

2. Miniaturas

A pesquisa do laboratório utiliza com frequência modelos em escala reduzida como ferramenta de investigação. O uso frequente dos modelos em escala (ou como chamamos: **miniatura**) é devido ao estudo do laboratório ser frequentemente dirigido às estruturas pertinentes ao uso humano, e a investigação da forma na escala humana infelizmente nem sempre é possível.

O uso do modelo em escala está incorporado ao homem desde milênios, utilizados em geral como ferramentas para se construir algo maior.

2.1 Achados arqueológicos:

A construção de um modelo normalmente pretende estudar a forma da futura construção em suas interações com o meio físico e com os seres humanos, além de prever e solucionar alguns problemas que podem aparecer durante o processo de construção e da observação do modelo. Por esse motivo, existe a dificuldade de se fazer um estudo histórico preciso sobre os modelos em escala. Artur Simões explica em seu artigo publicado, “*Aspectos da história das maquetes e modelos tridimensionais de arquitetura no Egito Antigo*”:

Quando se trata das origens e do papel de maquetes e modelos tridimensionais na História da arquitetura, especialmente na Antiguidade, são comuns as fantasias, as especulações e os anacronismos, que geralmente transpõem formas modernas do trabalho de arquitetos ao passado e às culturas construtivas tradicionais.(...)

Para os arquitetos contemporâneos a monumentalidade e a beleza da arquitetura antiga podem parecer inconcebíveis sem um processo de projeto imaginativo e experimental, envolvendo maquetes e conjuntos completos de desenhos em escala reduzida (plantas, cortes e elevações). Mas quais são as evidências arqueológicas do uso de maquetes na prática dos arquitetos no mundo antigo?

Frente à escassez de documentos que comprovem o uso de maquetes de arquiteto na Antiguidade costuma-se formular o argumento a silentio de que essas maquetes existiram sim, mas não deixaram vestígios, pois provavelmente foram feitas com materiais perecíveis. (ROZESTRATEN, 2003)

Modelos sempre existiram como ferramentas de estudo para construções em diversas culturas. A dificuldade de descobertas arqueológicas nesta área se dá provavelmente pelos materiais que estes modelos eram feitos que eram, como colocado, perecíveis. Apenas os modelos da Renascença se tornaram mais conhecidos, como os modelos de Brunelleschi para a cúpula de Santa Maria Del Fiore, e as maquetes de Michelangelo e Antonio da Sangallo para São Pedro, devido a exposições e publicações recentes.



Figura 4 - Maquete em madeira para cúpula da Igreja de Santa Maria del Fiori. Não demonstra os princípios de funcionamento. Em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.040/651> Acesso em: 9/05/2012

Segundo Rozestraten, a produção de modelos arquitetônicos manifesta-se como um fenômeno artístico comum entre diferentes civilizações, e sua origem se relaciona às origens do domínio da agricultura, da cerâmica, e da construção de arquiteturas perenes com materiais minerais (terra e pedras) associados aos já conhecidos materiais vegetais.

Embora possa ser considerado um fenômeno artístico global, em cada cultura a atividade de construção de modelos reduzidos possui características peculiares e os objetos se diferenciam quanto aos seguintes aspectos:

- A forma.
- Os materiais empregados na sua confecção.
- O seu provável uso social na época.
- As suas relações com a arquitetura real da época.
- As suas relações com o trabalho dos arquitetos da época.

(ROZESTRATEN, 2003, p.5)

O trabalho de pesquisa de Rozestraten aponta e cataloga achados arqueológicos classificados como modelos arquitetônicos em diferentes partes do mundo e em culturas diversas. Estes modelos apontam diferenças que retratam estas diversas culturas e materiais disponíveis. O autor aponta a relação histórica do homem com os modelos em diferentes épocas e diferentes partes do mundo. Porém, como observaremos a seguir, a função atribuída aos primeiros modelos catalogados é interpretada como ligada mais a fé que o processo construtivo.

2.1.1 Modelos Neolíticos do Sudeste Europeu

As diversas esculturas e pinturas rupestres do período paleolítico já evidenciam a curiosidade e a necessidade do homem de observar o mundo e traduzi-lo através de uma representação gráfica, ou em miniatura. No entanto, pesquisas arqueológicas apontam que os primeiros objetos representando construções feitas pelo homem foram produzidos apenas no período neolítico. Por culturas que já praticavam agricultura e a criação de animais e tinham domínio da cerâmica.

A construção de modelos arquitetônicos, conforme afirma Rozestraten, parece ter se iniciado apenas quando a arquitetura se constituiu como um fenômeno cultural permanente e durável, que foi beneficiado pelo ambiente cotidiano coletivo, a memória, e a ritualização do conhecimento e da prática construtiva.



Figura 5 – Mapa de localização das regiões de origem das culturas neolíticas abordadas. (ROZESTRATEN, 2003, p. 19)



Figura 6 – Modelo de Krannon, Província de Larisa, Grécia. Sexto Milênio (5800-5300 a.C) (ROZESTRATEN, 2003, p.23)

Toda evolução técnica e construtiva dessas culturas faz parte do relacionamento com o ambiente e a ocupação do território. As culturas europeias paleolíticas e mesolíticas tinham uma mentalidade nômade. Os grupos utilizavam

dos recursos naturais à sua volta. Depois de consumi-los, migravam para regiões que apresentavam maior disponibilidade de frutas, caça e pesca. Suas moradias e barracas eram provisórias e isoladas. Apenas no período neolítico a arquitetura adquiriu caráter significativo, relacionado com a ocupação de áreas férteis e a criação de animais domesticáveis.

A arquitetura neolítica também ampliou consideravelmente o rol de materiais e técnicas de construção empregadas até então.

Aos materiais vegetais (galhos, troncos e folhas) e animais (peles e ossos) usados desde o Paleolítico acrescentaram-se materiais minerais como a terra e a pedra, que abriram a possibilidade de construir paredes maciças, com sistemas tipo “pau-a-pique” ou alvenarias.

Quanto à configuração espacial, a arquitetura das culturas neolíticas caracterizou-se por gradativamente substituir as antigas construções circulares e elípticas por construções ortogonais com plantas retangulares (CHAMPION et al., 1987; GIMBUTAS, 1990)

Estas são algumas características do contexto histórico em que foram produzidas as mais antigas representações artísticas da arquitetura hoje conhecidas, que curiosamente não são desenhos, mas sim formas tridimensionais aqui denominadas “modelos arquitetônicos”. (ROZESTRATEN, 2003, p.20)

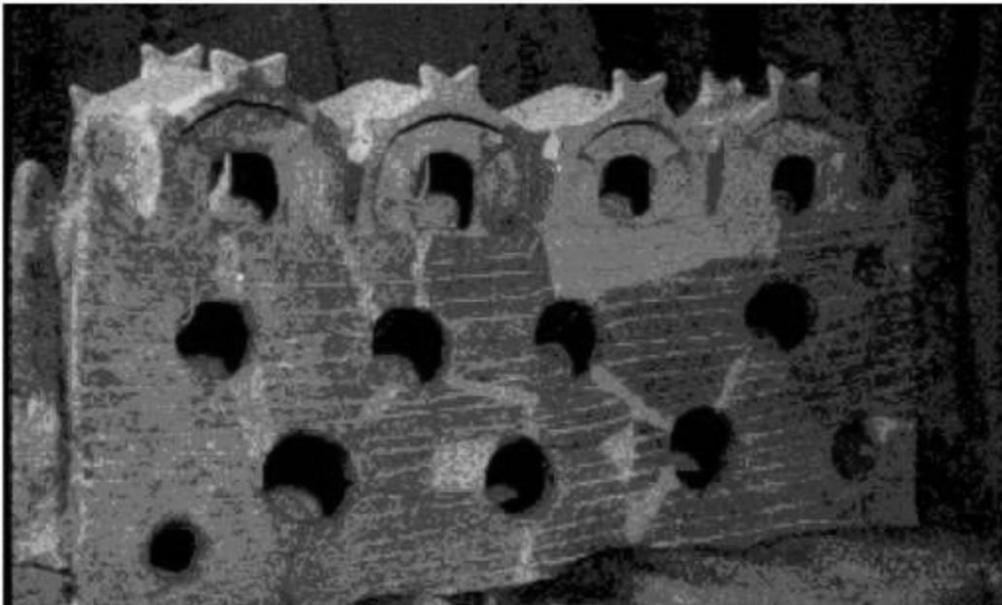


Figura 7 – Modelo de Cascioarele, Romênia. Região do baixo Danúbio. Quinto Milênio (c.4500 a.C). (ROZESTRATEN, 2003, p.28)

O autor coloca que a função destes modelos era provavelmente ritualística, ainda não havendo relação com o planejamento ou referencia técnica da construção. Provavelmente estes modelos possuíam funções simbólicas de

proteção com as construções, já que estes foram encontrados enterrados junto às fundações as edificações.

