porque há informações incompletas, desatualizadas e em formatos variados. Muitos esforços vêm sendo feitos desde 1970 no país. Em 1978, deu início a utilização de um software conhecido como *Spectext*. Este consistia em um programa de edição de banco de dados de especificações que auxiliava o projetista. Posteriormente vieram outros, mas não havia até então uma ferramenta capaz de fazer atualizações em tempo real dessas informações, já que a velocidade de mudanças nesse campo é muito rápida. Atualmente, há muitos trabalhos voltados para desenvolver uma estrutura de especificação de materiais de construção através da internet; um deles é o programa *Spec Writer* na Coreia do Sul. Consiste de um banco de dados on-line composto por padrões de especificação, normas técnicas, uma biblioteca de materiais com mais de 45 000 itens, uma relação de mais de 60 fabricantes além de um conjunto de normas de especificação ligados às leis de construção nacional da Coreia do Sul. Este programa permite auxiliar o projetista a especificar, de acordo com o projeto que está sendo executado, seguindo as

legislações nacionais além de possibilitar encontrar seções relacionadas a partir de palavras-chave (RYOO; SKIBNIEWSKI; KWAK, 2010).

Em outros países como a Turquia (TAS, YAMAN, TANACAN, 2008) há esforços no mesmo sentido - melhorar o processo de especificação dos materiais de construção. O acesso às informações atualizadas e às fontes sobre os materiais, nas diferentes etapas da construção é um dos assuntos mais discutidos na comunidade AEC. O conhecimento acerca dos materiais é necessário para tornar os projetistas capazes de os selecionarem durante o processo de projeto. Há também a dificuldade em obter informações confiáveis e atualizadas sobre os materiais. Em um estudo feito a partir de questionários e entrevistas, identificaram-se as informações que são utilizadas e requeridas por parte dos projetistas turcos com relação à especificação de materiais, dentre elas (TAS, YAMAN, TANACAN, 2008):

- Informações técnicas: desenhos técnicos, detalhes de aplicações, facilidade de uso, condições de qualidade e segurança.
- Informações de custo: preço unitário, condições de garantia.
- Informações específicas: conformidade com padronizações do país, certificado de padronizações nacionais, desempenho, certificado ISO.
- Informações gerais: suporte de fabricação, facilidade de aplicação, características estéticas, condições de entrega, material em estoque, material importado, material novo no mercado, material doméstico.

Da mesma forma, os autores identificaram as fontes para obtenção destas informações que são variadas, desde consultas em catálogos e livros a demonstrações em feiras de exposições. A partir desta pesquisa, percebeu-se que o setor de construção turco precisa de um modelo de informação de materiais de edificação (TAS, YAMAN, TANACAN, 2008).

Ter acesso, pois, com facilidade, confiabilidade, precisão e atualização, a partir de diversos veículos de informação sobre os materiais de construção influencia, em grande parte, o processo de projeto, pois seu desenvolvimento envolve, de forma considerável, a exploração da materialidade.

Além da importância do acesso a informações sobre os materiais de construção para viabilizar a exploração de suas possibilidades no processo de projeto há de se considerar também as inovações tanto do desenvolvimento de novos materiais quanto em ferramentas relacionadas ao processo de projeto e que modificam o modo como os materiais são compreendidos e manipulados durante a atividade projetual.

5. Novas ferramentas e metodologias e as explorações com os materiais.

Nos últimos anos, a área de construção civil tem sido alvo de constantes inovações em diversas áreas. Não só incrementos quanto às novas possibilidades de materiais e técnicas construtivas têm sido disponibilizadas, mas todo um ferramental que envolve uma maior preocupação quanto à melhoria da qualidade do trabalho projetivo bem como em relação à responsabilidade ambiental das edificações. Esses novos recursos tecnológicos, ainda não fazem parte da realidade de trabalho para uma parte considerável dos profissionais de projeto e construção. No entanto, sua discussão é relevante aos estudos, pois representam um conjunto de ferramentas que logo estarão mais acessíveis e farão parte do cotidiano de trabalho e, portanto, será parte responsável das modificações quanto ao modo de pensar e fazer os projetos arquitetônicos, notadamente, no modo de explorar e utilizar os materiais de construção.

Uma das consequências dessas preocupações resultou na criação de uma ferramenta que avalia os impactos ambientais e energéticos gerados por cada atividade relacionada à construção de edifícios, inclusive de seus materiais de construção.

Devido ao fato da construção civil ser uma das maiores responsáveis pela emissão de gases do efeito estufa e pela geração de lixo, na forma de entulho de construção, muitos países vêm despendendo esforços no estudo e na busca de mudanças quanto aos parâmetros de escolha dos materiais de construção.

Um destes parâmetros desenvolvidos é a Análise do Ciclo de Vida (LCA: Life Cycle Analysis). Esta consiste em um processo que visa avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade construtiva, através da quantificação dos usos de energia, materiais e das emissões, bem como identificar e avaliar oportunidades de realizar melhorias. A avaliação inclui todo o seu ciclo de vida, abrangendo a extração e o processamento de matérias primas, manufatura,

transporte, distribuição, uso e reuso, manutenção, reciclagem e disposição final. Avalia, pois, todo o processo dos materiais de construção, componentes da construção e do edifício “*da vida até a morte*” (GOMES, 2007).

Por se tratar de um procedimento complexo e demorado - já que analisa o conjunto e todas as atividades que envolvem a edificação - a aplicação de sua metodologia tem se tornado cara e trabalhosa. Porém, o princípio contido na proposta de LCA, já tem promovido mudanças na percepção e escolha dos materiais de construção bem como a forma de serem trabalhados e aplicados nos projetos.

O modo de se projetar também têm sofrido constantes mudanças, principalmente com o aumento da consciência do poder desta etapa na melhoria da qualidade da edificação (MELHADO, 1994).

Nesse sentido, uma das novas proposições que está relacionada ao processo de projeto é o “Modelo de Informação da Edificação” (BIM: Building Information Modeling). Este veio como uma das respostas diante das inovações tecnológicas e dos avanços nas pesquisas para reduzir custos, tempo e aumentar a qualidade na construção civil (EASTMAN, 2008).

BIM é compreendido como uma postura de trabalho onde, a partir de um único modelo tridimensional, é feito todo o processo de projeto, de onde, então, são carregadas todas as informações gráficas e não gráficas, como especificações, quantitativos, planejamentos, etc. Este modelo é regido por regras paramétricas e restrições que são pré-estabelecidas tornando o protótipo capaz de compreender mudanças e realizar atualizações de forma dinâmica e eficiente (EASTMAN, 2008).

Ao implantar e utilizar o modelo integrado de informação do edifício é possível reunir todos os dados pertencentes ao projeto de uma maneira dinâmica e eficiente, permitindo que a compreensão do projeto seja feita a partir de um olhar do todo, composta por todas as disciplinas que o integram e em todos os estágios da obra. No mesmo sentido, permite-se realizar simulações, testes, obter quantitativos, propor mudanças e testá-las, sem que isso represente aumento de gastos e/ou atrasos na obra (EASTMAN, 2008).

Há um campo de possibilidades e um salto em termos de compreensão do projeto, diminuição de erros, tempo e perdas. Além da integração e o modo de trabalhar entre as equipes, outras áreas do mercado deverão estar aptas a fornecer - de forma compatível - seus produtos e informações, necessárias ao projeto (EASTMAN, 2008). Dentre estas informações estão às relacionadas aos materiais de construção.

Com o uso de BIM, as escolhas, estudos e análises a respeito dos materiais podem ser feitas com todas as disciplinas que envolvem o projeto de modo integrado. Torna-se possível elaborar planilhas de custo, estudar possíveis mudanças, realizar análises e simulações a partir destas escolhas (EASTMAN, 2008). O material de construção é, então, avaliado e trabalhado no processo sob o enfoque de seu desempenho em cada área, como é proposto por J.C. Jones em seu trabalho sobre *Método Sistemático*. Com esta postura de trabalho, a exploração da materialidade ganha um recurso bastante significativo, pois com um modelo do edifício onde todas as informações de todas as áreas de projetos, de dados de terraplenagem aos detalhamentos da cobertura, estão reunidas é possível explorar os estudos da materialidade não só de uma parte da edificação como de toda ela. Com BIM, tornar-se palpável estudar as diversas possibilidades de materiais e suas interações entre si e com os diversos espaços. Porém, existe um conjunto de infraestrutura que é requerido para que estas possibilidades construtivas sejam, de fato, estudadas e concretizadas. Uma delas é o acesso a informações sobre os materiais, como já foi citada acima, outra seriam meios técnicos capazes de produzir as novas conformações de materiais – tradicionais e novos.

Existem outros esforços na área da construção civil com o intuito de repensar e aprimorar as atuais metodologias de trabalho no processo de projeto. Dentre elas há os *Sistemas Generativos*. O estudo desta frente de trabalho começou entre a década de 1950 e 1960, quando os recursos de informática começaram a serem utilizados para resolver problemas como os de projeto arquitetônico (CELANI et al, 2008). No entanto, é importante observar que muitas das fórmulas de projeto apresentadas abaixo começaram a ser exploradas há muito tempo como em alguns trabalhos de Aristóteles e Ramon Llull, ou mesmo nos tratados de arquitetura de Palladio e de Durand (CELANI et al, 2008).

O *projeto generativo* é uma metodologia de projeto considerada indireta, pois o foco não está em gerar uma solução específica para determinados problemas, mas sim em construir um procedimento metódico, capaz de resolver problemas parecidos, mas com algumas diferenças quanto ao contexto e determinadas características. Este procedimento é considerado um *sistema generativo* (CELANI et al, 2008).

Devido a esta natureza, este sistema pode ser utilizado para três situações diferentes:

- **Otimização de soluções de problemas:** em situações de projeto onde as soluções precisam atender a critérios estabelecidos, porém sem possuir uma metodologia específica para se chegar a elas. Assim, é preciso testar todo o conjunto de possibilidades para escolher aquela que melhor atende aos parâmetros estabelecidos.
- **Geração de família de objetos:** nesta situação o problema projetual busca não apenas uma solução, mas um conjunto delas onde seja semelhante, porém com determinadas diferenciações. Esta natureza de projeto se apresenta em áreas de design industrial e também na arquitetura, na elaboração de elementos pré-fabricados. Os projetos pré-fabricados de Le Corbusier e série de casas Weimar, projetadas por Walter Gropius são dois dos exemplos que esta metodologia poderia ser aplicada.
- **Exploração:** nesta circunstância as condicionantes do projeto estão mal estabelecidas, então o sistema generativo é adotado com o objetivo de elaborar diferentes alternativas para serem avaliadas e comparadas, buscando a opção mais satisfatória (CELANI et al, 2008).

Os *sistemas generativos* são utilizados tanto para situações, onde a abordagem segue para uma busca de soluções que atendam a determinados critérios como, também, quando se busca soluções mais criativas (CELANI et al, 2008).

A utilização desta metodologia acontece em situações onde, no projeto, os problemas não estão definidos com clareza o que gera muitas possibilidades de soluções. Porém, mesmo estabelecendo critérios objetivos, que permitam avaliar as soluções, é preciso também, que as

possibilidades sejam testadas e, quando há um conjunto grande, pode consumir muito tempo. Uma alternativa é gerar apenas soluções que são mais favoráveis de serem satisfatórias. Essa estratégia é conhecida como heurística e está presente nos procedimentos de projetos tradicionais, baseados nos processos de decisão. Neste, são gerados um número menor de soluções o que pode deixar de considerar muitas alternativas criativas (CELANI et al, 2008).

Existem muitos exemplos de sistemas generativos de projeto que podem ser adotados como a metodologia da atividade projetiva, como simetria, avaliação de modelos, projeto paramétrico, grafos, fractais, gramática da forma, algoritmos genéticos, dentre outros. Dentre esse conjunto de metodologias de projeto do sistema generativo, o sistema de algoritmos genéticos se apresenta com possibilidades consideravelmente interessantes, pois o recurso permite realizar um amplo conjunto de possibilidades de soluções, através da transformação das informações em algo de natureza simbólica, para que então o computador realize as soluções e, consiga, inclusive, gerar somente um determinado conjunto, evitando que o número de soluções torne a operação inviável pelo computador e para análise de escolha de soluções (CELANI et al, 2008).

Porém, cumpre observar que os sistemas generativos de projeto, como um conjunto de possibilidades metodológicas, possuem uma importante relação com as novas abordagens na exploração e no tratamento dos materiais dentro do processo projetivo, mais especificamente, com a produção pós-industrial.

Com a utilização cada vez maior dos recursos computacionais nas diversas fases da atividade projetual, não só o projeto, mas a forma como o edifício é construído, tem modificado. Cada vez mais as distâncias entre o que se projeta e o que se constrói têm diminuído e, em grande parte, desde a introdução dos primeiros sistemas CAD/CAM (CAM- Computer Aided Manufacturing) para arquitetura. Com este método os processos de trabalho têm mudado consideravelmente desde as fases iniciais, pois se torna possível gerar um produto a partir do modelo feito no computador. Este pode ser desde peças aplicadas na obra a modelos feitos na escala do edifício (CELANI et al, 2008).

Esta nova forma de gerar os produtos é conhecida como *Sistemas de Fabricação Digital* (*Digital Fábrica*). São métodos de produção digital direcionados à construção dos produtos finais. Estes sistemas são compostos por um programa de modelagem em três dimensões (3D) associado a máquinas, como cortadoras a jato d'água e a laser e equipamentos CNC (Computer Numeric Control). A partir do programa de modelagem, os dados são transferidos para uma máquina que realiza a fabricação do modelo dado (CELANI et al, 2008).

Este sistema pode ser aplicado em diversas áreas da arquitetura, desde a concepção à produção de elementos da obra, como na produção de formas de concreto armado em formatos diferenciados e específicos. Com a figura 64, é possível ver uma destas possibilidades: em um trabalho de iniciação científica, da Universidade Estadual de Campinas, foi feito uma forma em madeira para modelar uma peça em concreto armado, a partir da modelagem digital, para uma máquina fresadora de controle numérico.



Figura 64: imagens da produção de uma forma em madeira para concreto armado a partir de uma fresadora de controle numérico, fonte: <http://www.fec.unicamp.br/~lapac/>, data: 12/07/2011.

Assim, através do recurso CAD/CAM é possível construir elementos da edificação a partir de modelos gerados no computador – que já era empregada nos métodos de produção em massa. Mas há diferenças substanciais entre esses procedimentos. O objetivo da produção em massa era gerar uma grande quantidade de cópias a partir de um determinado molde; assim, com essa atitude, o alto custo do molde seria reduzido pela quantidade de repetição e permitia realizar uma concepção e produção do edifício racionalizada (CELANI et al, 2008). Porém, com o procedimento CAD/CAM, não há mais a necessidade de um modelo para se construir um objeto, pois as máquinas, associadas aos computadores, são capazes de produzir qualquer tipo de objeto sem necessitarem de um modelo. Com a fabricação digital e a prototipagem rápida torna-se possível não só produzir elementos de projeto variados, mas também desenvolver sistemas construtivos diferenciados, não padronizados, através de variações manipuladas digitalmente (CELANI et al, 2008). Com esses novos recursos a exploração da materialidade se reconfigura – adquire uma liberdade de investigação mais ampla, pois o material escolhido ou um conjunto deles, suas interações, desempenho, plasticidade e conformação final passam a estar no controle do projetista e não no nas possibilidades oferecidas pelo mercado. Mesmo que esses recursos de fabricação digital estejam no início de sua aplicação, sendo utilizadas por alguns escritórios como de Herzog & de Meuron, Thom Fauders (Japão) e construtoras como “Projetar para Construir” (Suiça), seu uso já tem sido discutido e aplicado no ensino de arquitetura. Como resultado, a forma de compreender a materialidade nos processos de projeto adquire novas perspectivas, mas, ao mesmo tempo, exigindo novas habilidades por parte dos projetistas.

Observação: novamente, o termo sistema construtivo foi elencado, (já tendo sido empregado para o processo de projeto modular pré-fabricado do projetista João Filgueiras Lima) para designar a cadeia produtiva da fabricação digital. Adotou-se esse conceito por compreender que tal processo construtivo possui uma clareza em no desenvolvimento: de projeto, produção de elementos construtivos e construção, além de apresentarem uma natureza significativamente industrializada em cada uma dessas fases.

Como uma das consequências da utilização dos processos de fabricação digital as diferenças entre a maquete e os elementos construtivos tornam-se cada vez menores já que ambos são

gerados a partir da mesma informação. Segundo Schodek (2005, apud Celani, 2008) o processo de fabricação digital se desenvolve em duas etapas. Na primeira, são analisadas as informações estruturais de todas as partes do projeto através de um *software* CAM. Em um segundo momento, os dados são traduzidos para a máquina CNC. Esta irá gerar, em um determinado material, o modelo feito digitalmente, a partir de instruções que estarão diretamente ligadas aos diferentes processos de fabricação recorridos. Desta forma, a relação entre as técnicas de fabricação digital e a escolha dos materiais na concepção do projeto, adquire um peso importante, não só no processo projetivo como também na apresentação do produto construído (Portman et al, 2008, apud Celani, 2008) assim coloca *“a escolha da técnica de fabricação pode levar à uma estética particular devido à interpretação da geometria, necessária para produzir as partes. Essa interpretação pode ter grande influência no desenvolvimento do projeto”*. Portanto, ao se optar pela metodologia de fabricação digital no trabalho projetivo, a abordagem dos materiais, neste processo, também se reconfigura diante de uma nova relação entre projeto e construção (CELANI et al, 2008). Nesta abordagem de projeto, é necessário compreender o estudo da materialidade a partir tanto dos estudos de exploração das possibilidades espaciais e estéticas quanto do modo como o material será aplicado à determinada técnica construtiva, bem como ao conjunto de métodos construtivos que são empregados para realizar toda a edificação.

Esta cadeia produtiva, aonde o projeto e a construção são feitos a partir do trabalho digital, é chamada de *“file-to-factory”*, traduzido como *“do arquivo para a fábrica”*. O modelo em 3D, desenvolvido no processo de projeto a partir de um determinado programa digital, envia as instruções do referido modelo para as máquinas que irão executá-lo. A combinação desse procedimento de fabricação digital com a utilização dos sistemas generativos permite gerar uma grande variedade de soluções projetuais que poderão ser construídas através da fabricação digital fechando um ciclo onde a concepção do projeto e a produção do produto são feitos a partir sistemas computacionais. (CELANI et al, 2008).

Com este novo cenário de possibilidades no processo de projeto e na produção da edificação, através dos recursos da tecnologia computacional, a exploração da materialidade também se amplia e adquire novas alternativas e valores. Com os novos recursos tecnológicos, os

materiais são percebidos e explorados no projeto com uma estreita apreensão de suas possibilidades de desempenho frente ao conjunto de demandas colocado pelo projeto e pelo projetista. As adequações, então, entre o material e o projeto deixam de ser em relação ao que o mercado “convencional” pode oferecer para o que o projeto pretende do material, e então, é feito.

Diante desse novo contexto tecnológico de projeto e construção um novo panorama da exploração da materialidade se configura. Os materiais começam a se integrar de forma mais coesa com as propostas e com os desafios que o projeto se propõe a resolver. Assim, diferentemente do que se possa imaginar, as dificuldades de escolher um material adequado ao projeto não acabam porque se pode produzir um especificamente para cada projeto, mas os desafios da exploração da materialidade se remodelam, diante das novas perspectivas e possibilidades.

Hoje, os materiais de construção e componentes construtivos são produzidos e utilizados de uma maneira diversificada e complexa, além de seu uso tradicionalmente conhecido – Observação: Adotou-se o termo sistema construtivo no lugar de processo construtivo para o modo de projetar onde determinados materiais são empregados para funções estruturais, outros para vedação, outros para instalações, etc – ou com propósitos poéticos como de Kahn. Os materiais são produzidos e colocados nos projetos seguindo uma proposta de desempenho. Materiais “convencionais” - aço, concreto, vidro e madeira - são usados através de novas conformações e aplicações. O vidro para compressão, pedra para tensão, concreto, metal e madeira são confeccionados com níveis de opacidade diversos. Materiais usados em outras áreas como aeronáutica, automotiva e espacial têm sido incorporados devido ao seu uso estar diretamente atrelado ao desempenho. Há explorações de novas superfícies, texturas, espessuras, dentro de um contexto em que cada projeto possui uma exigência e uma expectativa únicas. Através de recursos tecnológicos de estudos, simulação, análises e fabricação os novos edifícios apresentam uma conformação dinâmica (KOLAREVIC, KLINGER, 2008).

O edifício do Centro de Mídia do Lord's Cricket em Londres, projeto da empresa Future Systems, é um exemplo significativo de como materiais podem ser aplicados de novas maneiras nos projetos arquitetônicos. Neste, o alumínio é usado como o material que envolve a construção. Inspirada nas estruturas utilizadas nas áreas automotivas, aeroespaciais e construção naval, o

edifício é envolvido por uma dupla camada curva de alumínio, a partir de uma técnica conhecida como “pele estrutural” ou “pele estressada”. A própria camada, chamada pela externa do objeto, suporta a carga estrutural do edifício, não sendo preciso ter as estruturas tradicionais como vigas e treliças. Esta técnica é conhecida na produção de aviões, por exemplo, onde suas “cascas” são feitas a partir de uma espécie de gaiola de ligas de alumínio (KOLAREVIC, KLINGER, 2008). Com as figuras 65 e 66, mostrando o edifício do Centro de Mídia do Lord’s Cricked, é possível ver como o uso de referências de aplicação de materiais em outras áreas permite elaborar soluções projetuais inovadoras.

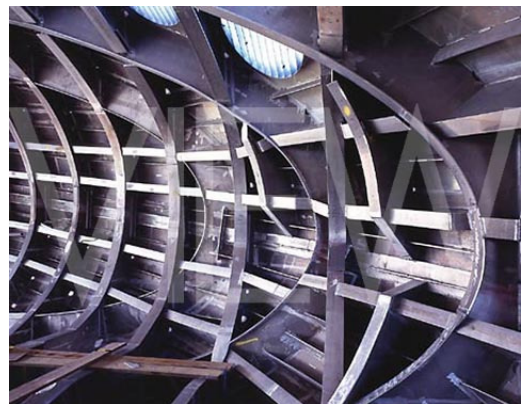


Figura 65 e 66: à esquerda - imagem mostrando o Centro de Mídia do Lord's Cricket, Londres. Fonte: <http://www.picable.com/Objects/Culture/Media-Centre-at-Lords-Cricket-Ground.741837>, data: 20/05/2012. À direita, detalhe do interior do edifício do Centro de Mídia, fonte: <http://viewpictures.co.uk/Details.aspx?ID=37726&TypeID=1>, data: 04/07/2012.

Juntamente com as novas formas de expressão arquitetônica e os novos significados da produção conceitual e material, os crescentes avanços nas ciências dos materiais têm afetado radicalmente o pensamento arquitetônico. Novos materiais têm oferecido espessuras, propriedades com mudanças dinâmicas e gradientes de composições funcionais. Com a tecnologia digital, os avanços da ciência dos materiais têm liderado um novo interesse entre os arquitetos em expressões construtivas, propriedade dos materiais e a habilidade de construir soluções espaciais e

de superfície, proporcionando novas sensações, ambos com materiais emergentes e aplicações inovadoras dos materiais “convencionais” (KOLAREVIC, KLINGER, 2008).

Dentro deste novo contexto, busca-se por materiais e unidades construtivas de envoltória, estrutura e efeito, o que seria a expressão atual dos três princípios de Vitruvio: *firmitas, utilitas e venustas* que prevê a variabilidade no volume, forma, composição, textura e aparência em um produto material único. Por conta da complexidade e peculiaridade do uso dos materiais nos projetos - materiais compostos, materiais em camadas, que comumente são utilizados em outras áreas (automotiva, aeroespacial, construção naval e outras indústrias), estão sendo considerados para possíveis aplicações arquitetônicas por meio do controle digital da produção do próprio produto devido às suas capacidades de oferecer uma determinada apresentação, efeitos funcionais e estéticos (KOLAREVIC, KLINGER, 2008). A composição destes pode ser manipulada com precisão para alcançar um critério de desempenho específico, permitindo que suas propriedades possam variar para atingir, por exemplo, uma capacidade estrutural diferente em relação à condição de estresse do local ou densidade de fibras variáveis para se obter diferentes opacidades e aparências. Ao manipular as variáveis dos compostos dos materiais, de acordo com determinados critérios de desempenho, abrem-se possibilidades construtivas e ornamentais inteiramente novas para a arquitetura. Dentre os projetistas internacionalmente conhecidos que abordam estas novas possibilidades da exploração da materialidade estão os arquitetos Jacques Herzog e Pierre de Meuron, conhecidos pelo escritório Herzog& de Meuron. Suas produções tem se destacado, dentre outras questões, pelos estudos aplicados em seus projetos quanto às diversas possibilidades de padrões, relevo, textura, bem como de como o material pode se apresentar e os efeitos de superfície resultantes (KOLAREVIC, KLINGER, 2008). Dentre alguns exemplos estão a Biblioteca da Escola Técnica de Eberswalde (figura 67), Alemanha. Nela, o volume regular, com placas de concreto e vidro, aparece sob uma nova linguagem ao apresentar imagens aderidas sobre os painéis dos dois materiais, tornando difícil diferenciar um do outro. Do mesmo modo, o Museu de Arte Walker (figura 68), Minneapolis, em Minnesota, EUA, possui como estrutura externa uma camada de alumínio que se assemelha a uma malha com características que variam do sólido, translúcido ao transparente. O edifício do Museu De Young (figuras 69 e 70), em São Francisco, EUA, também se destaca ao possuir painéis de cobre com padrões de relevos únicos em

cada um, obtidos a partir das imagens das copas das árvores do entorno. Estes painéis, que envolvem o museu, não só produzem um efeito estético, mas possuem também a função de ocultar um sistema de ventilação integrado, bem como para captar a luz externa e difundir para o interior das galerias. E, por fim, o edifício localizado em Tóquio, Japão, projetado pelo escritório Thom Fauders (figuras 71 e 72). Neste, uma proposta semelhante é utilizada, ao aplicar uma camada de uma estrutura metálica que envolve todo o edifício que possui as funções de refratar a luz solar direta, captar e canalizar a água pluvial, através de ação capilar, e proteger as áreas internas resultantes (KOLAREVIC, KLINGER, 2008). As imagens abaixo mostram os edifícios citados acima. Estes exemplos de edifícios revelam algumas das novas maneiras que os materiais têm sido explorados nos projetos arquitetônicos. Há um vasto campo de outras possibilidades, mas estes poucos exemplos conseguem ilustrar como as novas tecnologias de projeto e de produção de produto tem permitido rever como os materiais podem ser estudados nos projetos, quais as possibilidades plásticas e funcionais, como reunir estética e técnica, arte e tecnologia. Demonstram como é possível reinventar como os materiais são aplicados nos projetos, evidenciando e fortalecendo como são fundamentais no estudo do projeto.



Figura 67: Biblioteca da Escola Técnica de Eberswalde, Alemanha, Herzog & de Meuron. Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.056/509>, data: 20/05/2012.



Figura 68: Museu de Arte Walker, Minneapolis, Minesota, Herzog & de Meuron. Fonte: http://www.nodinpress.com/macaroni/73_arts.htm. Data: 21/05/2012.



Figura 69: Museu de Young, São Francisco, Herzog & de Meuron. Fonte: <http://blogs.evergreen.edu/ameliasf/2012/02/08/the-m-h-de-young-museum/>, data: 21/05/2012.

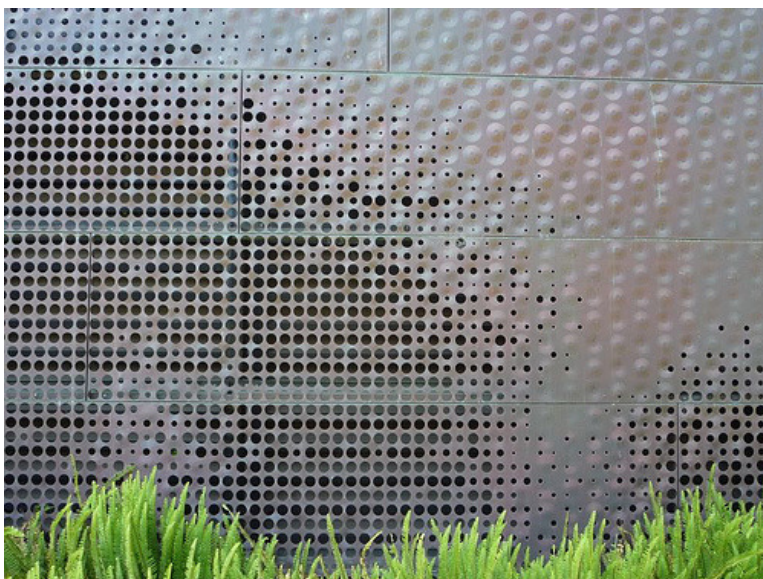


Figura 70 detalhe do envoltório do edifício com placas de alumínio. Fonte: <http://urbantick.blogspot.com.br/2011/02/book-herzog-de-meuron-v4-complete-works.html>, data: 21/05/2012.



Figura 71 e 72: À esquerda: Imagem externa do edifício em Tokyo, projeto do escritório Thom Fauders. Fonte: <http://www.popavenue.com/post/2008/08/07/Airspace-le-feuillage-architectural-design>. À Direita: detalhe da estrutura metálica que envolve o edifício. Fonte: <http://cubeme.com/blog/2007/11/09/airspace-tokyo-by-thom-faulders-proces2/>, data: 21/05/2012.

Os estudos e explorações dos materiais nos projetos também não se limitam ao conjunto de elementos de envoltória, estruturais e de espaços internos. Há investigações com intuito de integrar todas as áreas da edificação. Sistemas mecânicos, hidráulicos e elétricos podem ser incorporados nas camadas dos compostos dos materiais. Em pouco tempo a separação entre a produção dos componentes construtivos da edificação e a produção da própria edificação acabará, pois a fabricação de ambos acontecerá simultaneamente (KOLAREVIC, KLINGER, 2008).

As novas exigências e um contexto cada vez mais dinâmico da construção do espaço têm modificado não só a forma de se projetar e os resultados do projeto, mas provocado um processo de constante modificação do pensar e no utilizar dos materiais nas edificações, muito mais voltados para a capacidade de atender às exigências requeridas, tanto funcionais como estéticas, do que escolhas pela experiência de uso e custo. Mas é preciso que haja uma colaboração próxima entre as propostas de projetos inovadores e as indústrias, durante os estágios conceituais de desenvolvimento do projeto. Essa abordagem entra em confronto com os modelos tradicionais da prática arquitetônica. Porém as mudanças já vêm acontecendo em muitos lugares. A *empresa*

Front Inc, de Nova Iorque (KOLAREVIC, KLINGER, 2008) se tornou um exemplo de agência que engloba todas as áreas da construção, como arquitetura, engenharia, fabricação e construção. Assim como implanta as novas tecnologias de desenho paramétrico, análise e fabricação. Em um de seus projetos, a Biblioteca Pública Central de Seattle, EUA, as superfícies que forma a fachada são, ao mesmo tempo, a própria estrutura da construção onde, além de suportar as cargas, foram pensadas para manter o conforto interno do edifício com elementos que se movem de acordo com as variações térmicas. A estrutura é composta por uma malha de metal com placas de alumínio projetadas a partir de um sistema paramétrico, definindo as condições e necessidades que cada região do edifício precisa cumprir. Então, depois de estudada, toda sua estrutura é, posteriormente, produzida pela própria empresa (informações retiradas do site da empresa - Frontinc, data: 21/05/2012) . Nas figuras 73 e 74 é possível ver algumas das imagens da biblioteca.

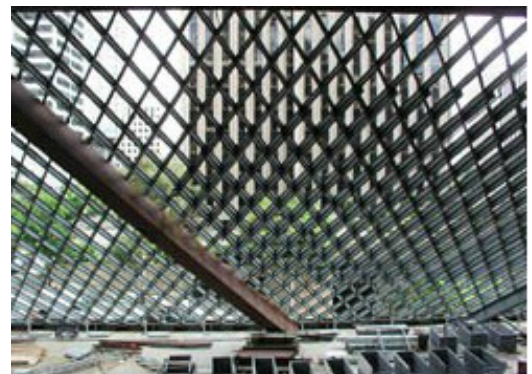


Figura 73 e 74: à esquerda - imagem externa da Biblioteca Pública de Seattle, projeto e execução de Front Inc. Fonte: <http://wirednewyork.com/forum/showthread.php?t=3778>. Data: 21/05/2012. À direita – detalhe da estrutura do edifício. Fonte: <http://www.frontinc.com/#/?type=serial>. Data: 21/05/2012.

Da mesma forma, outras firmas têm integrado o processo de projeto com a fabricação em muitos de seus trabalhos. Empresas como a *Projetar para Produzir*, Zurique, Suíça, (KOLAREVIC,

KLINGER, 2008) tem identificado um nicho da indústria da tradução da escala do modelo do protótipo do projeto para a escala real do edifício (KOLAREVIC, KLINGER, 2008).

Com isso, o perfil dos agentes do processo construtivo tem se reconfigurado como escritórios de arquitetura e indústrias de materiais de construção. Seu envolvimento com os processos de projeto e com os projetistas tem ampliado (KOLAREVIC, KLINGER, 2008).

Mesmo com uma nova conjuntura da escolha e exploração dos materiais, muito mais voltados para responder aos requisitos de desempenho do projeto do que realizar um processo de adequação entre as necessidades do projeto com o custo e a experiência do projetista com determinados materiais, há outras importantes questões envolvidas na escolha e na maneira como o material é explorado e aplicado no projeto, como as questões simbólicas envolvidas, bem como os padrões estéticos de cada período histórico.

5.1. A exploração da materialidade e suas implicações simbólicas.

A atividade projetiva envolve um conjunto amplo e complexo de questões que vão além de conhecimentos técnicos, mas que abrange todos os assuntos ligados à sociedade. No livro *Architectural Thought*, Michael Brawne apresenta um texto do arquiteto Renzo Piano, reconhecido mundialmente pelos seus projetos. No texto, coloca o que é para ele a profissão do arquiteto. Abaixo estão algumas partes deste texto de Piano que ajudam a compreender a amplitude e complexidade do papel do projetista na sociedade.

"A profissão de arquiteto é de um aventureiro, um trabalho na fronteira. O arquiteto anda em uma lâmina entre arte e ciência, entre a originalidade e a memória, entre a ousadia da modernidade e a cautela da tradição. Arquitetos não têm escolha senão viver perigosamente. Eles trabalham com todos os tipos de matérias-primas, e isto não significa apenas concreto, metal, madeira. Estou falando de história e geografia, matemática e as ciências naturais, antropologia e ecologia, estética e tecnologia, clima e da sociedade - todas as coisas que os arquitetos tem que lidar todos os dias..."

Aqueles que constroem casas fornecem abrigo: para si, para as suas famílias, para seus povos. Na tribo, o arquiteto desempenha um papel de serviço à comunidade Mas a casa não é apenas proteção: esta função básica sempre andou de mãos dadas com uma estética, expressiva, desejo simbólico. A casa, desde o início, tem sido o cenário para a busca de beleza, dignidade e status. A casa é muitas vezes usada para dar expressão a um desejo de pertencer, ou a um desejo de ser diferente.

O ato de construir não é e não pode ser apenas uma questão da técnica, pois está carregada de significado simbólico. Essa ambiguidade é apenas a primeira de muitas que marcam a profissão da arquitetura. Qualquer tentativa de resolver a ambiguidade não é o começo de uma solução - é o primeiro sinal que você está desistindo (Piano, 1997, P.10)” (BRAWNE, 2003, p.76-78).

Com este texto é possível ver que o ato de projetar envolve muitas questões, entre elas, as implicações simbólicas. Estas, por sua vez, estão fortemente atreladas à sociedade em que se está estudando ou realizando o projeto. Assim, muitas decisões tomadas no projeto consideram os efeitos dos significados, além das questões técnicas e condicionantes do projeto, notadamente, na exploração das técnicas construtivas e materiais aplicados. Desse modo, com o tempo, determinadas conjunções de estruturas físicas e composições de materiais passaram a serem facilmente associadas ao conjunto de mensagens simbólicas.

Os simbolismos podem ser religiosos, podem ser de questões sagradas, transcendentais sem, necessariamente, estarem associadas a uma determinada religião. Podem também remeter a outro conjunto de valores como o poder, como quando verificamos ao nos depararmos com edifícios institucionais e antigos palácios reais. O caráter simbólico pode, inclusive, remeter a um conjunto de valores de poder e beleza que representaram as antigas civilizações romanas e gregas e que, pela importância alcançada, se tornaram uma fonte de técnicas construtivas que são recorridas por terem atingido tamanho destaque em diversas áreas da sociedade – estética construtiva, pela beleza e harmonia ou pelos legados deixados em áreas como política e filosofia.

Desse modo, além de todas as questões técnicas que envolvem o projeto, sejam elas em relação às condicionantes do problema, sejam elas em relação às informações e técnicas atreladas à metodologias projetuais, a metodologias construtivas e da ciência dos materiais, existem as

questões simbólicas que envolvem os projetos. Assim, suas implicações também acontecem na exploração da materialidade, já que será esta manipulação que dará, consideravelmente, a mensagem a que se pretende capacitar o edifício.

Lawson coloca como parte integrante dos princípios condutores do projeto e importante fator a ser considerado, a questão simbólica. Dois trechos do livro, de outros autores e colocados por ele em seu presente estudo, mostram como esta questão adquire papel considerável na proposta projetual.

“É em termos visuais e simbólicos que o projetista concretiza, em última análise, a sua percepção e suas experiências, e é num mundo de símbolos que vive o homem. O símbolo, portanto, é a linguagem comum entre o artista e o espectador.” (RAND, 1970, apud LAWSON, 2009).

Em outro momento, Lawson coloca um trecho de Wilson. Nele o filósofo expressa seu pensamento do que é a proposta de transmitir uma mensagem que torna o edifício algo realmente de valor, a verdadeira arquitetura.

“A arquitetura imortaliza e glorifica algo. Daí, onde não há nada a glorificar não pode haver arquitetura [...] A arquitetura é um gesto. Nem todo movimento proposital do corpo humano é um gesto. E nem toda edificação projetada com um propósito é arquitetura.” (WILSON, 1986) apud LAWSON, 2009).

Ao realizar um projeto de edificação, existe, pois, um propósito de transmitir uma determinada mensagem, de tornar o projeto algo que se comunique com seu meio, com seus usuários, com os sentimentos humanos.