2.1.2 Modelos de Culturas do Oriente Próximo

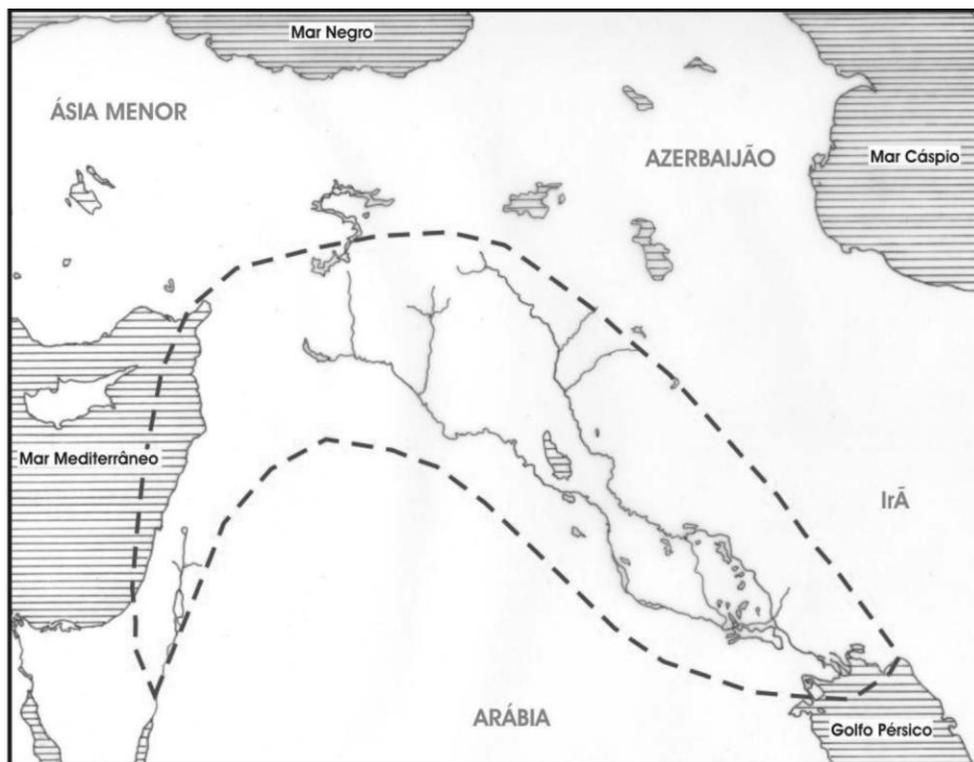


Figura 8 – Região de procedência dos modelos arquitetônicos do Oriente Próximo conhecida como Crescente Fértil, que envolve parte do atual Iraque, Líbano e parte da Síria, atuais Israel e Cisjordânia e parte da Jordânia. (ROZESTRATEN, 2003, p.42)

Assim são classificados os modelos provenientes do Crescente Fértil, que seria a Mesopotâmia e costa oriental do Mediterrâneo, além da Turquia, Azerbaijão e Irã. A datação destes objetos inicia-se no Quinto Milênio (c. 4.200 a.C.) e termina no séc. VII A.C. Segundo o autor, a arquitetura do período era de terra, e englobava técnicas como a taipa de mão e alvenaria de adobe. Os modelos confeccionados na época são de terracota, que é cerâmica modelada à mão ou em tornos e depois cozida em fornos.



Figura 9 – Modelo de Mari B. Mari, Iraque. Terceiro Milênio, 2900-2460 a.C
(ROZESTRATEN, 2003, p. 46)

Rozestraten afirma que estes modelos, no entanto, ainda não tiveram relação direta com o processo de construção dos edifícios da época. Mesmo que estes se relacionem e remetam às construções, os modelos ainda possuem autonomia em relação à construção, pois possuem ainda uma grande margem de fantasia, invenção e recriação.

2.1.3 Modelos Egípcios

No Egito, de acordo com o autor, modelos de edificações eram utilizados como oferendas em rituais de sepultamento. Alguns inclusive eram “animados” com representações de pessoas realizando atividades. Estes modelos estão ligados à fé egípcia de vida após a morte:

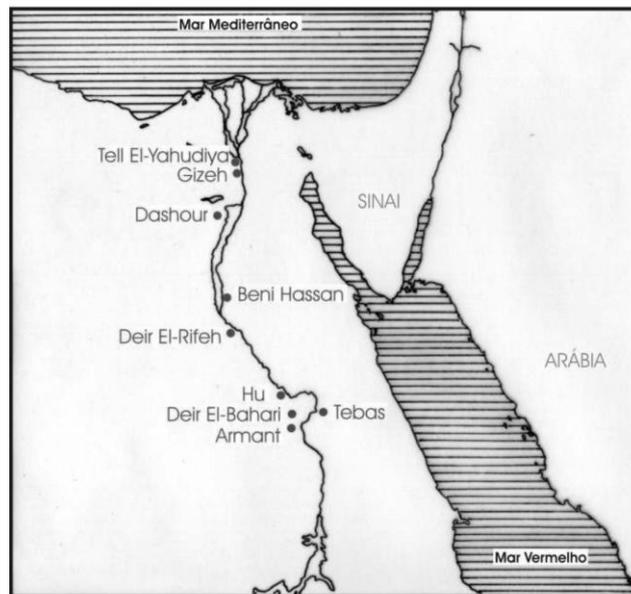


Figura 10 – Localização geográfica dos sítios arqueológicos egípcios tratados.
(ROZESTRATEN, 2003, p. 115)

Na interpretação de FLINDERS PETRIE apud NIWINSKI (1997) a representação em escala reduzida de formas arquitetônicas nas “Casas da Alma” estaria em consonância com a crença egípcia de que a vida após a morte seguiria o mesmo padrão desta vida, e que na outra vida os mortos precisariam de “substitutos” das coisas desse mundo: suas armas e instrumentos, seus carros, barcos, e sua “Casa” (HAYES, 1953).

Na aproximação e compreensão dos modelos egípcios é fundamental ter presente uma dimensão “mágica” característica da cultura egípcia na Antiguidade.