O propósito de dar um significado ao projeto insere-se ao conjunto de necessidades de que o projeto precisa cumprir e que, portanto, será considerado no desenvolvimento do projeto. É

então sob esse prisma que se podem compreender os significados dos diversos estilos e de assumir a existência de um conjunto de referenciais dos quais o projetista faz uso ao projetar e desenvolver uma solução.

5.1.1. Os significados, os estilos e a materialidade no projeto.

Ao trabalharem, os projetistas buscam um conjunto de referências baseadas em estilos, livros de modelos, bibliotecas, cadernos pessoais e outros registros nos quais servirão de material de referência e que, portanto, influenciará o resultado do projeto em que trabalha (LAWSON, 2009). Assim, o uso de referenciais visuais – ferramenta frequentemente utilizada pelos projetistas é escolhida e explorada nos projetos, considerando, entre as demais condicionantes projetuais, os significados a que se pretende dar ao edifício.

Ao usar o termo referências visual é preciso compreender que pertencem ao campo dos estilos arquitetônicos. Ao realizar escolhas visuais, entra-se no campo de escolha de estilos. Isto porque este termo compreende uma proposta visual completa que propõe resolver um espaço com um conjunto de regras formais, construtivas e com determinados materiais, formando uma linguagem própria. Esta, por sua vez, é formada tanto pelos significados que evoca, sejam eles de propor uma nova maneira de viver, habitar, se relacionar com o meio, quanto pelo conjunto de materiais e maneira de empregá-los. Dessa maneira, pode-se dizer que a exploração da materialidade também precisa considerar os fatores que envolvem os significados que se pretende

dar ao edifício, que podem envolver grandes questões e que, depois de difundido, seus significados ficam implícitos no conjunto de elementos que formam – os estilos arquitetônicos.

Apesar de haverem posicionamentos de projetistas e movimentos de que é possível abdicar dos estilos, sua existência permanece em qualquer que seja a circunstância. As escolhas visuais são feitas e, além disso, são necessárias e, ao fazê-lo, o estilo surge. Até mesmo no movimento moderno, onde se propunha a total rejeição de qualquer estilo, pois se acreditava que o desenvolvimento formal do projeto poderia se dar apenas a partir dos objetivos, sem qualquer alusão as referências visuais. Porém, o estilo surge tanto pela inclusão como pela exclusão (BRAWNE, 2003). Como Brawne coloca ao citar uma frase de adorno:

“A rejeição absoluta de estilo torna-se estilo” (ADORNO, 1979, apud BRAWNE, 2003).

Esta proposta defendida pelos modernistas se baseava no forte objetivo de propor soluções projetuais que fossem inovadoras em todas suas questões envolvidas. E, para alcançar tal feito, era preciso não recorrer a qualquer estilo ou linguagem visual existente, por mais que estas pudessem estar passando por um processo de evolução. No entanto, ao defenderem tal proposta, os arquitetos modernistas estavam desenvolvendo um novo estilo, já que ele se dá pelo simples fato de incluir determinadas formas e rejeitar outras (BRAWNE, 2003). Tal é perceptível esta constatação que o estilo modernista, tornou-se facilmente identificável, principalmente pelos cinco pontos apregoados na proposta moderna de Le Corbusier – construção sobre pilotis, terraço jardim, planta livre da estrutura, fachada livre da estrutura e janela em fita. Assim, o desenvolvimento de um estilo e sua consagração baseia-se em propostas, em ideias e se apresentam a partir de um conjunto físico de materiais e técnicas construtivas. Daí entende-se as mensagens que os edifícios passam ao se apresentarem com determinados estilos – moderno, clássico, rústico, tecnológico, etc. O estudo e a compreensão da exploração da materialidade, pois, precisam considerar todas estas questões, frequentemente, pouco claras nas propostas projetuais.

Muitas vezes, as decisões dos projetistas são mais sutis e não envolvem, necessariamente, a adoção de um estilo em especial. Porém, a aparente simples escolha de um ou um conjunto de determinados materiais já causa implicações pela condição de significados implícitos neles. No trecho do livro de Brawne, o autor mostra um exemplo significativo desta situação:

“A escolha do material de revestimento no caso do Centro Getty, que já foi discutido, mostra como podemos começar por escolher para excluir toda uma gama de possibilidades simplesmente sobre a conotação de que é inerente aos elementos. Seria difícil imaginar que Richard Meier escolheria tijolos vermelhos para fazer um prédio. Isto pode ser devido à incapacidade do tijolo escuro de produzir superfícies refletoras de luz – tão característica da arquitetura Meier - e, igualmente, para a ligação entre o tijolo e a arquitetura colonial na América” (BRAWNE, 2003).

Assim, o projetista, ao excluir um amplo conjunto de materiais e composições, está excluindo, também, determinados estilos. Da mesma forma que, ao incluir apenas alguns materiais, resulta em um conjunto limitado de soluções formais. Este conjunto limitado de possibilidades formais é compreendido como estilos como romantico, gótico, art nouveau (BRAWNE, 2003).

É então que se pode apreender que cada estilo reúne, em si, um conjunto de disposições, de ideias e modos de pensar e que, este conjunto de significados se comunica através do modo como a materialidade se apresenta. A partir desta forte relação entre ideia e materiais que acontece a transmissão da mensagem simbólica dos edifícios.

Mesmo hoje, esta forte relação entre os símbolos e a maneira como a materialidade das edificações é explorada é percebida em muitos projetos de arquitetos. As duas igrejas feitas por Sigürd Lewerentz, a de São Marcos (figura 76) em Björkhagen (1956), nos arredores de Estocolmo, Suécia e a Igreja de São Pedro (figura 75) em Klippan, Suécia (1963), próximo de Helsingbor (MOREIRA, 2006), são um significativo exemplo desta relação.

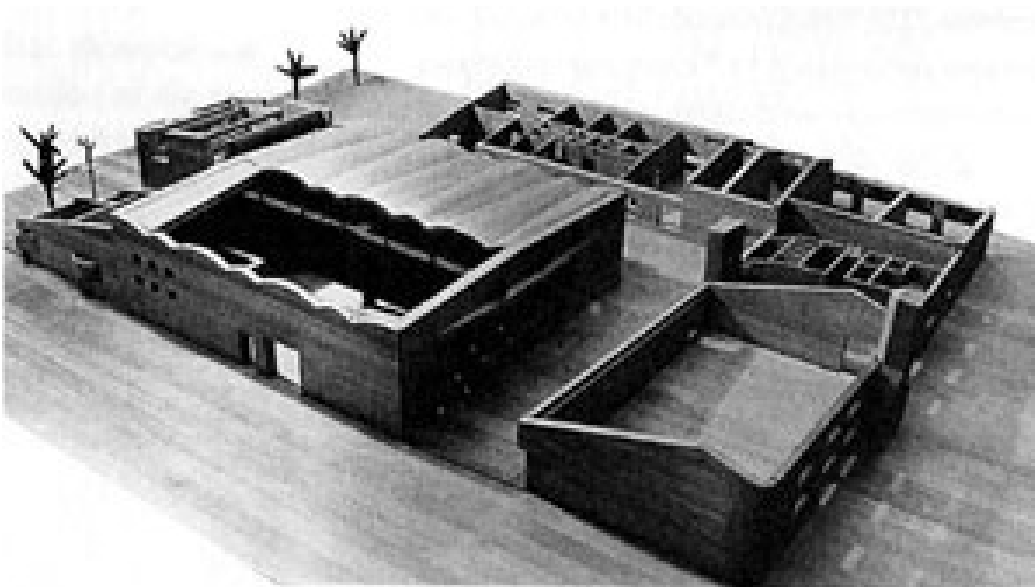


Figura 75: maquete da Igreja de São Pedro, Klippan, Sigürd Lewerentz. Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.075/328>, data 29/02/2012.

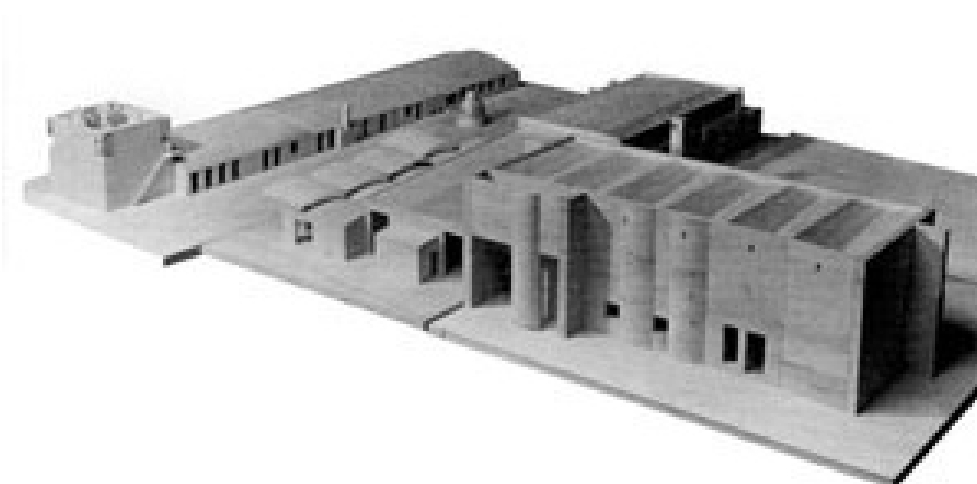


Figura 76: maquete da Igreja de São Marcos, Björkhagen, Sigürd Lewerentz. Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.075/328>, data 29/02/2012.

Lewerentz não foi um integrante do grupo de arquitetos reconhecidos mundialmente, mas sua proposta projetual é dotada de uma riqueza, notadamente quanto ao tratamento dos materiais.

O trabalho do arquiteto foi resgatado na década de 1980 e, dentre as características que lhe configuram, três delas merecem apresentação. A primeira esta relacionada ao fato de Lewerentz ter alcançado um equilíbrio entre a proposta moderna, que se difundiu em todo o mundo, com as condições particulares da região em que trabalhava. Foi capaz de criar obras que integrassem o regional com as paisagens, com a luz e a cultura do país em que viveu, com a proposta funcionalista do modernismo, desenvolvendo uma nova maneira de aplicá-la (MOREIRA, 2006). Em segundo lugar, Lewerentz dosou este tratamento entre o regional com o moderno funcionalista através do modo como apreendeu e trabalhou com os materiais em seus projetos. Moreira, assim coloca sobre seu modo de trabalhar com os materiais:

“Lewerentz sabiamente utiliza novos materiais, como o aço, lado a lado com materiais tradicionais, como o tijolo. Ele tem um grande respeito pelos materiais e procura explorar ao máximo o potencial de cada um, sobretudo por meio de detalhes inventivos que caracterizam um sentido ético de construir” (MOREIRA, 2006).

E, uma terceira importante característica do arquiteto, está ao fazer parte a um pequeno grupo de arquitetos do século XX que conseguiram reinventar o espaço sacro (MOREIRA, 2006). O contexto que envolve o entendimento aprofundado sobre as mensagens simbólicas sagradas requer um estudo aprofundado e complexo – o que não é objetivo da pesquisa. Assim, o intuito é apenas exemplificar um trabalho significativo em relação entre processo de projeto e a exploração da materialidade.

No exemplo destas duas igrejas de Lewerentz é possível analisar, com clareza, como o arquiteto trabalhou com os materiais para desenvolver um ambiente tradicionalmente carregado de simbolismos. Importante colocar que nestes dois exemplos as igrejas são protestantes - que

possuem uma tradição em não utilizar imagens em suas construções. Tal característica possibilita aos projetistas a realização de um trabalho mais interessante e independente para criar uma referência religiosa através, apenas, das composições do espaço e da luz (MOREIRA, 2006).

Além das igrejas não recorrerem ao uso de imagens para a composição dos espaços, Lewerentz usou como uma das estratégias de projeto o conceito espacial das igrejas primitivas onde o altar se posicionava no centro do espaço. Outro ponto importante é que o arquiteto apesar de proporcionar certa regularidade entre os volumes não estabeleceu uma simetria, ordens ou mesmo progressão axial no seu interior (MOREIRA, 2006). Apesar de não recorrer a forte simetria que caracteriza estas edificações, o arquiteto fez uso de abóbadas em suas duas igrejas que por muitos séculos esteve fortemente associada ao ambiente sagrado, porém seu emprego se deu de forma diferente do que se costuma ver nas igrejas. Na edificação em Klippan, as abóbadas crescem em direção ao centro do edifício, onde está o altar, mas também ora se expandem ora se contraem entre as paredes (MOREIRA, 2006). A figura 77 mostra um detalhe das abóbadas da igreja de São Marcos, evidenciando as suas diversas evoluções nas extremidades.



Figura 77: interior da Igreja de São Marcos, Björkhagen, mostrando as abóbadas, Sigürd Lewerentz, fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.075/328>, data 29/02/2012.

Assim, o conjunto de estratégias espaciais e construtivas adotados por Lewerentz mostra uma proposta para a construção de um ambiente simbólico totalmente diferente do que geralmente se costuma ver – sem imagens, adornos, simetria, e posição do altar. No entanto, mesmo sem todas as ferramentas construtivas tradicionalmente conhecidas, o arquiteto consegue transmitir um conjunto de simbolismos pela maneira como apreende e explora a materialidade do projeto e suas interações com a luz.

É através do uso dos materiais e do controle da luz que Lewerentz constrói um espaço que consegue provocar todas as sensações que um ambiente religioso estimula. São detalhes que capacitam o edifício para tal feito, como a luz que entra sob uma penumbra, revelando, aos poucos, o espaço. Seus limites e conformações surgem lentamente, conforme se entra em cada nova parte (MOREIRA, 2006).

Nas duas igrejas, o material utilizado é o tijolo de barro e é através dele que a luz invade o interior das igrejas, seja por meio de pequenos espaços, propositalmente deixados entre os tijolos, seja através dos rasgos profundos nas paredes, criando um contraste entre a área iluminada com as superfícies escuras dos tijolos (MOREIRA, 2006). Esta combinação entre o claro e o escuro se modifica ao longo do dia, o que aumenta as diferentes percepções do espaço e suas correspondentes sensações. Nas figuras 78 e 79 é possível ver como o arquiteto trabalha com o tijolo nas paredes, piso e abóbadas, juntamente com as aberturas, que permitem a entrada de luz de forma estratégica, permitindo que o espaço seja revelado aos poucos.

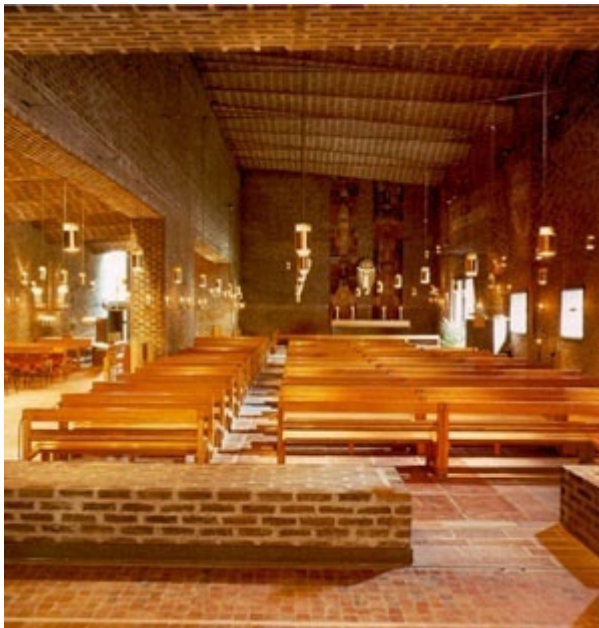


Figura 78 e 79: À esquerda- imagem mostrando interior da Igreja de São Marcos, à direita – imagem mostrando interior da Igreja de São Pedro. Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.075/328>, data 29/02/2012.

De acordo com Moreira, na arquitetura clássica, há uma tradição em que os detalhes expressam uma unidade que está presente em cada parte e no todo do edifício. Os detalhes não são gratuitos, mas pertencem à proposta que se apresenta em todas suas partes constitutivas,

como uma coluna que servirá de referência para todo o edifício, do mesmo modo que o raciocínio do projeto canônico de Broadbent. Nas duas igrejas de Lewerentz, o tijolo de barro é este elemento de referência e que confere unidade a toda a edificação (MOREIRA, 2006).

Assim, o arquiteto define um tipo e tamanho de tijolo e o utiliza para construir todos os dois edifícios – paredes, abóbadas e os pisos. Seu respeito ao material era tanto que adotou a postura de que nenhum tijolo seria cortado, sendo a argamassa que deveria se adaptar às medidas dos espaços. O resultado são superfícies que variam, ora os tijolos parecem estar imersos a uma grande massa, ora eles parecem estar reunidos quase que sem rejunte algum (MOREIRA, 2006). Lewerentz respeitava e apreciava tanto o tijolo que o aplicava sem camuflar suas imperfeições e sem colocar qualquer acabamento (figura 80). Esta postura cria um efeito rustico, que parece conversar com o meio externo entre a terra e a vegetação e, ao mesmo tempo, parece dar uma sensação de confusão, pelas diferentes ordens e padrões de organização nas paredes e no piso (MOREIRA, 2006). Moreira assim coloca sua maneira de ver o projeto de Lewerentz para as duas igrejas

“O fato de um tijolo ser tratado diferentemente de outro tijolo resulta de condições específicas que são essencialmente únicas, mas que continuam coerentes com o todo. Cada ponto, junta, forma é cuidadosamente pensando como um esforço para fortalecer as características e qualidades de cada material. Essas igrejas expressam uma ética de construir, uma verdade arquitetônica. Há uma radical aniquilação da diferença entre material e superfície, construção e decoração. O uso dos tijolos talvez tenha sido uma forma de retornar às origens do fato arquitetônico e de expressar a verdade do fato arquitetônico” (MOREIRA, 2006).

Michael Brawne, em seu livro *Architectural Thought*, também faz referência ao projeto das duas igrejas de Lewerentz quanto à sua maneira de trabalhar com os materiais:

“A igreja em Lewerentz do Klippan e sua igreja mais recente em Björkhagen são exemplos maravilhosos de tomar um material - tijolo - e celebrar a sua natureza com amor”. Lewerentz reconhecia que para fazer uma parede você precisa tanto do tijolo quanto da argamassa. Ambos são dado o seu devido peso. Muito dos frequentes visitantes ao local persuadem os pedreiros de que há mais do que uma maneira de fazer uma parede de tijolos.

Ambas as igrejas foram construídas em um período em que a "verdade dos materiais" era uma crença fortemente arraigada. Derivado de Ruskin, perpetuada por Frank Lloyd Wright, tornou-se um mantra da arquitetura moderna, ficou confinada em uma paleta limitada de materiais em uma postura Brutalista e tendeu a ser menos importante para as propostas arquitetônicas no final do século 20. Em seu auge, era uma questão clara da moralidade. “O imperativo moral teve no início no século 21, mudando para questões ambientais que afetam a toda a arquitetura, incluindo, crucialmente, a seleção de materiais” (BRAWNE, 2003).

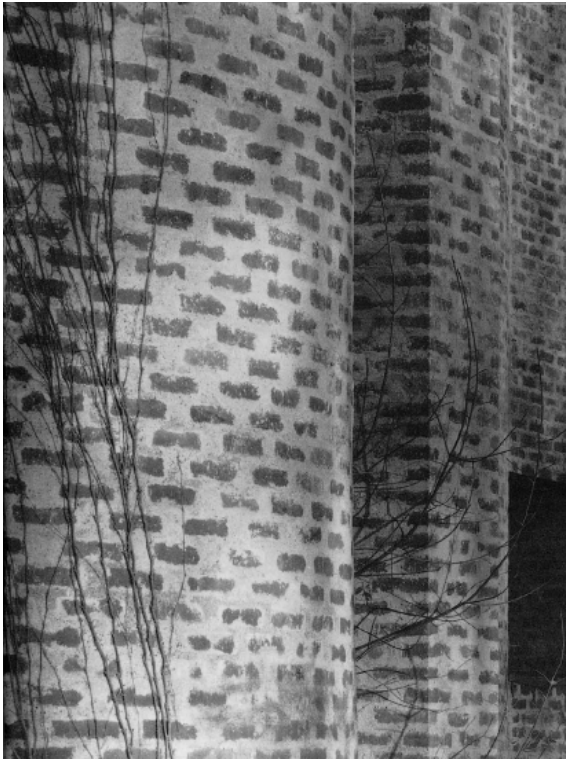


Figura 80: imagem mostrando o detalhe de uma parte da fachada da Igreja de São Marcos composta por tijolos e argamassa. Fonte BRAWNE, 2006.

Segundo Moreira, há, sim, um aspecto rústico, de simplicidade que emana da forma como os materiais se apresentam nas igrejas, dos seus detalhes à percepção do conjunto. Porém, diferentemente do que apresenta Brawne, Moreira coloca esta maneira do arquiteto explorar a materialidade como o resultado de uma postura de respeito aos elementos, ao mostrá-los de modo silencioso, simples. O termo brutalismo, para Moreira, pouco diz ou mesmo se aproxima da descrição de arquitetos que estão *“envolvidos em suas próprias investigações arquitetônicas, como Stirling, Le Corbusier, Kahn e o casal Semitono”* (MOREIRA, 2006).

Assim, a forma como Lewerenz apresenta os materiais em seus dois projetos evidencia mais do que uma adoção de simplicidade, mas de respeito à natureza deles, tratando-os como verdadeiramente se apresentam, com suas imperfeições e potencialidades, da maneira como são.

E é a partir desta postura que o arquiteto constrói um espaço extremamente simbólico que são os espaços destinados ao culto religioso.

Basicamente, Lewerentz trabalha com dois materiais nas duas igrejas – tijolo e vidro. Seu respeito às particularidades de cada um é tanto que o resultado da composição parece permear entre a tensão provocada por sua composição e a harmônica união, tornando difícil distinguir um do outro. Isso só se torna possível pelo respeito à integridade de cada material que não disputam entre si, mas acabam por engrandecer suas potencialidades (MOREIRA, 2006).

Assim, as igrejas representam exemplos bastante significativos de como é possível reinventar o ambiente cheio de simbolismos através do modo como explora a materialidade nos projetos de arquitetura.

Por fim, Moreira finaliza seu artigo mostrando a importância do trabalho de Lewerentz e este trabalho se verifica não nos livros, mas nas suas próprias obras, resultado de intenso trabalho, na sua capacidade de refletir em cada detalhe e de se comunicar através dos materiais. Seu trabalho é pensado para o homem e para o meio em que vive edifícios que envelhecerão com o tempo, assim como o homem e, como tal, contarão sua história através da ação do tempo nos materiais, em sua materialidade.

“Essas igrejas constituem atos de integridade arquitetônica. As lições de Lewerentz encontram-se não em artigos ou livros, mas na igreja em si própria, na procura de um significado no trato da luz, na atenção dada a cada detalhe, e da forma como ele fala por meio dos materiais. São igrejas feitas para seres humanos, para serem vivenciadas por seres humanos. Elas irão envelhecer graciosamente e já estão mostrando sinais desse envelhecimento. E como tal, estão contando histórias dessas vivências e criando seus próprios lugares no universo” (MOREIRA, 2006).

O trabalho de Lewerentz evidencia um passo a mais no estudo da exploração da materialidade, pois consegue elaborar um ambiente sacro adotando, como ponto de partida, o tijolo de barro, procurando compreender suas características enquanto unidade material e

possibilidades construtivas. Estas, então, se tornam suas ferramentas para desenvolver o ambiente religioso, evocando sensações.

Entra-se, então, no estudo da compreensão da capacidade dos materiais, na escolha e forma de aplicação, em provocar sensações nos usuários dos ambientes construídos. Este é um tema que foi profundamente estudado por arquitetos importantes como Le Corbusier e Louis Kahn.

5.1.2. A exploração da materialidade nos projetos e os efeitos de luz, sombra, texturas, sensoriais.

A condução do processo de projeto através da comunhão entre as condicionantes do projeto e a exploração da materialidade e seus efeitos de luz, sombra, textura acontece em todos os processos de projeto, porém, poucos são os que possuem a consciência desta relação e condição. A explicação para esta situação em que pouca atenção é dada a exploração dos materiais nos projetos é colocada por Brawne.

Segundo o autor existe uma dificuldade, por parte dos estudantes de arquitetura, em explorar os aspectos materiais no projeto, em trabalhar com as características de solidez, refletividade, textura, cor, dentre outras coisas que formam o edifício. Para ele, a grande causa se deve ao fato de que os estudantes e projetistas têm uma ausência do significado visual, que incorpora, simultaneamente, tanto a forma quanto o material com igualdade de precisão. Não há uma experiência e uma familiaridade com a manipulação dos materiais durante o processo de projeto por parte de estudantes e arquitetos (BRAWNE, 2003).

Verifica-se que entre estudantes e projetistas há uma dificuldade em apreender os materiais em seus trabalhos, em estudar suas possibilidades como parte significativa no projeto.

Por outro lado, o caminho a ser percorrido para obter um aprofundamento e habilidade com a manipulação dos materiais representa um campo vasto de temas no processo de projeto. Inovações tecnológicas em técnicas e materiais, movimentos arquitetônicos que desenvolvem novas maneiras de viver e se expressar, metodologias e ferramentas projetuais que influenciam na maneira como o estudo da materialidade é compreendido e aplicado e as implicações simbólicas e sensoriais que envolvem a manipulação e exploração dos materiais representam alguns destes assuntos, discutidos nesta pesquisa.

Há de se considerar também, os significados poéticos embutidos em cada material, sua associação com a forma como foi feita e o prazer visual e tátil promovido. Estas características também estão associadas ao momento histórico marcado, dentre outras questões, pela forma de expressão artística e a mensagem que pretendiam passar, os padrões de beleza, os recursos técnicos e econômicos disponíveis, etc. A escolha e a forma de uso dos materiais nas edificações facilmente se tornam simbólicos em relação a um determinado período histórico (BRAWNE, 2003).

Mesmo no desenvolvimento do projeto não se pode deixar de considerar a influência exercida por soluções já feitas, nos quais já houve uma sondagem satisfatória sobre o problema de uma natureza semelhante. Este resultado entra no conjunto de memórias de soluções projetuais assim como de arquiteturas do passado. Além deste repertório existe a influência de uma série de forças dos quais o projetista não pode fugir – arquitetônica, social e econômica. A força também do estilo - do que é visualmente desejável e aceitável em um determinado período. Esta condição costuma limitar o conjunto de modelos possíveis (BRAWNE, 2003).

Além das implicações destas condicionantes relacionadas diretamente ao projeto, a partir do século XX, segundo Brawne, as preocupações ambientais começavam a ganhar cada vez mais força, afetando toda a arquitetura, principalmente a seleção dos materiais. (BRAWNE, 2003).

A exploração dos materiais está fortemente atrelada aos recursos tecnológicos de projeto e produção, ao desenvolvimento de novos materiais e novas possibilidades daqueles já conhecidos. Mas, diferentemente do que se possa supor a escolha e a forma em que o material se apresenta no projeto, então construído, está muito mais relacionado com especificidades inerentes ao projetista, sendo elas: o modo como o arquiteto vê e faz arquitetura e como entende o mundo a sua volta. Mesmo analisando estes temas acima citados, como foi feito até agora na presente pesquisa, a maneira como estes diversos fatores se manifestam e interagem pode se mostrar dos modos mais diversos possíveis. Isto porque depende do modo de trabalhar de cada projetista, não sendo possível definir um padrão. É então, preciso estudar o trabalho do arquiteto, procurando

entender seus princípios e seu modo de trabalhar. Para isso, foram analisados alguns arquitetos e determinados trabalhos seus, para aprofundar o entendimento de como se dá a exploração da materialidade no processo de projeto.

6. O estudo da materialidade no processo de projeto – relatos de arquitetos.

Os relatos se baseiam no conteúdo de três livros pertencentes a uma mesma coleção – *Conversa com Estudantes*, publicado pela editora Gustavo Gili. Esta coletânea de livros é constituída de 17 volumes onde em cada um é apresentado um projetista importante do cenário moderno e contemporâneo arquitetônico mundial.

A coleção tem como proposta apresentar os assuntos que envolvem a arquitetura, de uma maneira acessível e pedagógica. Os temas são abordados de duas formas. Primeiro, através de uma estrutura de diálogo, onde um arquiteto fala sobre algumas de suas obras e explica conceitos relacionados, como suas condicionantes, necessidades, objetivos, desafios encontrados, o partido escolhido, sistema construtivo e o resultado do projeto. Os arquitetos também comentam o que pensam sobre diversos assuntos envolvendo a arquitetura, como a cidade, o ensino de arquitetura, sua forma de ver e entender o mundo, a atividade projetiva, o papel e a importância dos arquitetos e o papel da arquitetura no contexto em que viviam ou vivem.

Em uma segunda parte estudiosos sobre cada arquiteto se aprofundam sobre pontos importantes discutidos pelos projetistas entrevistados.

A estrutura simples de diálogo permite entender os conceitos explicados pelos arquitetos de forma clara e sem intermediações, pois é a transcrição das palavras do projetista. Torna-se, pois, uma importante fonte de aprendizado para a formação (que é contínua) de todo arquiteto.

Deste modo, a natureza dos livros permite conhecer quais os princípios que os projetistas carregam e a própria dinâmica de trabalho ao exemplificar alguns projetos executados.

Rowe assim defende em seu livro sobre a decisão de utilizar exemplos de projeto descritos pelos seus autores como fonte de estudo:

“Entretanto, independente do ponto de vista que se adote” o projeto parece ser um meio fundamental de investigação por onde o homem percebe e dá forma a ideias de habitação e assentamentos. “Mais do que isso, o projeto é uma forma prática de investigação na medida em que está preocupado em fazer certos lugares comuns uteis, independentemente de seus benefícios exotéricos” (ROWE, 1995).

6.1. Metodologia para análise dos livros.

O objetivo do estudo destes livros é buscar nos relatos, depoimentos e informações que permitam compreender o processo de escolha e tratamento dos materiais durante o desenvolvimento do projeto. Alguns temas e partes da publicação não foram considerados na análise por não estarem relacionados com o presente estudo. Tais temas abordam questões mais amplas relacionadas à prática e ao ensino arquitetônico como urbanismo, qualidades desejáveis para um professor de arquitetura, reflexões sobre as cidades contemporâneas, dentre outras questões.

Optou-se por discutir os livros de Rem Koolhaas, Louis Khan e Santiago Calatrava, pois cada um apresenta um modo diferente de abordar os materiais. Cada projetista possui uma maneira de projetar que influi diretamente na exploração da materialidade. Enquanto Koolhaas procura o inusitado para suas soluções de projeto, Kahn se dedica a encontrar o papel cívico de cada instituição que projeta. Já Calatrava busca inspiração para seus projetos a partir de referências na natureza, nas formas humanas e nas composições estruturais que garantem a estabilidade física nas edificações. É então a partir dessas formas de projetar que os arquitetos escolhem e manipulam os materiais. Representam, assim, uma amostra pequena, porém rica de como os materiais são explorados pelos projetistas a partir de suas próprias explicações.

É importante esclarecer que esses três livros não tratam especificamente da exploração da materialidade no processo de projeto. O objetivo da coleção é apresentar arquitetos reconhecidos

através de seus mecanismos de trabalho e alguns de seus projetos de forma acessível para os estudantes de arquitetura. No entanto, esse material se revelou significativo, pois conseguiu fornecer informações relevantes à pesquisa na medida em que os livros trazem relatos dos próprios projetistas sobre o modo de trabalhar e como chegaram à solução de alguns de seus projetos. Em meio a esses discursos, os projetistas abordam sobre a questão dos materiais – relatam qual o papel deles na arquitetura e em seu modo de projetar e como trabalham com esse assunto no processo. Assim, por existir uma limitação em termos de tempo para a realização da pesquisa e assim realizar entrevistas com determinados arquitetos da região do estado de São Paulo, essa fonte secundária mostrou-se importante para complementar os estudos.

6.1.1. Livro Rem Koolhaas Conversa com Estudantes.

O autor Sanford Kwinter discute os princípios que regem o trabalho de Rem Koolhaas. Apresenta uma análise detalhada de todas as características do trabalho de Rem Koolhaas e todos seus princípios. No entanto, serão colocados aqueles que estão relacionados com a exploração da materialidade.

Entre os pontos que são colocados para definir a proposta de trabalho de Koolhaas, dois deles se destacam – o primeiro é sua relação de trabalho com a metrópole. Koolhaas é um estudioso das cidades, seu trabalho está diretamente atrelado com a relação da arquitetura e as implicações recíprocas com a metrópole, sempre voltado para o que esta por vir, em novas possibilidades através de uma postura crítica de reflexão - aos modos de vida, ao contexto urbano e às respostas que a arquitetura pode oferecer.

O segundo ponto está relacionado à preocupação com o projeto em não se tornar algo estático, mas em um edifício que seja pensado em meio a um contexto com mudanças frequentes.

Dessa maneira, o que se verificou no livro, através do relato do próprio arquiteto e das explicações sobre alguns de seus projetos, foram uma preocupação e importância à exploração dos materiais como parte substancial de sua investigação projetual para se chegar a uma solução que tivesse como princípio esta busca pelo novo, pelo não convencional e esperado.

Para Koolhaas, a arquitetura deve ser algo que fuja a tudo que possa ser predeterminado, ao convencional. O arquiteto tem como um de seus princípios a busca incessante pelo inusitado, pela fuga ao que já se conhece e esta investigação se dá na materialidade.

A “arquitetura torna-se perigosa quando renuncia a tudo que é predeterminado” (KOOLHAAS, 2002) como, ao fazer uso de modelos fixos e/ou ao utilizar materiais preestabelecidos. A atividade perigosa deriva do uso da materialidade como ferramenta para construir, aliado às condições históricas e não através dos “usuais campos da geometria, da alvenaria, da pedra, do vidro”.

A materialidade é abordada e desenvolvida no projeto com o conceito de que é fluida, móvel, palpável para ser trabalhada, transformada, capaz de se expressar através da forma e de provocar sensações em seus usuários. Este processo de trabalho manipulando propriedades, interações e novas composições está presente em toda *techné* como também em ciências como metalurgia antiga, orientação náutica, astronomia, etc.

“A manipulação do foco da viscosidade, da direção e da fibrosidade desses fluxos materiais, prova complexas reações naturais ou artificiais e a partir disso o novo e o inesperado de repente tornam-se possíveis. Toda techné é, no fundo, o cultivo e a manipulação dessas relações fluidas para a produção de novas formas de ordem” (KOOLHAAS, 2002).

Sua busca pelo inusitado acontece quando se trabalha, de forma única e interligada, com a ideia e com a materialidade, pois será esta que passará as condições e sensações propostas no conceito de projeto. Então, todos os princípios apresentados sobre a forma de trabalhar do arquiteto estão atrelados à ferramenta que os concretiza: o trabalho com a materialidade. Trabalha ao mesmo tempo, com o espaço e com a materialidade para criar ambientes inusitados, onde coexistem diversas direções de opções como estruturas positivas e negativas, espaços ora abertos ora fechados.

Para buscar o inusitado, o arquiteto procura aumentar seu campo de visão *“Para o arquiteto, isso significa focalizar no infinito, não concentrar nos objetos, mas penetrar no espaço de uma maneira tátil e explorando-os em busca de oportunidades e progresso”* (KOOLHAAS, 2002).

A procura de oportunidade de inovações é encontrada ao se buscar por mudanças, flutuações - diferenças que quebram a ordem, a simetria e, então, possibilitar o surgimento da forma. *“... para Koolhaas, a história, inclusive a história material sempre esteve relacionada com limiares.”* (KOOLHAAS, 2002).

Assim, o arquiteto procura a inovação a partir de novas formas de apresentação dos materiais. Ao alterar determinadas condições físicas e químicas de um elemento sua configuração muda, há uma nova apresentação do material e estas possibilidades de transformação acontecem ao conduzi-lo até o limite de suas possibilidades sem que ofereça riscos à sua estabilidade estrutural.

Os materiais de construção entram na atividade projetiva do arquiteto desde o começo do estudo da proposta do projeto. Eles são manipulados assim como um artesão trabalha com sua matéria prima – explorando formas, desempenhos, padrões e resistências.

O processo de trabalho do arquiteto é feito por explorações, que são feitas considerando a busca pelo novo, que acontece ao se fugir do previsível e, para isso, é preciso trabalhar no campo do limite, do radical. Ao assumir esta postura, Koolhaas busca o lado inverso do que já está estabelecido, tanto em relação ao uso de modelos e/ou soluções de projeto, quanto na aplicação de materiais. Trabalhar buscando o limite das situações é buscar o extremo das condições

estabelecidas. Nesta situação, é preciso conjugar as ferramentas de trabalho projetual, já dominadas, com raciocínios diferenciados, aliando a técnica com a experimentação. Esta associação da utilização técnica com a experimentação acontece ao se trabalhar, simultaneamente, com a ideia e com a materialidade. Então, o arquiteto busca o limite, o radical nos projetos ao fazer experimentações a partir da materialidade, desconsiderando seus usos convencionais, mas, manipulando-os, procurando novas propriedades e composições. Só então, o *novo* pode surgir. Dois exemplos de projeto discutidos por Koolhaas ajudam a compreender como aplica estes conceitos em seu trabalho. O primeiro exemplo é o Terminal Marítimo de Zeebrugge, Bélgica.

A. Terminal marítimo de Zeebrugge Bélgica-1989

A proposta era construir um terminal de barcos, mas que se destacasse em escala e que impressionasse. Seu programa era complexo - composto por espaços para tráfego de barcos e acessos simultâneo além de outras atividades como restaurantes, convenções, cassino e hotel.

O desafio consistia em, dentro de uma escala já grandiosa, com píer extenso, galpões e guindastes, desenvolver uma proposta arquitetônica que se destacasse desse contexto e, ao mesmo tempo, simbolizasse as necessidades dos clientes.

Então, explorando formas, chegou-se a um resultado da intersecção de um cone com uma esfera. Só depois que a forma foi definida que as funções foram colocadas e organizadas dentro desse espaço. A figura 81 mostra uma vista externa do Terminal.



Figura 81: foto do Terminal Marítimo de Zeebrugge Bélgica-1989 .fonte: <http://nieto-marcos.blogspot.com/2009/04/referencias-terminales-maritimas-oma-foa.html>, data: 23/05/2011).

A.1. Relação dos conceitos do arquiteto e processo de projeto com a aplicação dos materiais:

A.1.1. A Escala dos edifícios x relevância da estrutura:

O projeto se caracterizava por apresentar uma escala grandiosa. Com isso, houve uma mudança de prioridades, já que uma parte do projeto – sua estrutura, que poderia adquirir pouco significado em construções menores, em um grande edifício tornou-se fundamental. E, para Koolhaas a estrutura, os materiais e as técnicas construtivas adquiriram uma grande relevância no projeto.