(ROZESTRATEN, 2003, p. 84)

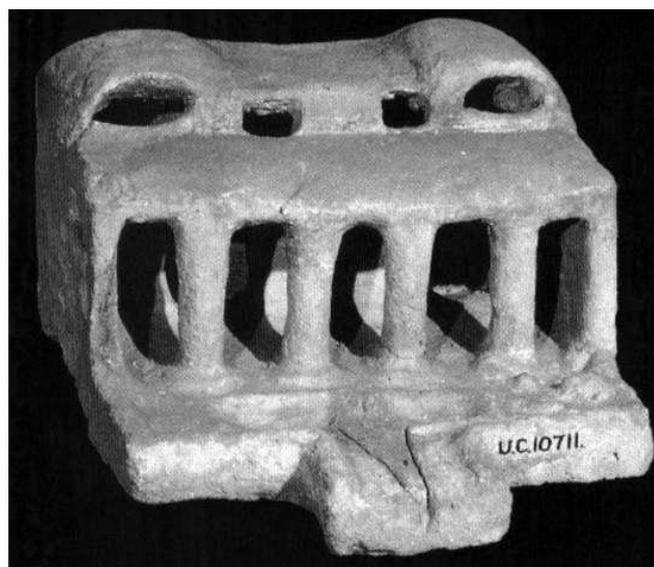


Figura 11 – “Casa da Alma”. Início do Primeiro Período Intermediário (2134-2014 a.C)
Deir El Rifeh. (ROZESTRATEN, 2003, p.98)

A mágica à qual o autor se refere diz respeito à crença de que os objetos sepultados se transformariam quando a nova vida começasse, de forma que o modelo viraria uma nova casa, e as representações de pessoas se transformariam em pessoas de carne e osso.



Figura 12 – Modelo “animado” de Silo. Império Médio (c.2000 a.C). (ROZESTRATEN, 2003, p.104)

2.1.4 Modelos Gregos

São conhecidos atualmente 60 objetos considerados como modelos arquitetônicos gregos. Estes modelos foram concebidos entre o Período Protogeométrico (1.050-900 A.C) e o início da Época Arcaica (700-480 a.C.) – período em que começam a se formar as *polis* (cidades-estado) e os governos aristocráticos, e que antecede a Época Clássica grega (séc. V e IV A.C.). De acordo com a dissertação abordada, a grande maioria dos modelos foi encontrada em escavações de santuários. A associação entre o local e os modelos permite

afirmar que estes objetos eram utilizados como oferendas em rituais religiosos, que era uma prática bastante comum como agradecimento de pedidos ou presentes aos deuses.



Figura 13 – Localização geográfica dos sítios arqueológicos abordados.
(ROZESTRATEN, 2003, p. 184)

Várias semelhanças formais são encontradas entre os modelos e a arquitetura grega pré-monumental, como semelhanças na configuração espacial de planta retangular, localização da porta e colunas, assim como semelhanças nos elementos arquitetônicos.

No entanto, o objetivo destes modelos ainda está relacionado à fé, assim como os outros abordados anteriormente. Os modelos gregos, segundo o autor, eram objetos de devoção deixados como oferendas aos deuses, especialmente à deusa Hera. Evidenciando a relação entre modelos arquitetônicos e oferendas ritualísticas a divindades femininas.



Figura 14 – Naiskos de Skillonte de Élide. Período Arcaico, séc VI a.C (ROZESTRATEN, 2003, p. 162)

2.2 O modelo em escala no Brasil - A aldeia Karajá



Figura 15 – Mapa do Brasil indicando o Rio Araguaia e a Ilha do Bananal, onde fica localizada a aldeia de Santa Isabel do Morro. (Revista *Projeto*, Setembro/1980. p. 20)

No Brasil, a tribo Karajá é um excelente exemplo do uso de modelos em escala por culturas tradicionais. A aldeia Karajá de Santa Isabel do Morro, objeto de estudo da arquiteta Cristina C. da Costa de Sá, demonstra também como técnicas tradicionais podem render resultados mais satisfatórios que técnicas industrializadas. Principalmente quando estas técnicas são implantadas em comunidades que possuem conhecimentos regionais e já possuem habitações compatíveis com o costume e clima local.

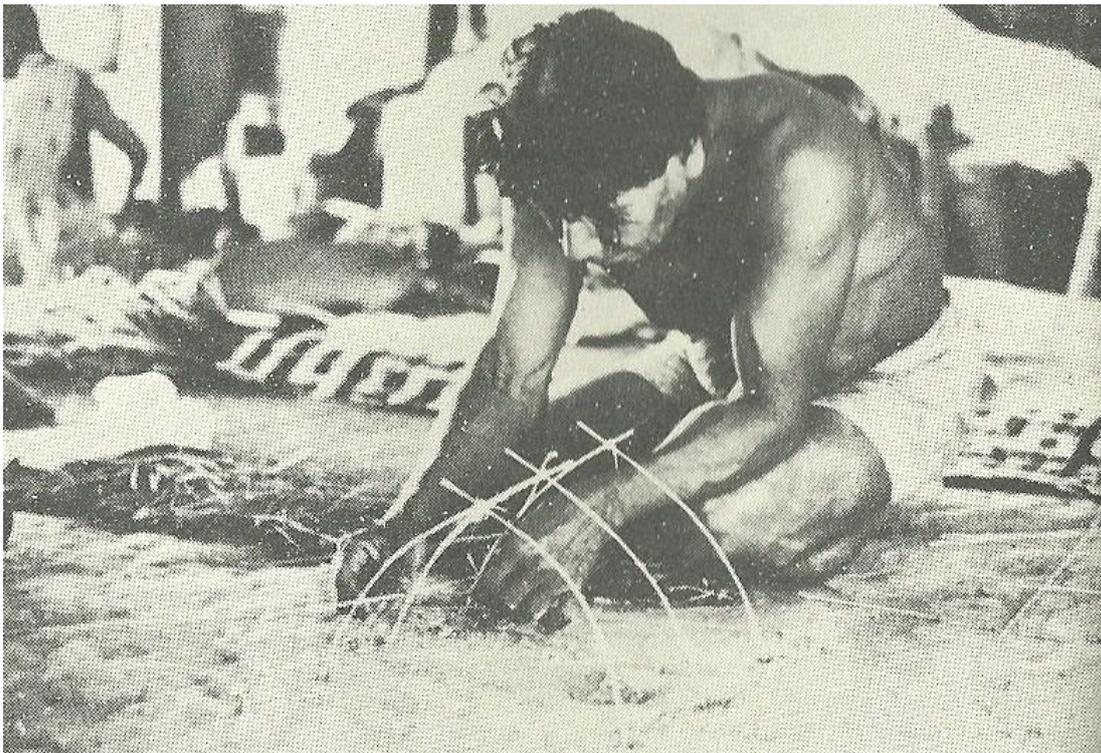


Figura 16 – Arutana fazendo um modelo em escala de uma casa tradicional da estação chuvosa. (Revista *Projeto*, setembro/ 1980. p. 20)

As técnicas construtivas tradicionais Karajá envolvem a utilização dos materiais disponíveis ao redor e a construção de casas ajustadas ao clima da região, e seu método construtivo envolve a montagem de modelos em escala para ensino e estudo das residências a serem construídas. Com os anos de sucessivos conflitos e interferências externas, parte da cultura Karajá se perdeu em adequação ao quadro social em que foram jogados. No entanto, ainda em 1980 quando o artigo foi publicado, os índios ainda preservavam muitos costumes e técnicas da tribo, que julgavam serem mais apropriados à sua realidade que os modos implantados pela cultura industrial.