Para fazer este projeto, Koolhaas estudou duas opções de estrutura. Em uma delas, o edifício seria construído por um sistema pré-fabricado através de uma armação em aço com uma

tela metálica a partir de onde seria pulverizado o concreto. Seria uma solução rápida (cerca de 40 meses de duração), porém implicaria em um alto custo e, portanto fora da realidade deste projeto.

A segunda opção consistia em realizar o edifício em concreto armado, o que aumentaria o tempo de construção. Porém, o arquiteto considerou a questão do tempo de execução como uma característica que poderia fazer parte do partido de projeto. Ao contratar poucos profissionais belgas, eles iriam envelhecendo com o andar do projeto, do mesmo modo que o cotidiano do lugar acompanharia seu processo - a cada barco que chegasse ao terminal perceberia suas mudanças, tornando a obra um dos atrativos do lugar.

A condição, ao optar por esta escolha, estava no tempo de sua construção, já que levaria cerca de 40 a 50 anos, mas o resultado seria um edifício real e autêntico.

Assim, o trabalho deste projeto feito por Koolhaas se deu, dentre a consideração de outros pontos, a partir da escolha e da exploração de um processo construtivo para se chegar a uma solução.

A.1.2. A escolha dos materiais x proposta projetual:

A exploração da forma do edifício foi um dos conceitos adotados no partido assim como a escolha dos métodos construtivos empregados como uma opção que implicasse em uma relação do edifício com o lugar e sua transformação.

O *limite*, pois, é alcançado através do material e dos métodos construtivos utilizados – da materialidade. Nesse projeto é possível ver como a estrutura, a materialidade faz parte da investigação projetual do trabalho do arquiteto.

Koolhaas define o processo construtivo como ferramenta para solucionar este projeto assim como Lelé adota como parte de seus princípios de projeto, os sistemas modulares pré-fabricados. Ambos elegem como parte substancial para solucionar seus projetos os mecanismos de materialização. Para Lelé, projeto e construção estão intimamente ligados, pois já nos estudos estão sendo consideradas todas as questões que envolvem a construção, como compatibilizações entre materiais e sistemas estruturais, arquitetônicos, hidráulicos e elétricos. Koolhaas adota a investigação dos métodos construtivos como eixo que conduz a solução de seu projeto: é através dos materiais que irá demonstrar, de fato, a mensagem do arquiteto.

B. Biblioteca da França, Paris 1989.

O programa do edifício consistia em um conjunto de cinco tipos de bibliotecas com características diversas e uma previsão de área construída de 27.900,0m².

Duas questões faziam parte das condicionantes. Uma delas estava relacionada à altura do edifício: era preciso manter uma altura em torno de 73,0m, exceto se a adoção de uma altura maior fosse importante para o impacto ou simbolismo do edifício. A segunda questão estava relacionada ao uso. A edificação seria utilizada com dois tipos de atividades: de um lado, áreas de uso público e, de outro, as áreas de acervo que correspondiam a 60% do programa.

A solução encontrada veio de outro projeto onde fora utilizado seu esboço, seu diagrama. A partir de então, Koolhaas começou a projetar pelos espaços vazios, os negativos *“como escavações realizadas em algo que se apresentava como uma massa sólida.”* (KOOLHAAS, 2002).

Desta maneira, todo o acervo ficaria no cubo e a parte pública seriam os espaços escavados.

“... quando os elementos principais do edifício são concebidos como vazios, podemos lidar com um potencial muito maior. O piso pode ser uma volta, dobrar-se transformar-se em espaço vazio, depois em teto.... .Ou seja, obtém-se um espaço vazio que realiza um looping para compor o aspecto dos interiores” (KOOLHAAS, 2002).

A decisão pela distribuição espacial do edifício entre áreas positivas e negativas tornou-se a lógica de organização do trabalho, o partido de projeto. A figura 82 mostra a maquete do projeto da Biblioteca evidenciando as disposições entre os espaços cheios e vazios.

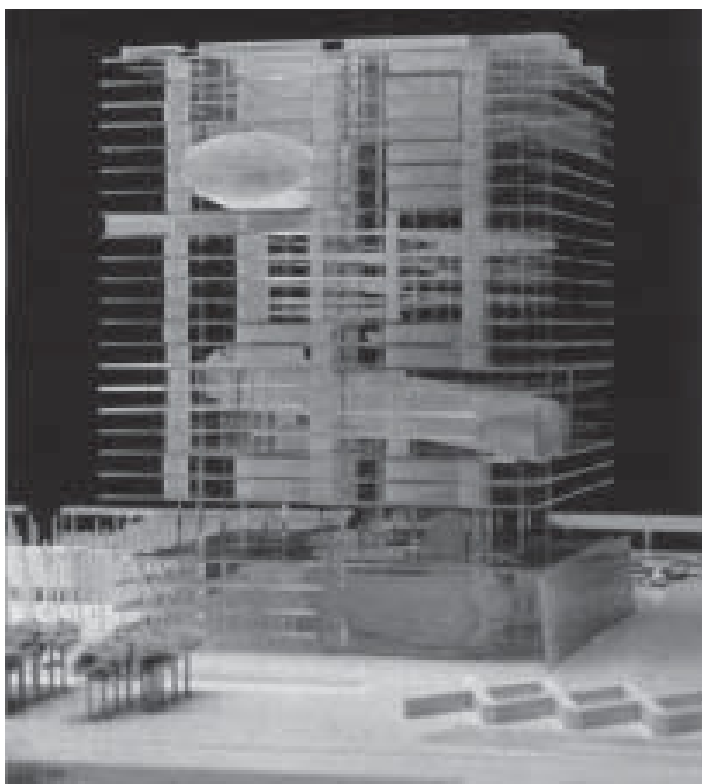


Figura 82: Projeto da Biblioteca Nacional da França, Paris, 1989, fonte: Revista Concinnitas Instituto de Artes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, <http://www.concinnitas.uerj.br/>, data: 23/05/2011.

B.1. A estrutura construtiva x proposta projetual:

Koolhaas estudou a solução projetual através da estrutura e tenta resolver com uma resposta que, ao mesmo tempo, suportasse a massa das áreas, onde haveria os acervos, e os vazios - que não possuíam peso. Assim, explorou algumas opções. Uma estrutura pontual destruiria os vazios que faziam parte do conceito do partido adotado. Já uma estrutura convencional, ao abranger um programa complexo, criaria formas muito espessas, o que elevaria muito a altura do edifício, quebrando assim, uma das premissas de projeto.

A solução estrutural, então, foi alcançada ao passar a espessura das vigas e dos pisos para paredes. Estas passariam a apresentar uma largura de aproximadamente 2,0m, por onde passariam todas as instalações, e distantes umas das outras 12,5m - o que permitiria que fossem perfuradas para possibilitar espaços contíguos. Esta alternativa suportaria tanto os vazios, que seriam recortados nas paredes, quanto os acervos. A parede seria considerada como uma grande viga de 73,0m de altura, o que permitiria que recortes em sua superfície pudessem ser feitos.

Assim, uma conquista importante para o projeto foi possível a partir dos métodos construtivos empregados, pois, diferente do que costuma acontecer onde os pavimentos inferiores herdam o que vem de cima, com esta solução construtiva permitia que a *“base tivesse a mesma liberdade existente no topo”* (KOOLHAAS, 2002). Cada biblioteca poderia ser desenvolvida de forma independente da outra e encontrar assim a *“forma correta e instigante para cada biblioteca e fazê-las conviver sem interferências mutuas”* (KOOLHAAS, 2002).

A escolha e o trabalho com os materiais e dos métodos construtivos adotados foram fundamentais para o processo de projeto e produto da edificação. Estes foram trabalhados com o projeto desde o início e foram fundamentais para obter o resultado desejado, de acordo com a proposta desenvolvida.

Assim, Koolhaas adota como importante princípio de trabalho a preocupação em responder aos problemas projetuais de uma maneira inovadora, instigante. E, para atingir seu objetivo

desenvolve um princípio organizador, que traz de fora. Rowe discutiu esta condição no projeto, onde os projetistas trazem seus princípios organizadores dentro da atividade. Este princípio que estrutura todo seu trabalho é a compreensão e manipulação da materialidade como se fosse um artesão trabalhando em sua obra – manipulando e dando forma à matéria prima. O faz desse modo pois acredita que é na materialidade que está a força capaz de expressar as ideias propostas e instigar sensações aos usuários.

6.1.2. Livro Louis Kahn Conversa com Estudantes.

Louis I. Kahn é considerado um dos grandes arquitetos da história moderna. Sua obra refletiu a grande capacidade de criar edifícios monumentais e, ao mesmo tempo, clássicos - através de um uso peculiar e profundo do conhecimento da geometria, dos recursos e efeitos criados pela luz e dos usos e composições inusitadas dos materiais. A forma como conseguia reunir diferentes materiais, como o concreto polido combinado com a madeira, a pedra, o vidro e o ladrilho, trabalhando com texturas, formas e luzes, criavam espaços inesperados, permitindo estimular diversas sensações pelos usuários (CURTIS, 2001).

O poder da geometria em suas obras se materializava através das combinações de materiais diversos com a incidência de luz em espaços previamente definidos gerando uma percepção espacial monumental e, ao mesmo tempo, simples. O material era escolhido por Kahn por sua potencialidade em responder à proposta geométrica programada e, assim, com a combinação do jogo de luzes, formavam a composição pensada pelo arquiteto (A&V, 2001).

Kahn foi um dos arquitetos que soube incorporar a exploração da materialidade como parte fundamental dos seus princípios de projeto. O resultado desta postura é evidenciado na maneira única e que lhe conferiu autoridade quando se trata de obras de arquitetura com riqueza espacial e material. O trabalho com os materiais em sua proposta está baseado em alguns preceitos

importantes e, portanto, necessário compreendê-los para então entender a dinâmica que envolve a manipulação e investigação dos materiais.

Kahn parte do conceito de que o papel do arquiteto é buscar compreender qual é a função das instituições cívicas. Para isso inicia seu trabalho buscando a essência das instituições. Em tudo que é criado, tanto pela natureza, quanto pelo homem, está o sentido pelo qual foi criado. Todas suas etapas de trabalho estão voltadas para esta máxima. Procura entender qual é o princípio de cada instituição. Para ele, a escola, por exemplo, tem como sua natureza, evocar o entusiasmo pelo conhecimento, pela descoberta. Será, então, a partir desta definição que o partido será desenvolvido, o programa de espaços e atividades será repensado, bem como a proposta de distribuição dos ambientes e a escolha e forma de emprego dos materiais. Kahn acreditava que, somente buscando a natureza de uma determinada instituição será possível fazer com que a arquitetura seja capaz de inspirar a atividade ao qual foi destinada (KAHN, 2002).

Para o arquiteto, o que existe é a obra de arquitetura. Esta irá corporificar, em materializar a ideia da arquitetura. O termo arquitetura, como comumente é conhecido, para Kahn é a materialização do que realmente é a arquitetura – o conceito, a ideia. Nesse sentido, obras consideradas importantes como Parthenon e o Panteão só o são, segundo a visão de Kahn, por terem, como fundamento, uma ideia grandiosa. Assim, nos projetos de Kahn, é a partir da essência de cada ambiente, suas relações e o conjunto que é gerado o espaço construído.

A ideia da arquitetura é buscada em meio a uma postura peculiar e poética que Kahn adota. A procura pelo papel da instituição, da sua essência, do lugar sagrado se dá em meio a um posicionamento do arquiteto de um descobridor em um local novo. Procura se desvencilhar de todos os conceitos já tradicionalmente instituídos sobre um determinado assunto com o intuito de buscar o *maravilhamento* de que o autor menciona em seu trabalho. Esta postura se aplica a tudo que se relaciona ao projeto, começando pelo seu programa de funções, de necessidades.

Gombrich, em seu livro *História da Arte* (1999) coloca, de forma eloquente, o princípio da busca pelo maravilhamento que Kahn aborda. Para fazer uma arquitetura, é preciso *reprogramar o programa*, se isso não for feito será uma *não arquitetura* (KAHN, 1999). “*Não existe maior*

obstáculo à fruição de grandes obras de arte do que a nossa relutância em descartar hábitos e preconceitos” (GOMBRICH, 1999).

“Todos nós somos inclinados a aceitar formas ou cores convencionais como as únicas corretas, Por vezes, as crianças pensam que as estrelas devem ter o formato estrelar, embora naturalmente não o tenham. As pessoas que insistem que, num quadro, o céu deva ser azul e a grama verde não diferem muito das crianças. Indignam-se ao ver outras cores numa tela, mas se tentarmos esquecer tudo o que ouvimos a respeito da grama verde e céu azul, e olharmos o mundo como se tivéssemos acabado de chegar de outro planeta numa viagem de descoberta, vendo-o pela primeira vez, talvez concluíssemos que as coisas são suscetíveis de apresentar as cores mais surpreendentes. Ora, os pintores sentem, às vezes, como se estivessem nessa viagem de descoberta. Querem ver o mundo como uma novidade e rejeitar todas as noções aceitas e todos os preconceitos sobre a cor rosada da carne e as maçãs amareladas ou vermelhas” (GOMBRICH, 1999).

Assim, com este olhar isento de concepções que Louis Kahn estuda o problema dado, busca a essência da instituição e ao encontrá-la parte para sua concretização através da obra de arquitetura, de sua materialização. Pode parecer previsível esta condição, mas não é. Isto porque, frequentemente, parte-se de um programa de condicionantes já conhecido e estabelecido sobre um determinado problema, como uma escola e, do mesmo modo, já trás consigo um conjunto de condicionantes de características e relações entre espaços. Porém, Kahn foge a esta estrutura buscando uma nova origem de condições.

Toda esta compreensão se faz relevante, pois é a partir dela que o arquiteto trabalha com a materialidade. Na proposta de Kahn, os materiais só vão ser escolhidos e trabalhados depois de definido o caráter, da instituição a ser projetada, e seu lugar sagrado.

Os materiais são apreendidos no processo como ferramentas capazes de corresponder à competências que cada espaço precisa ter. São escolhidos e aplicados de acordo com as características definidas para cada ambiente, seguindo o conceito da essência de cada instituição

para que, junto com a conformação do espaço, consiga evocar a essência, o caráter da instituição (KAHN, 2002).

Ao compreender, então, os princípios e o modo particular de projetar de Louis Kahn, entende-se que o resultado físico do projeto é fruto de uma busca aprofundada e filosófica do arquiteto. Uma proposta semelhante é feita pelo arquiteto Sigürd Lewerentz, ao realizar o projeto de suas duas igrejas. Realiza um trabalho diferenciado com a exploração dos materiais ao investigar todas as potencialidades do tijolo, envolvendo luz, sombra, texturas, espaçamentos, etc.

No livro *Conversa com Estudantes*, Kahn menciona como projetou a Assembléia em Dacca, Bangladesh. Neste depoimento é possível compreender melhor como desenvolve seu trabalho a partir da busca pela essência do edifício e de como os materiais podem responder aos preceitos da ideia da arquitetura (KAHN, 2002).

A. Assembleia em Dacca, Bangladesh:

A proposta era construir um edifício público para abrigar a Assembleia da cidade de Dacca, Bangladesh. Juntamente com toda a infraestrutura requerida para tal função, foi pedido para que colocasse no edifício, um espaço para a mesquita com uma área construída de 300,00m² e, dentro dela, prever um espaço para guardar os tapetes, utilizados durante a oração. Assim, o programa arquitetônico contemplava um espaço destinado às atividades políticas da cidade mas que pudesse abrigar um espaço para seus usuários orarem.

Kahn partiu da Assembleia como uma Instituição do homem que, particularmente, estabelece ou modifica a sociedade. Então, entendeu aquela instituição como se fosse uma cidade da assembleia, uma cidade de todas as instituições do homem, pois lá se discutem e definem os assuntos que envolvem a sociedade como um todo. Assim, a essência do projeto estava em transmitir uma sensação de bem estar, de como viver bem para sempre. Kahn constrói essa ambientação para essa grande instituição do homem.

A inspiração para o projeto veio das Termas de Caracalla (figura 83), localizada em Roma - um grande edifício formado por arcos em alvenaria em grande escala, mas Kahn estendeu sua referência. Utilizou os espaços residuais para formar o anfiteatro que é, na verdade, um pátio rodeado de jardins, localizado no corpo do edifício. Esse ambiente tem a natureza de evocar o conhecimento, a reflexão, um lugar feito para descansar e pensar (KAHN, 2002).



Figura 83: Vista das Termas de Caracalla, Roma, detalhe para os grandes arcos em alvenaria que formam o edifício, fonte: <http://www.google.com.br/imgres?q=termas+de+caracalla&hl=pt>, data: 04/05/2011.

No partido projetual, há outros dois pontos importantes que revelam como o arquiteto se posiciona e realiza seu trabalho. O primeiro ponto está relacionado ao espaço destinado à oração: ao perceber que as pessoas do local rezavam cinco vezes ao dia, Kahn alterou a dimensão prevista para a mesquita de 300m² para 3.000m². O segundo ponto está relacionado à localização da mesquita: decidiu posicioná-la na entrada do edifício, definindo o caráter da obra, a essência da instituição. Kahn compreendeu o papel e a força que a religião representava para estas pessoas e a partir deste entendimento elaborou o programa e as definições de localização, dimensões e relações entre as atividades.

Nas figuras 84 e 85 é possível ver a decisão do arquiteto ao posicionar a mesquita como porta de entrada do edifício, evidenciando o partido adotado. Também demonstram a construção de local que evoca, ao mesmo, a imponente e a paz pela combinação das grandes dimensões dos

volumes com um entorno sem edificações, apenas com um lago contornando parte da construção. A figura 86 mostra uma vista interna da mesquita. Nela é possível ver como o arquiteto estudou a composição do espaço reunindo aberturas inusitadas, porém estrategicamente posicionadas em um ambiente com pé-direito elevado. Kahn explora os materiais, a luz natural, a conformação espacial e aberturas de forma poética.



Figura 84: vista da Assembleia em Dacca, detalhe para a fachada frontal com o acesso pela mesquita evidenciando o partido adotado por Kahn, fonte: <http://www.louiskahndhaka.com/>, data 04/05/2011.



Figura 85: vista lateral da Assembleia mostrando o acesso ao edifício através da mesquita sob outro ângulo, detalhe para a construção de um ambiente que evoca a imponência e a paz ao mesmo tempo, fonte: <http://www.louiskahndhaka.com/>, data 04/05/2011.



Figura 86: vista interna de parte da mesquita, detalhe para sua grande dimensão bem como um grande pé-direito, fonte: <http://estrolabio.blogs.sapo.pt/1227106.html>, data: 01/08/2011.

Kahn, assim como dito anteriormente sobre sua forma de pensar e projetar, repensou o programa dado a ele, refletiu sobre as atividades que iriam ser abrigadas naquele espaço, bem como nas características de seus futuros usuários. Buscou, pois, qual era a natureza daquela instituição, qual seria sua essência. Esta atitude mostra, claramente, a sensibilidade do arquiteto em ir além, compreender a natureza do que se precisa e entender de que modo ela pode acontecer. Possivelmente, este é um exemplo do *maravilhamento* de que Kahn fala.

Nas figuras 87 e 88 é possível ver a localização em planta da sala de orações, no edifício da assembleia- marcada com um quadrado. Ela esta situada na entrada do edifício e orientada para Meca. É o espaço por onde se entra mostrando a essência desta instituição do homem. A figura 89 mostra um corte longitudinal de toda a Assembléia.

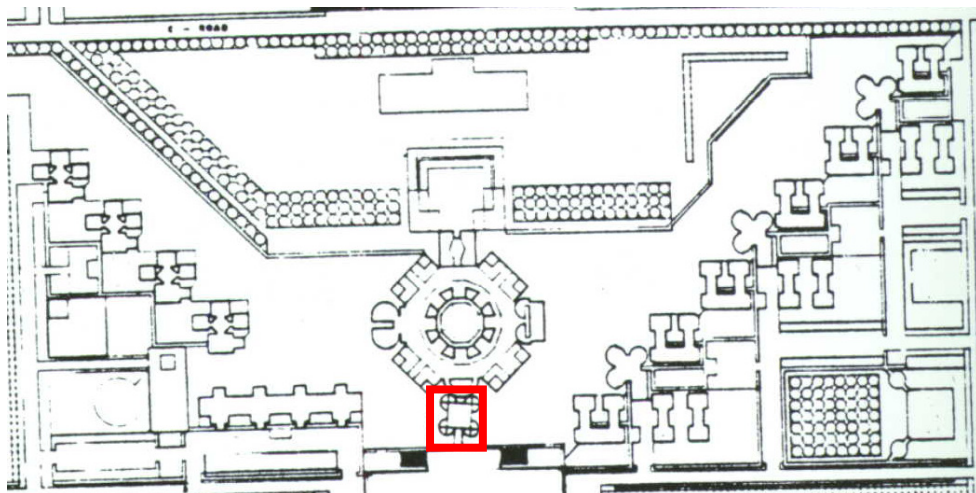


Figura 87: parte da planta geral do conjunto da assembleia em Dacca onde a sala de orações esta na entrada (destacado por um quadrado com linhas mais espessas) da planta principal localizada no centro, fonte A&V, 2001.

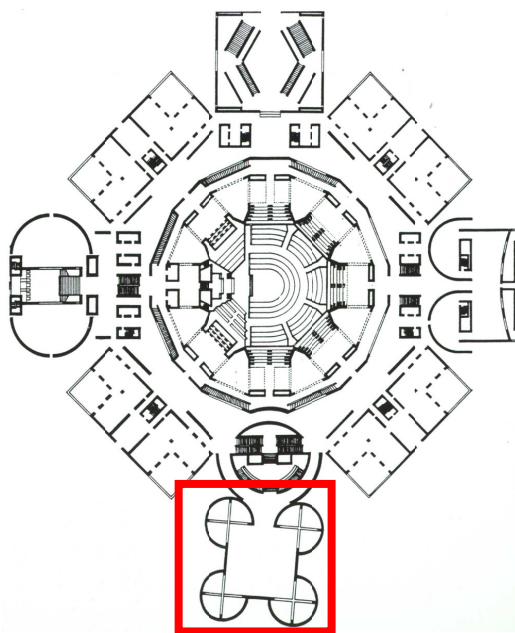


Figura 88: planta central da assembleia com a sala de orações localizada na entrada (destacado por um quadrado com linhas mais espessas), fonte A&V, 2001.

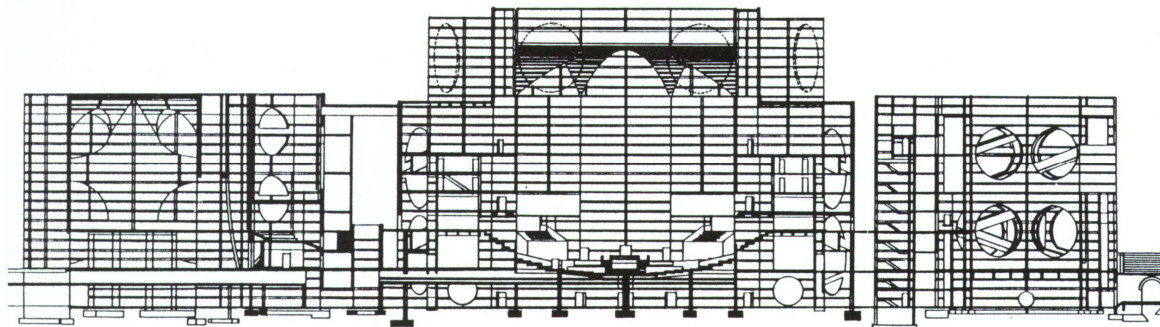


Figura 89: Corte longitudinal da planta central da assembléia, fonte: A&V, 2001.

A.1. Relação dos conceitos do arquiteto e processo de projeto com a aplicação dos materiais:

Ao analisar as imagens deste projeto percebe-se uma apresentação carregada de simbolismo. O discurso de Kahn envolve seu modo peculiar de ver, pensar, compreender e refletir sobre as questões do projeto pela ótica de procurar entender a essência, a natureza da proposta que lhe é apresentada. Percebe-se que o projeto conversa conosco e mostra o que Kahn pretendia: seja pela configuração da forma, pela forte presença da geometria, seja pela grandiosidade através do maravilhamento, pela forma poética com que utiliza os materiais. Serão eles que ajudarão a transmitir seu pensamento - a natureza da grande instituição do homem.

A.1.1. A relação dos materiais na proposta projetual:

Para Kahn, o princípio fundamental que comanda sua atividade projetiva é a busca pela essência, pela natureza, que rege cada edifício a ser projetado. Deste modo, todas as etapas que envolvem o processo de trabalho estão condicionadas e este princípio. Assim, a escolha e o tratamento dos materiais no trabalho de Kahn seguem esta mesma lógica simbólica e poética.

O concreto aparente e o tijolo são os principais materiais empregados neste projeto, porém a forma com que cada um é aplicado se difere no projeto da Assembleia. O concreto é o material

que compõe todo o prédio principal que, junto com sua grande escala, confere uma sensação de imponência, de autoridade ao edifício. Porém, ao mesmo tempo, de leveza e paz, pela reunião de outros elementos como as grandes aberturas geométricas em seu corpo e pelo acesso ao edifício, através de uma extensa praça, rodeada por um lago. Já o uso do tijolo em algumas partes do edifício, como em corredores, confere uma sensação mais suave e calma, através dos largos arcos dispostos em sequencia, porém sem perder a monumentalidade que emana de qualquer parte de toda a Assembleia.

A monumentalidade e a simplicidade parecem estar presentes o tempo todo. A sensação de força e segurança, quase imponente, na entrada, conversa com o espaço no interior de um grande saguão, como se fosse uma tenda de tecido. Esses efeitos são causados pela comunhão entre a grandiosidade da escala com a escolha e montagem dos materiais: concreto na entrada e tijolos em formas de arcos no saguão.

A profunda reflexão de Kahn sobre a natureza e a essência, permite que entenda as grandes questões das instituições do homem. O material, então, torna-se um grande amigo, ao ajudar a concretizar e passar da arquitetura para obra de arquitetura, assim como da forma para o desenho.

A figura 90 mostra um detalhe de uma das partes internas da Assembléia feita em concreto aparente. Apesar da austeridade do material, a forma como se apresenta - como uma grande tenda a torna leve e elástica, como se fosse constituída de outro material. Já a figura 91 mostra outro detalhe da parte interna da assembleia composta por arcos feitos em tijolo aparente e laje nervurada. O resultado da composição formal com os materiais remete aos grandes templos gregos, emanando sensações de um espaço poderoso e, ao mesmo tempo, sereno.



Figura 90: detalhe de uma das partes internas da Assembleia feita em concreto aparente. fonte: <http://www.louiskahndhaka.com/>, data: 04/05/2011.



Figura 91: detalhe de outra parte interna da Assembleia composta por arcos feitos em tijolo aparente e laje nervurada, fonte: <http://www.louiskahndhaka.com/>, data: 04/05/2011.

No livro *Conversa com Estudantes*, Kahn menciona porque escolheu o tijolo para empregar em outro projeto, não discutido no livro. Utilizou arcos feitos de tijolo, um material que com frequência recorre, porque para ele é um material maravilhoso. E com o material fez uma ordem clara; não finge ser e, além disso, tem um custo menor. Há, pois esta consideração (como quando fala nas competências que um arquiteto precisa ter). Kahn comenta que poderia fazer o teatro em uma estrutura de concreto, mas este não o fascina.

Assim, ao mencionar o que representa o tijolo para ele no seu trabalho esta explicando, também, que a escolha de um determinado material pode ser também pessoal, pois representa algo para ele, e o escolhe porque acredita que conseguirá responder às suas propostas. Além disso, há também a preocupação com o custo ao optar pelo tijolo, além do fascínio que este representa para ele. A escolha, portanto, do tijolo, não se baseou em uma investigação longa e complexa mas foi uma decisão particular, uma preferência declarada sem justificativa. Esta situação também precisa ser colocada na pesquisa, principalmente quando é uma informação do próprio arquiteto. Lawson discute esta dificuldade em encontrar dados importantes que estão escondidos em suas mentes e não são revelados ao conversarem sobre seus projetos. Do mesmo modo, Lawson também aborda que neste tipo de relatos os arquitetos procuram vender seus projetos, quando parecem lapidar os caminhos que percorreram retirando ou amenizando as dificuldades. No entanto, neste caso, Kahn relata que escolheu o tijolo sem argumentos palpáveis, apenas porque tem preferência e identificação com o material. Assim é que se torna um dado valioso não só porque foge à tendência defendida por Lawson mas porque revela uma informação significativa no estudo da materialidade no processo de projeto. A escolha do material no projeto pode então ser uma justificativa, como fez Kahn, mas não implica, necessariamente, em um comprometimento para o projeto e o edifício finalizado. A delicadeza e o cuidado com que Kahn explora e aplica o tijolo na Assembléia evidencia esta condição.

Outra característica construtiva, além da diferenciação de materiais entre concreto e tijolo, está no uso do recurso do conceito de *“muros dentro de muros”*. Este possui um objetivo funcional de proteger os espaços internos da luz, das temperaturas fortes e permitir a entrada de brisas através dos enormes *“buracos”*, feitos em toda a parte externa e interna da edificação (CURTIS, 2001). Esta decisão construtiva pode ser evidenciada em todas as vistas da Assembleia, onde grandes muros de concreto parecem ser recortados por generosas formas geométricas. As figuras 92, 93, 94 e 95 mostram estas aberturas no edifício.



Figura 92: vista geral da Assembléia, detalhe para as grandes paredes em concreto recortadas por extensas figuras geométricas e a presença do lago dividindo as residências dos ministros do edifício da Assembléia, fonte: A&V, 2001.



Figura 93: detalhe de uma das vistas da Assembleia mostrando algumas das grandes aberturas no prédio, fonte: <http://estrolabio.blogs.sapo.pt/1227106.html>, data: 01/08/2011.



Figura 94 e 95: vista dos detalhes das aberturas em formatos geométricos também presentes no interior do edifício, fonte: <http://www.louiskahndhaka.com/>, data 04/05/2011.

Kahn finaliza sua explicação sobre o projeto da Assembleia de Dacca, colocando a importância da busca pela essência da Instituição do homem, ao projetar. Faz parte das atribuições do arquiteto definir o caráter da instituição do projeto que irá conceber. Ao atribuir seu caráter, esta definido sua essência - capaz de inspirar, capaz de mostrar aspiração da ideia, daquilo em que se acredite que represente a instituição.

Ao pensá-lo, a partir da busca pela essência, o projeto passa a ser produzido pela procura do que o inspira, por algo que se acredita para aquela instituição. Entra-se no campo das possibilidades, das potencialidades, considerando a riqueza em que consiste cada instituição do homem, como a cidade que agrega um conjunto de riquezas, e será a instituição do planejamento urbano, dentro da prefeitura, capaz de prover possibilidades para alcançá-la. Nesse sentido, a aspiração tenta revelar essas possibilidades para alcançar essas riquezas. Revelar aquilo que se acredita que pode ser uma instituição.

“Nosso trabalho é trabalhar para o homem e para isso precisamos buscar a essência das coisas de cada atividade humana e que cada arquiteto a encontra. Mas esta essência não nos pertence. A partir dela devemos alterar o programa criando as potencialidades, o maravilhamento. “O que satisfaz à sociedade é a nossa intervenção no programa e não um edifício medíocre”” (KAHN, 2002).

Ao buscar e encontrar a essência o arquiteto encontra o que é verdadeiro. É buscar a expressão pessoal que deve ser colocada para transmitir a essência.

Assim, ao estudar o projeto da Assembléia em Dacca, descrita pelo próprio autor, é possível compreender melhor como Kahn aplica seus princípios em seus trabalhos – de que maneira seus valores direcionam a resolução do problema – primeiro a partir de uma ideia – depois desenvolvendo o espaço físico que irá corporificá-la. É a partir desta lógica que Kahn escolhe, explora e aplica os materiais demonstrando como até elementos tão comuns como o tijolo e o

concreto podem promover resultados inusitados e fortemente carregados de simbolismos como Lewerentz faz ao reinventar o ambiente sacro em suas igrejas.

6.1.3. Livro Santiago Calatrava Conversa com Estudantes.

Os projetos do arquiteto e engenheiro Santiago Calatrava possuem uma personalidade bastante marcante. As formas escultóricas, sempre em tons claros e em grande escala se destacam do horizonte criando uma nova leitura do local onde se instalaram. No livro *Conversa com Estudantes* o projetista espanhol narra como realizou alguns de seus edifícios e apresenta seus princípios de projeto.

A primeira característica colocada por Calatrava é sua preocupação com os materiais nos projetos. Inicia o livro sobre a importância dos materiais para a arquitetura.

“Resolvi falar primeiro sobre a ideia dos materiais, porque me parece que em termos de arquitetura os materiais são fundamentais. Afinal, nas ruínas arquitetônicas encontramos apenas pedras. Assim a parte material da arquitetura - digamos, o suporte físico da arquitetura - em minha opinião é muito importante e muito fundamental.

Pensei que um bom passo para compreender a arquitetura seria compreender o que é concreto, o que é aço, o que é madeira, como usá-los e o que significam. Que formas eles podem produzir?, quais as diferenças entre essas formas?” (CALATRAVA, 2002).

O estudo e exploração dos materiais de Calatrava acontecem em meio a duas questões fundamentais em seu processo de projeto – a disposição das forças que atuam nas estruturas para manter o edifício estável e a referência figurativa que dá forma ao projeto. São com estes dois princípios que o arquiteto escolhe e manipula os materiais.

A primeira questão discutida pelo arquiteto se refere a dinâmica em que as estruturas dos edifícios se mantêm estáveis. O arquiteto exemplifica esta dinâmica de forças que existe em todas as edificações através de uma escultura em miniatura mostrada no livro (Figura 96). Ela evidencia um conjunto de forças que estão com seu “*movimento cristalizado*”. Calatrava faz referência a este pequeno modelo de forças para exemplificar que, assim como ele, os arranjos construtivos dos edifícios não são gratuitos e que o projeto se realiza, também, a partir da estrutura que equilibra pesos e forças. Assim, o fato de erguer um prédio, de manter um objeto em que sua tendência é ficar no chão é um exercício, e a maneira como é feita faz parte da complexa atividade de projeto – formas, materiais e relações.

“Não há dúvida que o simples ato de sustentar uma pedra no ar pode ser questão de expressão.” (CALATRAVA, 2002).

A figura 96 mostra a escultura feita pelo arquiteto para ilustrar a importância de se pensar no jogo de forças envolvidas nas edificações e em como resolvê-las.

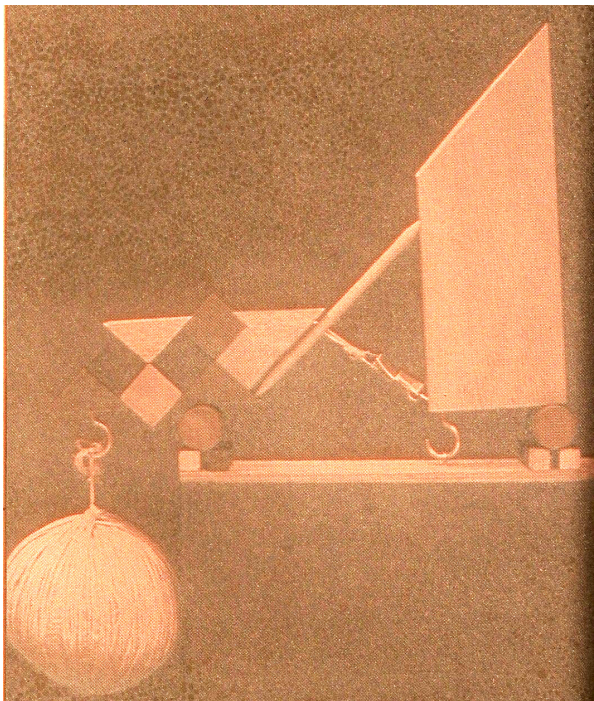


Figura 96: imagem mostrando sistema de elementos que mantem um peso (uma bola) estável. Fonte: CALATRAVA, 2002.

Essa preocupação do arquiteto aparece em vários exemplos, tanto de projeto quanto de exercícios feitos na graduação e na pós-graduação em engenharia civil. Nestes, os vários exercícios exploram como trabalhar com as forças através de diversas possibilidades de formas, materiais e composições.

“Eu gostaria de começar minha segunda palestra mostrando outro pequeno objeto que foi feito com meus brinquedos de criança. Este expressa outro modo de juntar coisas, pendurando a mesma pedra do caso anterior, mas agora as forças estão agindo paralelamente umas às outras; elas não se cruzam. Assim, é como um jogo no qual se descobre que o peso de um objeto tem a capacidade de expressar algo e que tudo depende do ordenamento das forças.” (CALATRAVA, 2002).

A segunda questão fundamental em seus projetos é sua busca por referência visuais a partir da natureza – tanto de animais e plantas como das formas do corpo humano – como fonte de inspiração para a resolução dos problemas de projeto. Pode-se, assim, considerar que Calatrava adota o processo de projeto analógico como metodologia.

“Outra fonte de interesse que eu gostaria de enfatizar é a natureza e a simples observação da natureza, olhar de um modo direto e puro os objetos naturais que nos rodeiam: árvores, relva, flores ou qualquer objeto natural.” (CALATRAVA, 2002).

Nesse trecho é possível ver como é importante a busca de referências para seus projetos a partir das formas da natureza e do homem, de sua anatomia, como coloca mais a frente. São destas fontes que o arquiteto tira suas ideias para os formatos esbeltos e escultóricos que tanto marcam seu trabalho.

“Outro tópico importante em arquitetura é a anatomia e a ideia de ler estruturas no corpo humano, ou apreciar no corpo humano um sentimento de arquitetura. Seja o que for que fizermos, a magnitude ou dimensão de uma coisa sempre se relaciona com nossos corpos. Arquitetura, de um modo muito natural, se relaciona puramente aos humanos porque é feita para – e por – pessoas. Isso torna a anatomia uma fonte muito poderosa de inspiração. E isso não era verdade apenas na Renascença, quando a anatomia humana foi a base das regras e sistemas proporcionais, mas também no século XX com o Modulor. Anatomia – a ideia da mão aberta, a ideia do olho, da boca, do esqueleto – é uma rica fonte de ideias e inspiração. Nas tectônicas de nossos próprios corpos podemos descobrir uma lógica interna que pode ser valiosa aos construirmos edifícios.” (CALATRAVA, 2002).

Nas figuras 97,98 e 99, é possível compreender melhor como Calatrava toma como referência as formas da natureza e do homem para construir seu vocabulário projetual. A cabeça e o contorno dos chifres do carneiro são sua inspiração para compor parte das colunas feitas em concreto para um de seus projetos – mostradas nas figuras 97, à esquerda e 98, acima à direita. Logo em seguida, a figura 99, abaixo à direita, o arquiteto elaborou uma estrutura e cobertura para uma galeria em Toronto. Sua inspiração partiu das árvores, um conjunto delas formando uma bela estrutura encadeada simulando troncos e galhos.