2.2.1 A habitação Karajá:

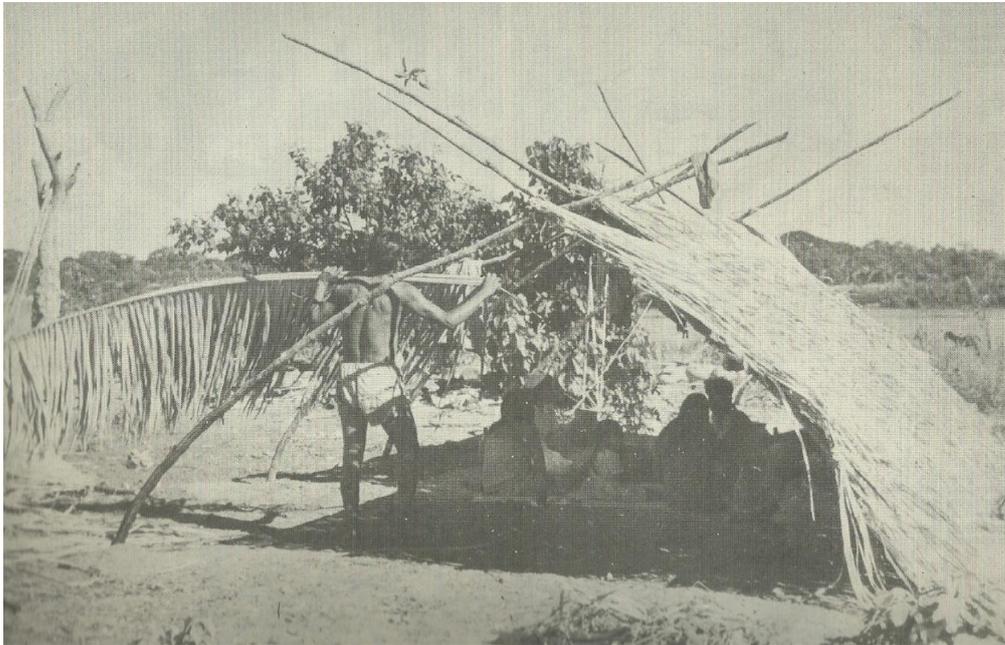


Figura 17 – Casa tradicional da estação seca. (foto dos arquivos do Museu do Índio)
(Revista *Projeto*, setembro / 1980. p. 20)

Enquanto conseguiram manter o seu ciclo anual de subsistência, de acordo com os padrões tradicionais, os Karajá não possuíram aldeia permanente. No inverno das chuvas e cheias do rio Araguaia, que vai de outubro a abril, a aldeia era construída nos barrancos mais altos das margens, acima do nível das enchentes; e no verão seco, de maio a setembro, a aldeia se transferia para as praias do rio, que facilitava a pesca e a coleta de ovos de tracajá, base da alimentação nesse período.

Em qualquer época, porém, as casas eram alinhadas da mesma forma: ao longo da margem e voltadas para o rio, e conservando o mesmo lugar relativo dentro do conjunto. Os Karajá viviam em dois tipos de casas, que variavam de acordo com a estação. No verão, eram mais simples: biombos de palha e madeira, e no inverno, eram casas sólidas e resistentes às chuvas e ventos com estrutura formada por três arcos, pequenas vigas junto ao piso e teto/paredes de palha. Suas construções não poderiam ser muito grandes e imponentes devido à vegetação local de cerrado, baixa e com árvores tortuosas e espaçadas, que limitavam as construções. Conforme mostra a figura 17, o Cap. Arutana demonstra o processo

construtivo da casa tradicional de estação chuvosa com a confecção de um modelo em escala. A simplicidade do traço nos desenhos de Karovina (figura 19) demonstram a necessidade de outra forma de representação para o ensino da técnica para os mais jovens.

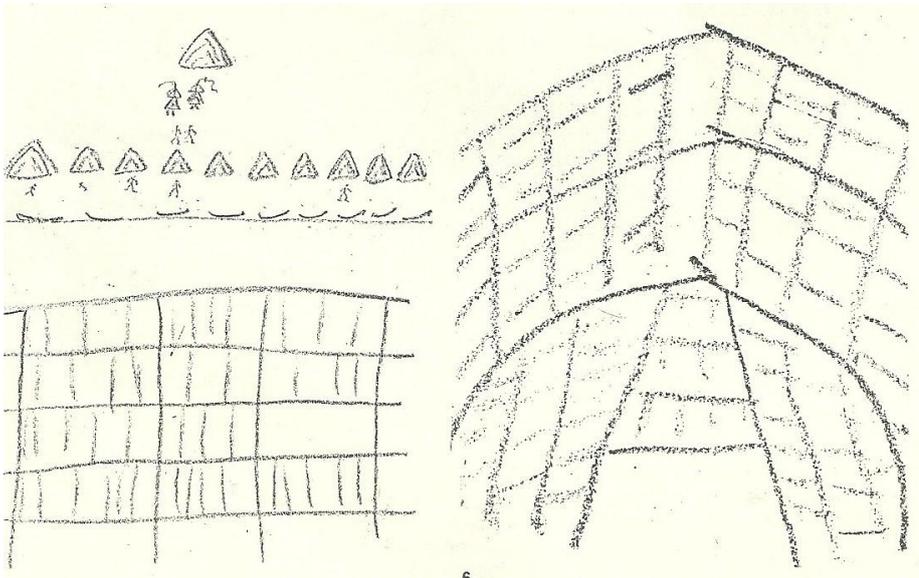


Figura 18 – Desenho de Karovina (lápiz de cera sobre papel - sexo masculino, idade aproximada 60 anos) demonstrando o arranjo da aldeia voltada para o rio e as casas das estações seca (esquerda) e chuvosa (direita). (Revista *Projeto*, setembro/1980. p. 20)

As ilustrações demonstram a falta de um código específico para representação, como ocorre com as plantas de construção civil. Por isso a representação por modelos físicos se torna necessária, pois os modelos simplificam o entendimento para quem o constrói e para quem o observa.

Outro ponto a ser considerado, foi o óbvio conflito cultural que ocorreu quando a FUNAI tentou fornecer recursos para a aldeia, ajudando na construção de casas e prédios para dar apoio ao índio. Contudo, aparentemente as diferenças culturais pouco importaram nesta ajuda. Sem a consulta ou acompanhamento do índio, estas construções foram feitas com tijolos de alvenaria, algo novo e desconhecido para os Karajá. Cristina em seu artigo observa:

Existem diversas construções neo-brasileiras na aldeia Karajá de Santa Isabel do Morro, todas utilizadas de maneira precária, ou não de todo utilizadas. Essas construções não são adequadas ao local, pois ignoram as condições climáticas, os materiais e as técnicas da região, oferecendo péssimas condições de conforto ambiental, sendo de difícil manutenção e tendo seu preço bastante elevado, pois nelas foi empregado material industrializado, que ali chega após longas viagens

de caminhão, balsa ou mesmo avião. Contudo, o pior defeito dessas construções é, no seu projeto, não terem sido considerados os aspectos socioculturais mais fundamentais da população local. Como exemplo, podemos citar o hospital, a escola, as casas para funcionários da FUNAI e, o mais grave de todos, as casas de alvenaria construídas para os três capitães (chefes) da aldeia: Wataú, Arutana e Maluaré. Existem também outras casas inacabadas na aldeia, bem como várias fundações abandonadas, a maioria com casas de palha construídas sobre elas. (REVISTA PROJETO, 1980)

Sobre o equívoco, a autora expõe que a melhor crítica que se pode fazer sobre essas construções, é observar a forma como seus proprietários as utilizam. Wataú não mora na sua casa, pois construiu outra de palha no final da aldeia. Maluré mora na sua casa de alvenaria, tendo construído apenas uma pequena cozinha de palha ao lado. Segundo a sua esposa, é devido aos intrusos não índios, que já invadiram sua antiga casa de palha. “...a casa de palha é muito perigosa, os cachaceiro entra. Na casa de tijolo, nós fechamos a porta, eles batem mas a gente não abre, só depois que eles vão embora.” Neste caso, o medo de sofrer represálias suplantou o costume.

Arutana construiu uma casa de palha ao lado da casa de alvenaria, morando na primeira e reservando a segunda como depósito e para receber os visitantes não índios. A pesquisadora ainda comenta que na primeira vez que fez a visita, foi recebida no cubículo que era a sala. Era insuportavelmente quente, em contraste com a casa de palha que permanecia fresca.



Figura 19 – Crianças Karajá junto a uma das casas da aldeia de Santa Isabel do Morro. (Revista *Projeto*, setembro/1980. p. 21)

2.3 Relações das miniaturas e objetos em estado de uso:

...o conhecimento se inicia com as perguntas que fazemos à natureza. Mas essas perguntas surgem quando nós, ao contemplarmos a natureza, nos sentimos provocados por seus assombros. O início do pensamento se encontra nos olhos que têm a capacidade de se assombrar com o que vêem. (ALVES, 2005, p. 81)

Não só de miniaturas é a concretude básica do ambiente de pesquisa. Junto às miniaturas existem objetos na escala humana “de carne e osso” às vezes incompletos para o uso¹, mas já disponíveis e sujeitos às ações físicas e humanas. Sujeitos à gravidade, à diversidades do tempo meteorológico, às intempéries. Os pequenos e grandes objetos convivem formando duetos somantes à subjetividade dos pesquisadores. Somos gigantes para os pequenos, e os dominamos. Ou nos fazemos pequenos e entramos em seus interiores.

Os grandes, quando são maior que nós, nos deixam apreensivos de fazê-los. Afinal estão sendo feitos pela primeira vez, sem cálculos de engenharia, que vêm geralmente depois. (RIPPER)

2.3.1 Determinando os termos:

No LILD o método de realização de experimentos utiliza modelos físicos. Esta constante na investigação deu origem, com o passar do tempo, a inúmeros objetos. E estes objetos não apenas servem como registro concreto da história do laboratório, mas também auxiliam em investigações futuras.

É importante deixar claro que o termo apropriado para designar este trabalho de pesquisa deve ser *experimento*. Devido ao fato de serem gerados objetos, o trabalho do laboratório é muitas vezes confundido com *projeto*.

2.3.2 Experiência x Projeto:

Projeto pode ser definido como um empreendimento, caracterizado por uma sequência clara e lógica de eventos, que se destina a atingir um objetivo

¹ Certa vez, Oscar Hidalgo, precursor das construções de bambu nas Américas, vendo um dos nossos domus geodésicos exclamou: “É bela, mas que se hace com ela?”

claro, sendo conduzido dentro de parâmetros pré-definidos de tempo, custo, recursos envolvidos e qualidade.

É organizado basicamente em pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento. Na primeira etapa são tratados os cronogramas, processos metodológicos e de planejamento. Na segunda, é tratada a execução da pesquisa e desenvolvimento do produto, sendo a última a constatação concreta do final do projeto e sua produção contínua, ou seja, o uso do produto no mercado, manutenção e descarte.

A característica que mais afasta a definição de projeto de experiência é o seu resultado. No projeto, existe um resultado particular a ser atingido. A consequência final da soma de todos os esforços anteriores é um produto acabado e com uma função específica, já antecipada e devidamente direcionada durante sua confecção. O produto final deve reagir exatamente da maneira para qual foi projetado. Lynn e Reilly salientam a formalidade de uma lógica projetual:

Os fundamentos do projeto precisam ser de fácil compreensão, aceitos pela gerência sênior e pela equipe, e devem permanecer estáveis até que o produto seja colocado à venda. Mudá-los no meio do caminho desanima a equipe, resulta em conflito entre os componentes do grupo, provavelmente atrasa a produção e tem grande probabilidade de resultar em fracasso do novo produto no mercado. Assim, a segunda prática do desenvolvimento de produtos campeões de vendas é: articular fundamentos do projeto nítidos e mantê-los estáveis. (LYNN E REILLY, 2003, p. 63)

Na linha de pesquisa do LILD pode ser observado o oposto. Devido ao seu caráter essencialmente experimental e orgânico, é muito comum que durante o percurso a investigação tome diferentes rumos. Estes caminhos e decisões tomadas são baseados em resultados obtidos durante a pesquisa, não podendo prevê-los com eficiência em um planejamento anterior. O método do laboratório de tentativa e erro envolve sucessivas construções e desconstruções, provocadas ou não pelo pesquisador. E este, como observador, deve aceitar essas desconstruções sem preconceito e sem apego à forma.

O objeto inicial, ou o experimento, não é a culminação do processo de desenvolvimento, mas sim o primeiro passo para aprender o que o objeto será. (LYNN E REILLY, 2003, p.187)

Além disso, o resultado da pesquisa realizado no laboratório nunca é considerado fechado. Ele apenas se encontra em um estágio temporário do seu tempo de vida, visto que o mesmo ainda pode sofrer alterações em sua forma para servir a outro propósito, ou ser utilizado em conjunto com outras técnicas ou objetos. Alvares (2008) comenta:

Faz parte do método de trabalho do LILD a realização e experimentos práticos utilizando modelos físicos denominados modelos processuais em todas as pesquisas desenvolvidas, e os objetos gerados nestas pesquisas passam a integrar o acervo do laboratório. A exposição permanente dos objetos gerados pode servir de referência nas novas pesquisas, visto que, as unidades existentes neste acervo não estão “fechadas” obrigatoriamente nas funções para o qual foram criadas, então somente em um determinado estágio da evolução, e outras especificidades podem ser geradas para atender novas demandas. Para tal é importante despir os objetos dos significados que lhes foram atribuídos anteriormente, permitindo dessa maneira a resignificação de objetos de pesquisas anteriores, dando-lhes novos significados e permitindo a atribuição de novas funções.

(ALVARES, 2008)

O processo de investigação pressupõe idas e vindas e requerem a execução de inúmeros modelos e dispositivos, que ao final convergem a um determinado sistema específico. Assim cada modelo é potencialmente fonte de sua própria linha de pesquisa, delineando um processo de investigação orgânico e não linear. Já em projeto, a antecipação do resultado já deixa evidente que o objeto é um objeto parado.

2.3.3 Termos já utilizados:

Para este trabalho, encontramos uma dificuldade em definir os modelos que tanto trabalhamos. Existe uma gama de termos já conhecidos para modelos, de diversas áreas e que retratam diversas aplicações. Porém, nenhum se encaixava perfeitamente de acordo com a filosofia e o uso dentro do LILD. Assim, chegamos à conclusão de que seria necessário criar um novo termo, mais de acordo com a mentalidade e a aplicação dos modelos no laboratório. Alguns termos já conhecidos e utilizados:

Modelo Volumétrico é o termo mais genérico, pois é utilizado na concepção da forma para estudar e trabalhar seu contorno sem a pretensão de

refletir o resultado final. Pode ser utilizado em qualquer escala, assim como qualquer material e acabamento.



Figura 20 - O projeto Luminária DDL em <http://fschwab-design.blogspot.com/>

Mockups são reproduções em tamanho real utilizadas para estudos volumétricos e ergonômicos, e não precisam exibir necessariamente as suas funções. Utilizados normalmente na fase inicial, suas medidas e detalhes ainda não estão delineados. O material normalmente utilizado não corresponde ao final, pois devido à incerteza da forma são empregados materiais mais baratos e práticos de serem manipulados.

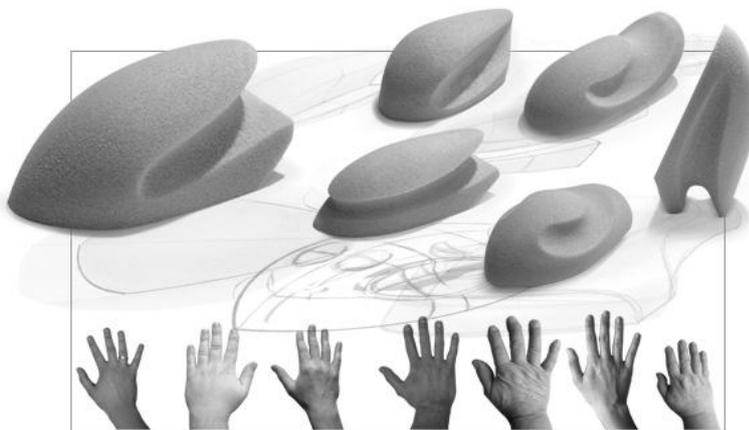


Figura 21 - Mockups de estudo ergonômico em http://www.outofnorm.eu/www/html/mockups_eng.html

Protótipos devem ser feitos também em escala real (1:1) e devem reproduzir as funções que o resultado final vai ter, ou seja, precisam funcionar. Não necessariamente precisam ser feitos com os mesmos materiais que serão utilizados para a fabricação do produto, nem precisam possuir precisão estética.