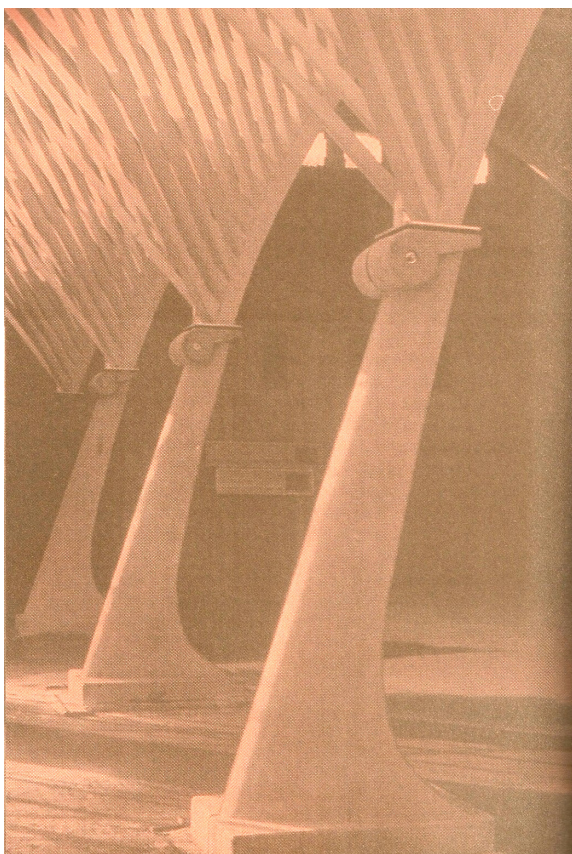


Figura 97, 98 e 99: à esquerda: detalhe de um pilar projetado pelo arquiteto tendo como fonte de inspiração da cabeça de um carneiro mostrada ao lado, à direita acima, fonte: CALATRAVA, 2002. À direita abaixo: imagem mostrando detalhe da estrutura e cobertura para uma galeria em Toronto, fonte: CALATRAVA, 2002.

Nas figuras 101 está o esboço que gerou a solução estrutural para a Estação Ferroviária de Lisboa (figura 100). Calatrava partiu da mesma referencial das árvores com troncos e galhos para desenvolver esta solução formal. Porém, ao observar as imagens, verifica-se que se assemelham, também, à forma de corpos humanos unidos pelos braços. A figura 100, à esquerda, evidencia o resultado construtivo desta referencia

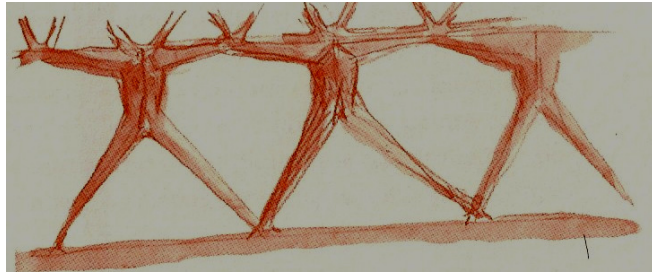


Figura 100 e 101: À esquerda: detalhe da estrutura para a Estação Ferroviária de Lisboa, à direita: esboço com o desenho que gerou a forma da estrutura da Estação, fonte: CALATRAVA, 2002..

Calatrava também utiliza como referencia os mecanismos em que se estrutura o corpo humano, suas formas e sistemas. Muitas vezes, realiza esculturas para explorar estas ideias. É a partir de seus estudos com esculturas que reúne seus dois princípios – referencias visuais e sistemas de força e peso. Na figura 102 estão alguns dos estudos feitos pelo arquiteto, onde parte dos movimentos e da estrutura do corpo humano é representada para elaborá-las. O mecanismo da espinha dorsal humana, responsável por sustentar o corpo e permiti-lo realizar movimentos diversos, como girar parte do tronco, foi a inspiração para criar uma estrutura com cubos e cabos, simulando o mesmo princípio estrutural de movimento da coluna.

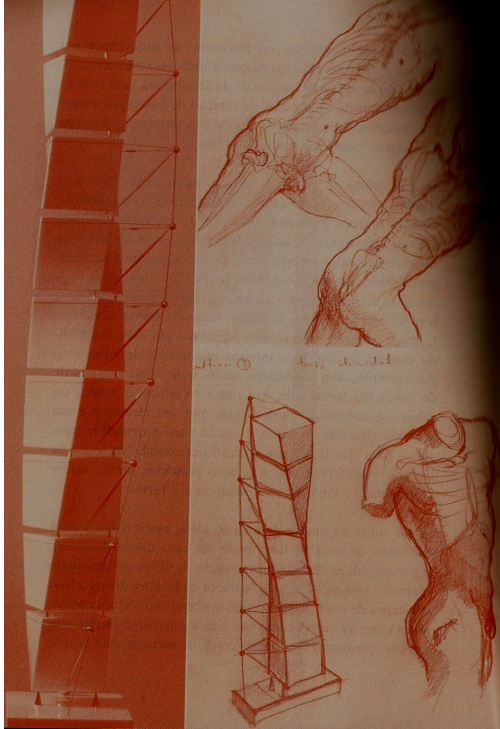


Figura 102: exercícios de desenhos e escultura a partir da forma humana como referencia. Fonte: CALATRAVA, 2002.

“Nesta escala, a escultura é agora mais do que uma forma abstrata; ela é também um princípio de construção. Essa escultura tornou-se a base para a ponte que construí em Sevilha. Começando com um estudo muito puro e abstrato do corpo humano e relações anatômicas de peso, podemos passar para um grande problema em aço.

Quando começamos a construir uma escultura com doze metros de altura, aqui começa o problema da construção. Como sustentar as coisas, como escolher o material; essas questões se tornam críticas. Precisamos lidar com concreto. Precisamos lidar com cabos. Precisamos lidar com apoios e tensões, com transporte e muitas outras coisas.”(CALATRAVA, 2002).

O projetista explicou, em detalhes, como realizou vários de seus projetos. Cabe apresentar dois deles como forma de ilustração de como aplicou os dois conceitos de seu trabalho ao resolver os problemas de projeto.

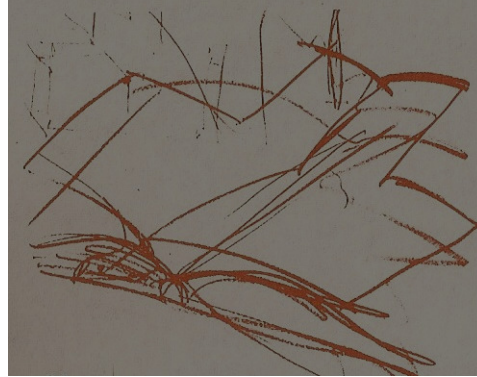
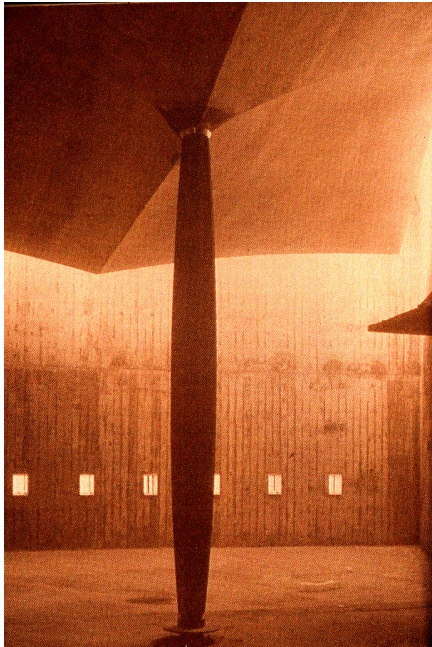
A. Escola Wohlen High School.

Um dos projetos é a escola Wohlen High School. Calatrava realizou modificações nesta edificação já existente. Dentre estas alterações está a biblioteca da escola.

O arquiteto começou o projeto com a ideia de um livro aberto que, posteriormente, se juntou a ideia de um pássaro, onde as folhas do livro representariam suas asas. A partir de então surgiu a intenção de elaborar uma cobertura flutuante. Esta alternativa construtiva foi escolhida pelo arquiteto porque para ele trazia uma sensação que correspondia à ideia do livro e do pássaro – leveza.. No entanto, para alcançar esta condição era preciso fazer um balanço entre materiais e sistemas estáticos.

“Se a cobertura é pesada e o eixo é leve, essa contraposição de dois materiais combinada com a luz vinda dos lados fará com que toda cobertura pareça voar (CALATRAVA)”.

Com as figuras 103 e 104, percebe-se como o arquiteto resolve o projeto. Primeiro parte de uma ideia referencial. Depois desenvolve sua materialidade a partir da conjugação e composição de materiais e sistemas estruturais para que, então, o projeto manifeste a ideia figurativa que conduziu o projeto. A figura 104, à direita mostra um esboço da ideia que gerou a forma da cobertura da biblioteca – a partir de um livro aberto e das asas de um pássaro. A figura 103, à esquerda esta o resultado construtivo.



Figuras 103 e 104: imagens do projeto da biblioteca da escola Wohlen High School, à esquerda foto e à direita croqui da cobertura. fonte: CALATRAVA, 2002.

A cobertura da biblioteca tem como proposta remeter a um livro aberto com suas folhas, um conjunto de conchas que remete também a um pássaro. Aqui o arquiteto buscou promover a sensação de leveza que resolve com um sistema de contrastes. Este, por sua vez se manifesta pela escolha e composição dos materiais e da estrutura. A contraposição dos materiais se dá com o uso do concreto para fazer a cobertura pesada. Por outro lado, a cobertura é apoiada por um único pilar com formato esguio, causando uma sensação de leveza desse conjunto. O conhecimento técnico de forças e desempenho de materiais é essencial para concretizar a ideia figurativa e sensorial que é o eixo deste projeto.

Há também a composição do projeto com a luz natural. Esta entra tangencialmente, através do espaço entre a cobertura e as paredes da biblioteca - essencial para fortalecer a sensação de leveza buscada pelo arquiteto.

As escolhas e as explorações dos materiais no trabalho de Calatrava estão, pois, condicionados a dois princípios básicos de projeto – suas referências figurativas e sistemas de força e peso

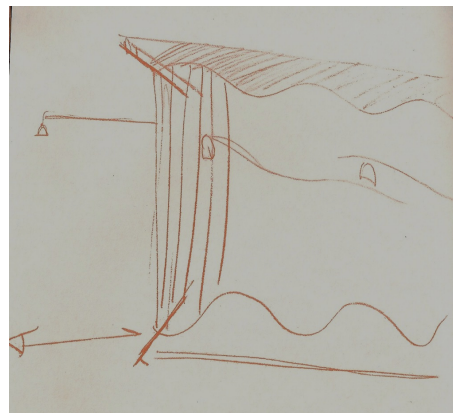
Em um segundo exemplo de projeto, percebe-se, sob outra ótica, a exploração dos materiais.

B. Projeto Armazém Ernstings, Coesfeld – Alemanha.

Neste projeto o objetivo consistia em revestir um armazém já existente e lhe dar uma nova proposta, um novo significado. Por este motivo, a primeira questão a ser resolvida era a escolha do material que, por ter como uma das condicionantes, a limitação orçamentaria, precisava ser um material econômico. Optou-se pelo concreto e o alumínio padrão. Este possui a vantagem, além de econômica, de ser facilmente moldado, criando várias possibilidades plásticas.

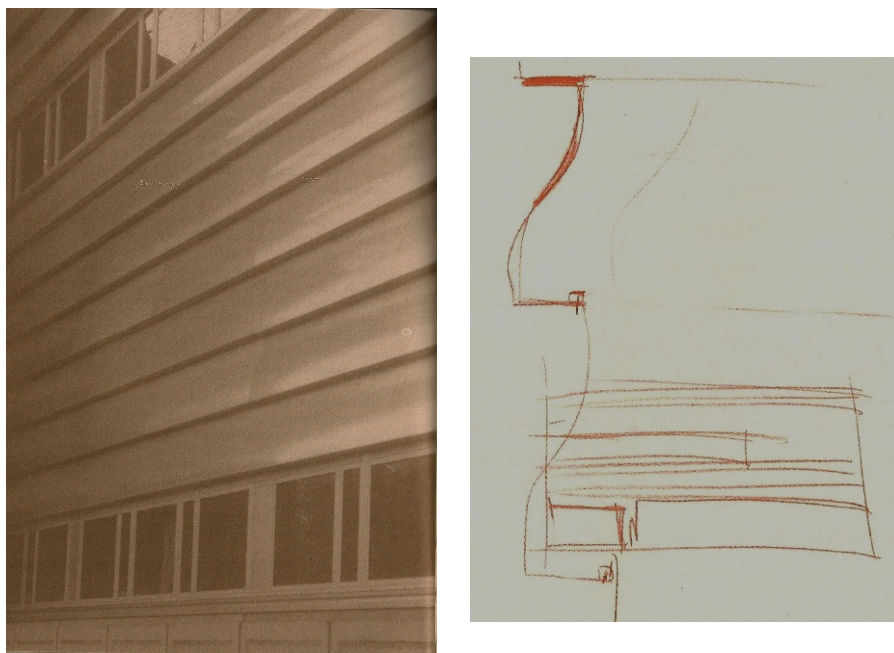
Com este cenário, Calatrava optou por tratar cada uma das quatro fachadas do armazém de um modo diferente, através da forma como o material seria explorado, como se fosse um quadro onde o uso do mesmo material – o alumínio – se encarregaria de dar unidade ao edifício.

Na fachada sul o projetista aplicou placas de alumínio em formato corrugado, formando uma curva sinusoidal. Esta escolha conferiu mais rigidez às placas, permitindo que pudessem ser aplicadas com dimensões maiores. A disposição curva foi acentuada pelas extremidades que, cortadas em ângulos oblíquos, criava a sensação das curvas serem mais acentuadas do que realmente eram. Assim, durante o dia, conforme o sol se movimenta, a incidência de luz criava efeitos variados nesta face, tornando este jogo de luz e sombra nas curvas de alumínio, um potencializador do movimento da fachada. Nas figuras 105 e 106 é possível ver o esboço e a fachada com a aplicação do material de forma curva.



Figuras 105 e 106: À esquerda - imagem da fachada sul do projeto Armazém Ernstings, Coesfeld – Alemanha. À direita – croqui da fachada. fonte: CALATRAVA, 2002.

Na fachada norte a proposta foi diferente. Por conta de a luz incidir de forma difusa e baixa Calatrava optou por aplicar as placas no sentido horizontal e com um formato de um perfil em S. Assim, com a incidência de luz zenital nas partes mais sobressaltadas criaria um jogo interessante de luz e sombra entre a parte mais saltada com a parte mais funda do perfil. Nas figuras 107 e 108, é possível ver os estudos da chapa e o projeto já com a aplicação das placas de alumínio em um perfil em S.



Figuras 107 e 108: À esquerda – imagem da fachada norte do projeto Armazém Ernstings, Coesfeld – Alemanha. À direita – croqui. fonte: CALATRAVA, 2002.

E, por fim, era preciso fazer as duas outras fachadas – leste e oeste. Por apresentarem quase as mesmas condições de luz – sol nascente e sol poente, respectivamente, e por haver a necessidade de dar vida ao edifício, dar um significado, Calatrava dispôs as placas de alumínio nos portões como se fossem bocas. Isto porque, como em uma das fachadas havia portões com um fluxo intenso de caminhões entrando e saindo, o arquiteto viu nesta situação a semelhança com uma baleia engolindo animais (figura 109).

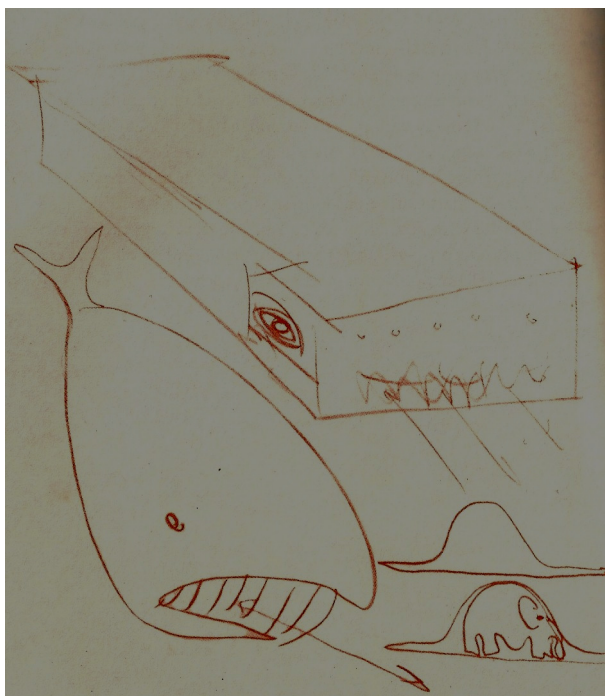


Figura 109: imagem da analogia que o arquiteto utilizou no projeto Armazém Ernstings, Coesfeld – Alemanha, fonte: CALATRAVA, 2002

Este projeto é um dos primeiros feitos pelo arquiteto. Apesar de sua simplicidade, sua resolução se deu, praticamente, a partir das explorações feitas com um único material, mostrando as diversas possibilidades que mesmo elemento pode oferecer - criando soluções totalmente diferentes.

6.1.4. As propostas dos três arquitetos e os estudos com os materiais.

Assim, Santiago Calatrava baseia seu trabalho a partir de dois princípios – a busca por referências a partir da anatomia humana e das formas e composições na natureza para formar seu vocabulário projetual e sua preocupação com os mecanismos que mantêm as estruturas estáveis. Entende que o modo como os sistemas são feitos para manter as forças estáveis – forma, composição e materiais já é, em si, uma manifestação de projeto. É a partir destes dois princípios que o arquiteto explora e incorpora o estudo dos materiais em seu trabalho de projeto – buscando aqueles que apresentam o melhor desempenho – frente às formas e disposições estruturais desenvolvidas, diferentemente do trabalho de Koolhaas e Kahn. Enquanto aquele tem como preceitos a busca pela inovação e a experimentação onde a realiza na própria exploração da materialidade - no estudo e nas novas possibilidades dos materiais, Kahn assume uma postura mais filosófica e poética e seu posicionamento se reflete na manipulação dos materiais. Este tem como base de seu trabalho arquitetônico a procura pelo papel cívico de cada projeto entendendo-o como um espaço onde realiza uma determinada função cívica. Ao encontrar sua essência, desenvolve-a e, só depois, busca explorar os materiais como agentes realizadores da ideia da arquitetura.

Em resumo, com os relatos dos próprios arquitetos a partir dos livros da coleção *Conversa com Estudantes* foi possível aprofundar um pouco mais sobre como os projetistas incorporam os estudos da materialidade em seus projetos. A natureza dos livros possibilitou que os arquitetos explicassem quais eram suas intenções e motivações para cada decisão de projeto, sem intermediários e críticos, mas a simples voz dos autores dos projetos. Koolhaas, Kahn e Calatrava nos dão exemplos notadamente diferentes de como a abordagem com os materiais pode ser feita. Cada um esclareceu quais eram seus princípios de projeto e como os aplicavam. Do mesmo modo, demonstraram como tomam partido em seus entendimentos do estudo dos materiais em seus projetos. Os três exemplos evidenciam modos diversos desta apreensão, o que torna o conjunto

mais rico para o aprofundamento do estudo, mostrando não só a riqueza de possibilidades, mas que a própria forma de entender a exploração da materialidade no projeto conduz a caminhos diversos.