Figura 22 - Protótipo de triciclo elétrico em <http://www.triciclopompeo.com.br/fotos.php>

Maquetes não precisam funcionar, tampouco estar em escala real. Podem ser utilizadas escalas reduzidas ou aumentadas. São utilizados para retratar o objeto esteticamente. É uma representação, portanto, do projeto finalizado. No entanto pode ser utilizado qualquer material, desde que o acabamento seja fiel ao original.



Figura 23 - Maquete de avião.

Em <http://www.casadoaviador.com/maquetes/outras-aeronaves/maquete-f5-e-fab.html>

O termo que será utilizado ao longo deste trabalho será “miniatura”. Esta palavra sintetiza a ideia do modelo físico em escala, pois é exatamente o que é feito: constrói-se um modelo reduzido para investigar e prever soluções e dificuldades que aparecerão durante a construção do modelo em escala de uso. O termo “modelo processual”, definido por Moreira [2008], também é correto e pode ser aplicado, visto que este representa parte do processo de investigação da forma no laboratório.

A opção de evitar utilizar os termos supracitados se dá pelo fato destes já estarem muito comprometidos com a ideia de projeto e produção, além de não conceituarem de forma fidedigna o significado que as miniaturas possuem dentro do laboratório. Ainda, na prática, a conceituação destes termos ainda é confusa, com inúmeras definições dependendo da área em que são aplicados, podendo gerar equívocos no entendimento desta dissertação.

A palavra “miniatura” retrata o modo como o modelo é abordado dentro do laboratório. Não é apenas uma representação física de uma investigação, é o objeto que faz parte da própria investigação.

2.4 A compreensão e aprendizado de novas técnicas no LILD

No LILD as formas são geradas a partir do processo de fazê-las, na manipulação direta da matéria e da submissão da forma aos fenômenos do meio físico, com estes procedimentos nascem os modelos processuais, que passam a ser fora das mentalidades, o ponto de encontro dos pesquisadores. O objeto passa a ser então uma forma passiva, embora possa ser compreendida diferentemente pelas pessoas, não muda de aparência com as opiniões. O processo de investigação pressupõe idas e vindas e requerem a execução de inúmeros modelos e dispositivos, que ao final convergem a um determinado sistema específico, trata-se portanto, de um processo não linear, onde cada modelo individualmente pode contribuir ou determinar o próximo passo a ser dado em direção ao objeto final.

(ALVARES, 2008)

A utilização de miniaturas não somente faz parte do processo de pesquisa, ela é o próprio processo. A construção de estruturas como concepção de formas funciona da mesma maneira que o desenho no papel, porém sua percepção é

beneficiada pela manipulação direta do concreto em comparação com a abstração representada em duas dimensões na folha.

Eu também utilizo o desenho para estudar e observar formas naturais (desenho de modelo vivo, de ossos, conchas, etc.). Algumas vezes desenho pelo puro prazer de desenhar. Entretanto, aprendi por experiência que não devemos ignorar a diferença que separa o desenho da escultura. Uma ideia de escultura apresentada de forma satisfatória como um desenho sempre terá que ser alterada na sua tradução para escultura. (MOORE, 1937)

A pesquisa do laboratório é focada no uso de materiais naturais com mínimo de beneficiamento, processados com baixo consumo energético. Esta medida busca facilitar a inserção das tecnologias estudadas em comunidades, pelo seu baixo investimento e facilidade na transmissão de técnicas. Por isso o uso de modelos físicos de estudo como metodologia de pesquisa é beneficiado, pois os materiais finais da construção são facilmente encontrados no entorno do laboratório. O uso dos materiais originais da construção na concepção de miniaturas é incentivado e traz informações primordiais de comportamento e validade destes materiais.

Além disso, a miniatura fazendo parte do mundo real e com materiais que serão aplicados no objeto em escala de uso, faz com que esta esteja exposta às leis da natureza, sofrendo manipulação, transformação de energias, deterioração e efeitos dos campos de força, como gravidade. A observação dos experimentos em exposição prolongada ao tempo e o estudo da deterioração sofrida por processos naturais não provocados fazem com que já se tenha uma noção ampla de como o objeto irá interagir com o meio para o qual este se destina.

Outro beneficiamento trazido com o uso de materiais concretos é pela percepção aprimorada que estes oferecem. Mesmo que o comportamento da miniatura se afaste um pouco do objeto em estado de uso, variando na razão da escala porque sua estrutura molecular não modifica de tamanho. Além da visão, a percepção pelo tato auxilia na percepção espacial do pesquisador com o objeto de pesquisa.

O tato e as experiências espaciais visuais estão tão interligados que não podem ser separados. Pensemos, por um momento, em como as crianças pequenas, ainda não desenvolvidas, apanham, seguram, acariciam e põem na boca tudo que encontram, e quantos anos são necessários para educá-las no sentido de subordinar o mundo do tato ao visual. Comentando a percepção espacial, Bracque distinguiu o espaço visual e tátil da seguinte maneira: o espaço tátil separa o

espectador dos objetos, enquanto o espaço visual separa os objetos um dos outro. (HALL, 1977)

Hall cita também James Gibson (1950), psicólogo, que também relaciona a visão com o tato. Ele afirma que se um indivíduo possui dois canais de informação na exploração ativa de um objeto, a experiência é reforçada pelo aumento do fluxo de impressões sensoriais.

O autor cita ainda em seu trabalho Michael Balint (1945), que descreve dois diferentes mundos perceptuais, um orientado para a visão e outro para o tato. Balint compreende que o mundo orientado para o tato é mais acolhedor e imediato do que para a visão, no qual o espaço se encontra cheio de objetos perigosos e imprevisíveis.

Rubem Alves em seu livro, “Educação dos Sentidos”, coloca que a capacidade de perceber e apreciar os eventos a sua volta deve ser aprendida. O corpo deve ser capaz de ser erotizado pelo seu entorno, e sentir prazer nelas. Nossos sentidos – visão, audição, olfato, tato, paladar - são órgãos de fazer amor com o mundo, e ter prazer nele.

Para o autor, o tato é o sentido que mais se aproxima da ideia de intimidade. Ao analisarmos um objeto tocando-o, criamos ali uma relação mais particular e intensa. Rubem Alves coloca que o tato é o sentido que marca, no corpo, a divisa entre o prazer e a dor:

O olhar pode revelar amor ou morte. Mas o olhar exige distancia para ver. O olhar não toca. Os olhos, para verem, têm de estar distantes da pele. O olhar promete, anuncia, ou o carinho ou o soco. Mas o olhar não é nem carinho nem soco. Carinho e soco são entidades do tato. (ALVES, 2005, p. 49)

Alves afirma também que o tato é um sentido tão básico e primordial, que é o primeiro sentido que se manifesta em nós. Enquanto bebês, e sem nada saber, nossas bocas já mamam um objeto ausente. Ele prossegue afirmando que não poderia ser fome, pois se fosse, o bebê pararia de chorar apenas quando o leite fizesse o seu trabalho tranquilizador no estômago. Porém, não é isso que acontece. O bebê pára de chorar imediatamente quando sua boca se ajusta ao seio. E esta é uma experiência tátil de tanto prazer que permanece gravada em nossa memória erótica. E por isso que recorrem às chupetas, pois procuram por esta experiência tátil original, mesmo que completamente dissociada do leite.