Há, além deles, muitos outros projetistas que se dedicaram a fazer do estudo da materialidade parte importante e, frequentemente, fundamentais em suas propostas. Não faltam exemplos de arquitetos que procuram compreender e estudar as possibilidades dos materiais como parte fundamental de suas atividades e, o resultado, é visível quando existe esta preocupação desde o início do projeto.

Conclusão

O objetivo da pesquisa foi aprofundar o estudo sobre a exploração da materialidade dentro do processo projetual – de que maneira acontecem as primeiras apropriações dos materiais dentro da atividade projetiva, quais suas implicações, influências e importância para o projeto e para o edifício. Um conjunto de temas foi discutido dentro do contexto de processo de projeto.

Com o livro de Brawne, houve uma reflexão significativa quanto ao modo como o estudo dos materiais é compreendido na atividade projetiva. Brawne traz a discussão do processo de projeto como sendo uma atividade visual, em seus mais diversos aspectos. Dentre eles, estão os mecanismos de escolha e manipulação dos materiais no processo. Para o autor, há uma clara influência dos materiais na atividade projetiva. Parte significativa de suas decisões quanto às suas escolhas e formas de aplicação se deve a uma questão visual – a memória. O resultado projetual, pois, sofre forte influência das lembranças visuais que os arquitetos carregam consigo condicionando tanto o modo como o arquiteto compreende o problema quanto à maneira que conduz para a sua solução. Assim, mesmo o que se imagina ser novo em termos de modos de apresentação de um ou uma combinação de materiais, é resultado de um resgate de algo já visto e considerado como bem resolvido e que é utilizado como fonte inspiradora para a solução projetual. Manifestar esta compreensão e discutir representa um passo importante nos estudos da exploração da materialidade em projeto, como foi observado no relato de Louis Kahn ao declarar que utilizou como referência visual em seu projeto em Dacca, as termas de Caracalla. As semelhanças na escolha e no modo como os materiais foram empregados confirmam o uso dessa referência.

Outra importante discussão foi obtida a partir do estudo do livro de Addis onde o autor aborda os dois lados da edificação – o projeto e a construção. Períodos como a antiguidade em Roma, Renascença e a Revolução industrial na Europa evidenciaram a importância das inovações tecnológicas no desenvolvimento de novas soluções construtivas. Os avanços alcançados como o

concreto, na idade antiga, e o ferro no século XIX, na Europa, foram fundamentais para permitir um novo vocabulário arquitetônico nas respectivas épocas.

O estudo sobre a proposta de trabalho de João Filgueiras Lima através do projeto modular pré-fabricado também evidenciou características importantes quanto à exploração da materialidade. Seus trabalhos possuem uma eficiência e riqueza arquitetônica porque o arquiteto adquiriu uma experiência com a prática construtiva que se tornou decisiva em seus projetos. Essa experiência, no entanto, não decorre apenas de tempo e do número de projetos realizados, obtendo um maior domínio das situações de projeto e execução, mas também por buscar compreender o comportamento dos materiais, de modo aprofundado e crítico. O arquiteto adquiriu um conhecimento não só nos estudos de projeto, mas nas possibilidades construtivas, nas alternativas de execução e soluções materiais mais vantajosas para seus propósitos, foi, pois, esse equilíbrio de conhecimento que o capacitou a realizar edifícios belos e eficientes.

Assim, verificou-se que o estudo e a compreensão dos materiais por parte dos projetistas desempenha um papel significativo na atividade projetiva. O emprego de cada material permite um campo de possibilidades funcionais, estéticas e simbólicas. Sendo a sua escolha já a determinação de um conjunto e a exclusão de outros, começa-se a direcionar as possibilidades construtivas, a materialização do edifício. Nesse sentido, a investigação do trabalho do arquiteto João Filgueiras Lima representou um fator importante do conjunto dos estudos, pois evidenciou uma relação bastante significativa entre a busca intensa pelo domínio dos materiais e de um determinado sistema construtivo e a viabilização de soluções projetuais humanas e eficientes.

O domínio das características dos materiais também se mostrou um fator relevante no desenvolvimento da atividade projetiva. Esse conhecimento pode influenciar no direcionamento da conformação final do projeto como a proposta de Eero Saarinen para a empresa John Deere and Company, nos EUA. O material escolhido pelo arquiteto para as estruturas principais do edifício adquiriram destaque no conjunto arquitetônico. Do mesmo modo, quando esse domínio é inexistente ou frágil toda a obra arquitetônica pode ficar comprometida, pois, frequentemente, ocorre o surgimento de patologias pelo desconhecimento do comportamento de determinados materiais e suas interações uns com os outros.

Desse modo, procurou-se aprofundar as questões quanto às informações sobre os materiais dentro do processo de projeto em relação às novas tecnologias utilizadas na atividade de projeto. A metodologia dos *Sistemas Generativos*, aliada aos recursos de fabricação digital, foi discutida, revelando novos caminhos no campo das explorações dos materiais no processo projetual. Com esta associação, as distâncias entre as concepções de projeto e a execução do edifício tornam-se tênues, pois a forma e os materiais do projeto podem ser estudados, sem se limitar a buscar alternativas no mercado, pois os próprios computadores podem produzi-los.

Com essas investigações outras questões sobre o estudo dos materiais no projeto surgiram. As novas possibilidades de manipulação e produção dos materiais, tanto os convencionais, como aço, concreto, vidro e madeira quanto aqueles, até então, empregados em áreas como aeronáutica, automotiva e espacial, se apresentam com as possibilidades mais diversas, com texturas, resistências, superfícies e opacidades variadas. Cada uma das características dos materiais pode ser manipulada conforme os objetivos específicos de cada projeto. Um novo vocabulário arquitetônico surge onde as possibilidades são inesgotáveis. Apesar dessas possibilidades ainda não fazerem parte da realidade para a maioria dos profissionais de projeto e construção, as discussões sobre as implicações em projeto já promovem reflexões e, futuramente, essas ferramentas farão parte do cotidiano arquitetônico, exigindo novas habilidades por parte dos projetistas em como compreender e trabalhar com a materialidade em um campo onde as possibilidades são muitas.

Porém, com esse cenário, verificou-se que as escolhas dos materiais e o modo como são investigados nos projetos não seguem, apenas, a questões técnicas e funcionais. O ato de projetar envolve muitas questões, entre elas, estão suas implicações simbólicas. Essas, por sua vez, estão atreladas a um conjunto que envolve uma relação estreita entre disposições construtivas e materiais com uma correspondência de determinados valores e mensagens.

Assim, a apreensão da exploração da materialidade torna-se mais ampla quando parte-se do entendimento de que seu papel no projeto supera questões de requisitos funcionais e efeitos estéticos. Apropriar-se de sua importância na atividade projetiva confere uma postura que resulta

em projetos únicos, adquirem um poder de evocar sensações, não só voltadas para o religioso, por exemplo, mas capazes de fazer seus usuários sentirem e refletirem sobre questões amplas.

Arquitetos como Louis Kahn é um exemplo dentre um grupo de projetistas que compreenderam a capacidade dos materiais, ao explorar luz, sombra, texturas, formas, em provocar sensações aos ambientes construídos. Existe a influência dos recursos tecnológicos de projeto, seja no desenvolvimento de novos materiais, seja em métodos e ferramentas de trabalho que reconfiguram a apreensão e aplicação dos materiais. No entanto, o modo como a exploração da materialidade se manifesta está fortemente atrelada à maneira particular de projetar de cada arquiteto, que por sua vez, é resultado de sua trajetória de vida, experiências e modos de ver e agir, sendo impraticável estabelecer um padrão.

A experiência da prática profissional representa um fator significativo ao alcançar essa maturidade frente às investigações com os materiais. Um exemplo bastante elucidativo foi dado ao apresentar o trabalho de Lelé. Esse só conseguiu alcançar uma produção arquitetônica bela, eficiente e humana depois que dominara todas as habilidades envolvidas na prática da construção.

Além das discussões apresentadas no estudo, considerou-se importante mencionar sobre a dificuldade em levantar informações para desenvolver a pesquisa - livros, pesquisas, artigos. O tema sobre a exploração da materialidade no processo de projeto ainda é pouco discutido no meio acadêmico. Por esse motivo, houve mais resultados encontrados sobre as manipulações da materialidade no resultado final do edifício do que durante o processo. Isso porque não se encontrou fontes que apresentassem essa discussão. No entanto, apesar dessas dificuldades, os materiais estudados forneceram dados relevantes, gerando reflexões valiosas para o início de um estudo pertinente e cada vez mais relevante no ambiente de projeto e construção.

Assim, com a finalização da pesquisa, informações relevantes sobre os estudos dos materiais no processo de projeto foram obtidas. Compreender os mecanismos de trabalho e fatores que influem na exploração da materialidade representa uma contribuição significativa para melhorar os estudos e a prática arquitetônica e, portanto, os espaços onde vivemos.

Continuidade dos trabalhos.

Com a pesquisa verificou-se um papel significativo dos materiais no estudo e na prática projetual.

No entanto, para que esta apreensão sobre os materiais discutida no estudo aconteça, os projetistas precisam adquirir uma habilidade em explorar, investigar e manipular os materiais, desde sua formação. Porém, como apresenta Brawne, existe uma dificuldade pelos estudantes de arquitetura em explorar os aspectos materiais no projeto, em trabalhar com as características de solidez, refletividade, textura, cor, dentre outras coisas que formam o edifício. Isso porque não existe uma familiaridade com as características dos materiais bem como uma abordagem em que seu estudo seja explorado como as demais questões apresentadas aos alunos durante o curso.

Dessa forma, há motivações para continuar os estudos através de uma pesquisa que busque como o conhecimento sobre as investigações dos materiais tem sido feitas no ensino de arquitetura. Bem como propor uma didática que concilie os estudos e explorações teóricas com a prática, através de técnicas como as estudadas pela escola Bauhaus bem como as novas tecnologias como prototipagem, fabricação digital, dentre outras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ABEL, Chris. Architecture, Technology and Process. 1 nd ed. Oxford: Elsevier, 2004. 268p.

ADDIS, Bill. Edificação: 3000 anos de Projeto, Engenharia e Construção. Tradução: Alexandre Salvaterra. 1 nd ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 640p.

ARGAN, Giulio Carlo. Walter Gropius e a Bauhaus. Rio de Janeiro: José Olympio, 2005. 255p

BERDINI, Paolo. Walter Gropius. 2 ed. Barcelona: G. Gilli. Coleção: Obras y Projectos, 1996. 288 p.

BRAWNE, Michael. Architectural Thought: The Design Process and The Expectant Eye. 1 nd ed. Oxford: Architectural Press, 2003. 190p.

BROADBENT, Geoffrey. Diseño Arquitectonico: arquitectura y ciências humanas. 2. ed. Mexico: Gustavo Gilli: Coleccion arquitectura/perspectivas, 1982. 483p.

CALATRAVA, S. Conversa com Estudantes. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 111p.

CANTEIROI, Fabio, PISANI, Maria A., Taipa de mão: História e Contemporaneidade, AEensaio, Vol. I No 2 Out 06 Página 3 de 21, disponível em:
http://www.aedificandi.com.br/aedificandi/N%C3%BAmero%202/2_taipa.pdf, acesso em: 01/06/2012.

CARVALHO, Antônio P. A. de, TAVARES, Ígor de G. Modulação no Projeto Arquitetônico de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde: O caso dos hospitais Sarah. 7p. Disponível em:
http://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/modulacao_hospitais_sarah.pdf. Acesso: 13/07/ 2011.

Casa Arquitetura. Casa de Taipa. Disponível em: <http://www.csaarquitetura.com.br/index3.htm>, Acessado em 01 jun. 2006.

CELANI, Gabriela, GODOI, Giovana, RODRIGUES, Gelly. O processo de Projeto Arquitetônico Mediado por Computador: um estudo de caso com o Architectural Desktop. In: Graphica, 2007, Curitiba, Paraná –Brasil. 14/11/2007. P.1-11.

CELANI, Gabriela, PÔPPO, Regiane, VAZ, Carlos. Processo de Projeto Generativo em Arquitetura: História e aplicação com os novos métodos de produção, texto produzido para um artigo, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

COLARES, Julio R. Exoesqueletos- no modernismo brasileiro nas décadas de 40 e 50 do século XX. 2003. 192p. Dissertação de mestrado –Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CORBUSIER, L. Mensagem aos Estudantes de Arquitetura, São Paulo: Martins Fontes, 2005.78p.

CORBUSIER, Le. El Modulor: Ensayo sobre una medida armonica a la escala humana aplicable e universalmente a la arquitectura y a la mecânica. 2 ed. Buenos Aires: Poseidon, 1961. 339p.

CURTIS, William. A&V, Monografias de Arquitetura e Vivenda Louis I. Kahn. Madri: Arquictetura Viva SL, Luiz Fernadez Galiano. 2001. 109p.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R; LISTON, K. BIM Handbook: A guide to building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 490p.

EKERMAN, Sergio K e TAVARES, Um Quebra Cabeça Chamado Lelé, Vitruvius, v. Arquitextos 064.03, ano 06, setembro. 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.064/423>> Acesso em: 05 jul. 2011.

FERNANDEZ, Tatiana. *Bauhaus* e a Arte Moderna. 2012. Disponível em: http://www.estagiodeartista.pro.br/artedu/histodesign/4_bauhaus.htm, acesso em: 16 mar. 2012.

FRONTINC. Disponível em: <http://www.frontinc.com/#/?type=serial>, acessado em 21 mai.2012.

GOMBRICH, E.H. A História da Arte, 16 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.688p.

GOMES, V. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. 2003. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

JONES, J. C. A Method of Systematic Design. In: JONES, J. C. e THORNLEY, D. G. (Ed.). Conference on design methods. Oxford: Pergamon Press, 1963.

KAHN, I.L. Conversa com Estudantes Louis Kahn. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 96p.

KLOSS, C.L., Materiais Para Construção Civil. Curitiba: CEFET, 1991. 157p.

KOOLHAAS, Rem. Conversa com Estudantes Rem Koolhaas. Barcelona: Gustavo Gili, 2002. 94p.

KOLAREVIC, Branko, KINGLER, Kevin. Manufacturing Material Effect Rethinking Design and Making in Architecture. Nova Iorque: Routledge, 2008. 316p.

LAWSON, Bryan. How Designers Think: The design process demystified. 3 ed. London: Architectural Press, 1997. 321p.

MACIEL, Carlos A. Arquieto Viajante, Artigo originalmente publicado em: Letras - Periódico Cultural, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://www.arquitetosassociados.arq.br/?artigo=o-arquiteto-viajante>. Acessado em 25 mai. 2012.

McGraw Hill. Informações sobre fonte de dados sobre materiais de construção. Disponível em: <http://www.products.construction.com>, acesso em 20/12/2010.

MELHADO, Silvio B. Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 294p. Tese (Doutorado)- Escola Politécnica, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

MELO, -. Bauhaus STAATLICHES BAUHAUS 1919-1933, 2001, Disponível em : http://www.esec-josefa-obidos.rcts.pt/cr/ha/seculo_20/bauhaus.htm, acesso em:16 mar. 2012.

MONEO, Rafael. Geometría como única morada.

MOREIRA, Daniel de C. O Princípio da Síntese da Forma e a Análise de Projetos Arquitetônicos. 2007. 375p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOREIRA, Fernando D. Os desafios postos pela conservação da arquitetura moderna, Artigo publicado na revista USP, São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.revistasusp.sibi.usp.br/scielo.php?pid=S1980-44662011000100008&script=sci_arttext. Acessado em 19 abr. 2012.

MOREIRA, Fernando D. Igrejas para homens: Sigürd Lewerentz em Klippan e Björkhagen, Artigo publicado na revista Vitruvius, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/07.075/328>. Acessado em 29 fev. 2012.

PANNONI, Fábio Domingos, História, Comportamento e Usos dos Aços Patináveis na Engenharia Estrutural Brasileira. 20--. Artigo disponível em: www.gerdau.com.br/arquivos-tecnicos/26.brasil.pt-BR.force.axd. Acesso: 15/10/2012.

PETRUCI, E.G.R. Materiais de Construção. 11ed. São Paulo: Globo, 1998. 435 p.

Piniweb. Artigos sobre informações das padronizações de materiais e elementos construtivos. Disponível no site: <http://www.piniweb.com.br/construcao/noticias/a-nova-base-de-dados-85701-1.asp>, data: 25/04/2012).

PISANI, Maria A.J., TAIPAS: ARQUITETURA DE TERRA, CFG BRASIL: CULTURA Y ARQUITECTURA DE LA DIVERSIDAD, Texto Referente a la Clase 5, 21/08/07, Arquitectura Colonial. Disponível em: <http://www.lapetus.uchile.cl/lapetus/archivos/1222353986TextoMetodosConstructivosTAIPAS.pdf>. Acesso em: 01/06/2012.

RYOO, B. Y, SKIBNIEWSKI, M. J, KWAK, Y, H. Web Based Construction Project Specification System. Journal of Computing in Civil Engineering Asce. Mar/abr. 2010. Disponível em: <http://pubs.asce.org/copyright>. Acesso em: 16 mar. 2010.

SABBATINI, Fernando Henrique, Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos - Formulação e Aplicação de uma metodologia. 1989. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

SANS, D.J ORTIZ &. Los Dez Libros de Architectura de M. Vitruvio Polion. Madri: Imprensa Real, 19--. 407p.

SEGAWA, Hugo. Arquiteturas no Brasil 1900-1990. 2ed. São Paulo: Edusp, 2002. 224p.

SCHEER, D.R. Building Information Modeling: What about architecture?. Artigo para University of Utah, 2005, 7p. Disponível em:

<http://www.bim.utah.edu/website%20Info/Articles/BIM%20What%20About%20Architecture.doc>.
Acessado em 16 mar. 2010.

SILVA, V.G., Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros: Diretrizes e base metodológica. 2003. Tese (Mestrado)- Escola Politécnica, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo.

SOUZA, Roberto de. Normalização e Controle de Qualidade na Construção Civil. In:

SIMPOSIO DE DESEMPENHO DE MATERIAIS E COMPONENTES DE CONSTRUÇÃO CIVIL, set 1989, Florianópolis, SC. Anais do II Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil. ANTAC. P 13-14.

SHOENAUER, N. 6.000 Años de habitat: De los poblados primitivos a la vivienda urbana en las culturas de oriente y occidente. Barcelona: Gustavo Gili, 1984. 384p.

TAS, E, IRLAYICI, E. P. A Survey of the Use of IT in Building Product Information Acquisition in Turkey. Journal of Information Technology in Construction. V 12. P 323-335. Mai. 2007. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2003/2007/22>>.

TAS, E, YAMAN, H, TANACAN, L, A Building Material Evaluation and Selection Model for the Turkish Construction Sector, Engineering Construction and Architectural Management, Vol 5, N 2, pp 149-163, 2008. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/0969-9988.htm>>. Acesso em: 16 mar 2010.

TAS, E, YAMAN, H, TANACAN, L. The Content of an Ideal Web Site for Building Materials Information in the World Wide Web: A Turkish perspective, Construction Informatics digital library, W78-200-1069, 28-30 jun 2000. Disponível em: < <http://itc.scix.net/data/works/att/w78-2000-1069.content.pdf>>. Acesso em 16 mar 2010.