Em seu trabalho, Alves coloca que “É o tato que dá sentido à vista”. E descreve uma experiência que teve com seus filhos: Em uma viagem de carro com seus dois filhos, um com seis e outro com oito na ocasião, ele descreve sua frustração em tentar mostrar para seus filhos as deslumbrantes paisagens que passavam pelas janelas. Ele os mostrava e tentava enfatizar a alegria do prazer de se ver. No entanto, seus filhos não o correspondiam. Eles olhavam rapidamente, comentavam algo básico como “que legal”, e logo voltavam ao seu foco de interesse, que era o interior do carro. Ali, eles ficavam concentrados em suas brincadeiras com pequenos carrinhos de plástico. E foi então que ele compreendeu. As crianças precisam “ver com as mãos”. Para elas, o puro “ver” não é o suficiente, Pois o ver só é interessante como meio para tocar um objeto. Pegar para ver. E ele prossegue:

Bachelard chama a nossa atenção para a “obsessão ótica” da nossa tradição científica. A palavra teoria vem do grego *theoria*, que quer dizer “contemplar”, “olhar”. Mas, para se ver, é preciso que o objeto esteja distante dos olhos e, portanto, do corpo. Nossa tradição separou a visão do toque. As crianças se recusam a esse corte. Nas lojas de brinquedos os pais conscientes dizem aos filhos pequenos: “Mãozinhas para trás...”. Eles sabem que, nas crianças, a visão quer tocar. Bachelard nos pergunta, então, se a matéria não tem uma realidade que só pode ser conhecida pelo tato. O jeito de cumprimentar, de abraçar, não dá a conhecer uma pessoa? Um “toque” no braço de Fernando Pessoa o levou a uma experiência de mundo. É assim que ele termina o seu poema:

Assim a brisa
Nos ramos de diz
Sem saber
Uma imprecisa
Coisa feliz.

Não é o toque apenas pelo prazer. É o toque para aprender.

(ALVES, 2005, p.59)

Para Alves, o tato contém um saber. Ou pelo menos, uma provocação ao saber, pois nos faz pensar. O tato é colocado como uma das experiências essenciais que devem acontecer no espaço de aprendizado. Segundo o autor, o tato incita a inteligência, pois muitos pensamentos que “brotam” das mãos.

Uma mão ferida pensa um martelo. Por que haveria o cérebro de pensar o martelo se a mão não estivesse ferida? Uma mão que segura um cassetete tem,

necessariamente, de fazer o cérebro pensar em golpes, da mesma forma como um revolver na mão, ainda que sem balas, nos obriga a fazer pontaria. A ostra constrói a pérola por causa do tato. O grão de areia a faz sofrer. Seu corpo então pensa uma coisa lisa que não a faça sofrer... (ALVES, 2005, p. 60).

Rubem Alves é um célebre educador, teólogo e filósofo. Autor de diversos livros, ele defende uma educação fora dos padrões industriais atuais, menos voltada ao adestramento dividido por matérias escolares e mais humana. Em seu trabalho, ele enfatiza o uso dos sentidos citando Karl Marx:

Eu amo o Marx jovem, o Marx erótico, o Marx do prazer. Nos Manuscritos de 1844 ele denuncia o capitalismo por aquilo que ele faz com os sentidos: destrói-os todos e os substitui por um único sentido: o “ter”. Para gozar um objeto, é preciso possuí-lo. Ele propõe uma fórmula ousada para compreensão da história, fórmula que eu não encontrei em nenhum outro filósofo: “O cultivo dos cinco sentidos é trabalho de toda história passada”. Na sua fantasia romântica ele acreditava que a história “conspira” para nossa felicidade. Porque a felicidade nasce da exuberância dos sentidos. Que maravilhosa teologia ateia! (ALVES, 2005, p. 44).

O próprio Fuller, famoso designer, arquiteto, inventor e escritor, teve sua paixão pela geometria despertada já no jardim de infância, quando teve acesso a ferramentas de construção feitas de ervilhas secas e palitos de dente. Os objetos materiais respondem aos estímulos de maneira muito mais pessoal. Por isso o seu uso como ferramenta de investigação da forma é tão apropriado. Em sua biografia “Buckminster Fuller's Universe: His Life and Work”, o autor Lloyd Steven Sieden aborda como Fuller utilizava modelos construídos como método de educação experimental.

Ao longo de sua vida, Fuller buscou padrões e formas geométricas na natureza. Para ele, toda natureza está prevista em um sistema geométrico coordenado e, se descoberto, poderia ser de grande benefício para a humanidade. Ao longo dos anos, ele conseguiu descobrir muitos elementos deste sistema, que ele chamou de “Energetic/Synergetic Geometry”. Nos anos 70, ele conseguiu compilar toda sua obra em dois volumes, *Synergetics* e *Synergetics 2*.

Embora complexos e detalhados, estes livros refletiam a paixão de Fuller em simplificar os fatos observados de maneira que qualquer um pudesse entender. Nos dois volumes, Fuller empregou duas técnicas que se mostraram muito úteis em elucidar as suas ideias: a construção e exposição de modelos construídos o

uso de narrativa em suas explicações. Ele sentiu que um dos melhores métodos para o entendimento dos fenômenos físicos e metafísicos que para ele permeavam e controlavam todo o universo era a construção e exibição de modelos. (SIEDEN, 1989, p.26)

Fuller também descobriu que a geometria funcionava como um excelente veículo de experimentação. Sua metodologia envolvia a construção de formas geométricas básicas e o desenvolvimento de modelos. E que estes modelos geométricos poderiam inclusive ser aplicados em outras áreas mais específicas.

Ao longo de sua vida, Fuller ministrou milhares de aulas utilizando modelos geométricos como base para explicações mais detalhadas. Inevitavelmente, ele descobriu que seus alunos, como a maioria das pessoas, tinham desinteresse ou dificuldade com a geometria porque foram levados a acreditar que a matemática e a ciência eram algo complicado, e dedicado a um grupo exclusivo de indivíduos. Fuller descobriu que a educação formal dada nas escolas distorcia os conceitos de ciência e matemática, de forma que estas áreas ficavam à margem da realidade cotidiana das pessoas. E por experiência própria, percebeu que o entendimento e compreensão dos fenômenos matemáticos ficavam mais claros a partir do momento que as pessoas os experimentavam pessoalmente.

Ainda hoje, a maioria das pessoas é exposta à ciência e matemática apenas nas escolas, em que geralmente é focada em princípios abstratos, que tendem a confundir mais do que elucidar, e as relações entre estes conceitos e os indivíduos comuns normalmente não são exploradas.

Além disso, Fuller foi um grande questionador do método de ensino atual, em sua crítica, ele condena o modo como o sistema educacional é restritivo e debilita a mente dos estudantes:

Ele sentiu que, como quase todas as organizações humanas, incluindo governos, indústrias e religiões, a função principal do sistema educacional é a própria perpetuação e aquisição de fama, fortuna e poder para as pessoas que os controlam. Em vez de contribuir para o conhecimento e bem-estar de todos, ele acreditava que organizações tentavam doutrinar os indivíduos em acreditar nos dogmas tradicionais, restringindo a ideia de comunidade e influenciando indivíduos a aceitarem, no lugar de pensarem por si mesmos.

(SIEDEN, 1989. p. 27).

O autor da biografia enfatiza o descontentamento de Fuller em relação ao método de ensino atual, baseado na metodologia mercadológica industrial:

Como estudante e como professor, Fuller acreditava que a educação deveria se concentrar na importância da experiência individual, e nas relações inerentes e essas experiências. Ele questiona o sistema educacional que é baseado na especialização e divisão, que ele acreditava ser contraproducente na sociedade moderna. Mesmo em 1930, Fuller estava convencido que uma nova ordem totalmente cooperativa estava surgindo, em que o bem-estar de um indivíduo não estaria completo até que cada pessoa no planeta tivesse suas necessidades básicas atendidas. (SIEDEN, 1989. p. 33)

2.4.1 Os diferentes estados dos objetos desenvolvidos no LILD:

Correia de Melo (2011) afirma que no desenvolvimento de pesquisas no LILD, os diferentes estados do objeto estão sempre interligados. Desta forma, cada estado gera informações de acordo com as suas visões particulares, ligadas às características próprias que cada um destes estados possui.

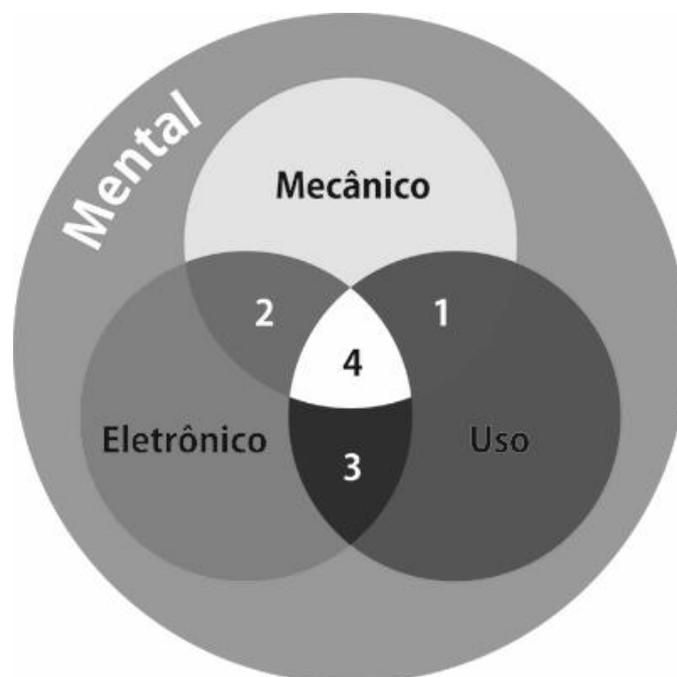


Figura 24 - Estados de um modelo e interações presentes na pesquisa do LILD.
(CORREIA DE MELO, 2011, p.81)

Estado Mental:

Tudo começa com o estado mental. Antes de qualquer ação, o objeto de pesquisa encontra-se no estado mental do pesquisador, e toda pesquisa posterior será relacionada com este. Admitindo que a cada passo, os estados em contínua transformação irão alimentá-lo com novas informações.

O estado Mental seria a ideia inicial, a raiz do desenvolvimento, ou seja, o ponto de partida da pesquisa. Esse estado, inicialmente, é formado pelo entendimento, à priori, do pesquisador sobre o objeto/pesquisa a ser desenvolvido, e vai sendo enriquecido, e mesmo modificado, pelas respostas obtidas com o desenvolvimento dos demais estados, que no caso da pesquisa do LILD são três: o estado mecânico, o estado de uso e, o estado eletrônico. (CORREIA DE MELO, 2001, p. 79)

Estado Mecânico:

É o estado abordado neste trabalho. Conforme já colocado, refere-se à investigação de técnicas e formas a partir da confecção de modelos em escala, ou miniaturas. É um estado concreto por se encontrar no mundo real, e sendo assim submetido às leis da natureza. Procura-se fazê-los com os mesmos materiais a serem aplicados na futura construção, pela preocupação em simular com o máximo de precisão o objeto na escala de uso. O objeto em estado mecânico admite a observação empírica do seu comportamento no ambiente.

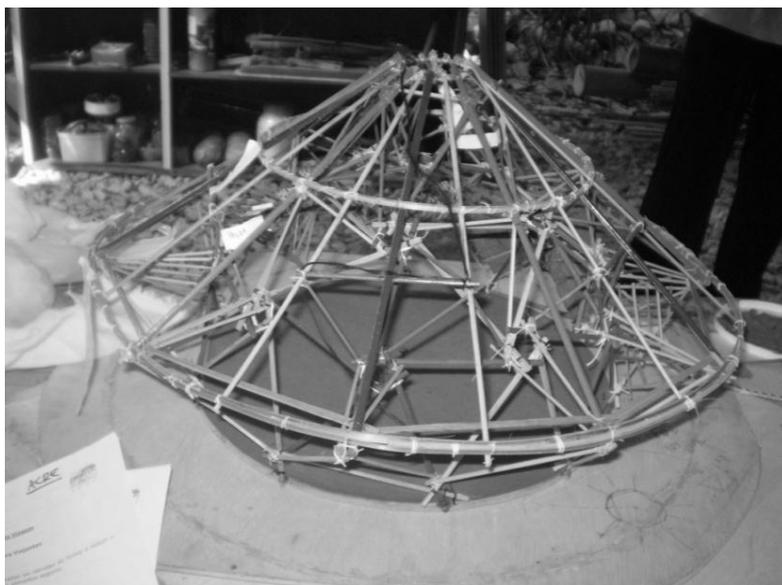


Figura 25 – Modelo em Estado Mecânico: Miniatura da Capela de Andrelândia.



Figura 26 – A Capela de Andrelândia.

Na miniatura, tanto as qualidades quanto as deficiências do objeto são reveladas rapidamente. A experimentação tátil do modelo permite a observação de novos ângulos, a incidência da luz, a sensação de cheios e vazios e texturas. A manipulação direta dos materiais a serem empregados colabora no relacionamento deste com o pesquisador, trazendo mais intimidade e perícia na manipulação da técnica. Grande parte do gestual do pesquisador que será aplicado na futura construção já é ensaiado (em menor escala, obviamente).

O estado mecânico, ou miniatura, é o mais utilizado no LILD como forma de estudo e enriquecimento da pesquisa. Antes de ser uma representação do estado mental, o estado mecânico é, acima de tudo, um objeto concreto, e por conta disso, está sujeito a alguns elementos físicos que atuam no mundo, como a gravidade, a luminosidade, as intempéries, a ação do tempo, entre outros. (CORREIA DE MELO, 2011, p. 80)

Além disso, a relação com a miniatura não só envolve o tato, mas também o olfato. Estar familiarizado com o cheiro dos materiais aplicados enriquece a pesquisa, e esta experiência é fundamental para a real compreensão da forma e domínio de suas potencialidades.

Estado Eletrônico:

Referente aos desenhos feitos em computador. Os modelos eletrônicos são úteis na medição e precisão de encaixes. Além da velocidade em que se pode realizar a tarefa de modelagem, esta linguagem oferece muita praticidade na manipulação da forma.

É utilizado com muita eficiência no LILD, auxiliando em estudos preliminares e somando dados aos modelos tridimensionais, principalmente quando as figuras a serem atingidas são formas geométricas perfeitas, complicadas de serem atingidas à mão livre.

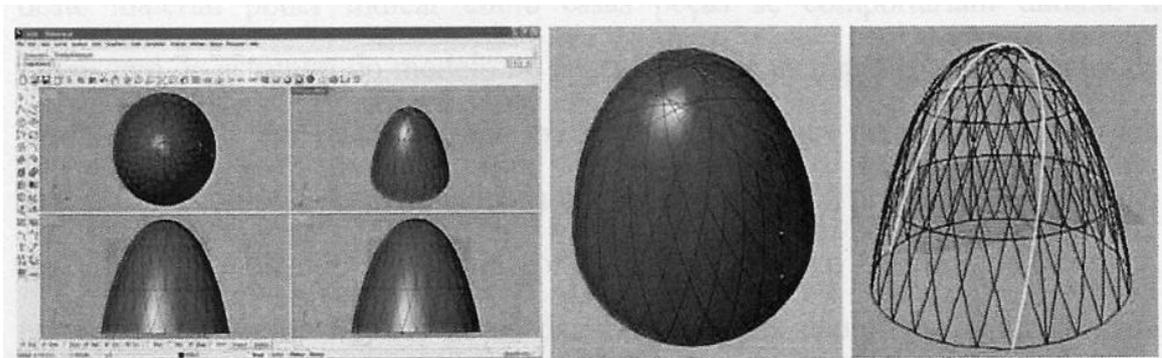


Figura 27 – Modelo em Estado Eletrônico: Estudo da treliça do software Rhinoceros – 28 divisões e a parábola geratriz da forma (ALVARES, 2008)

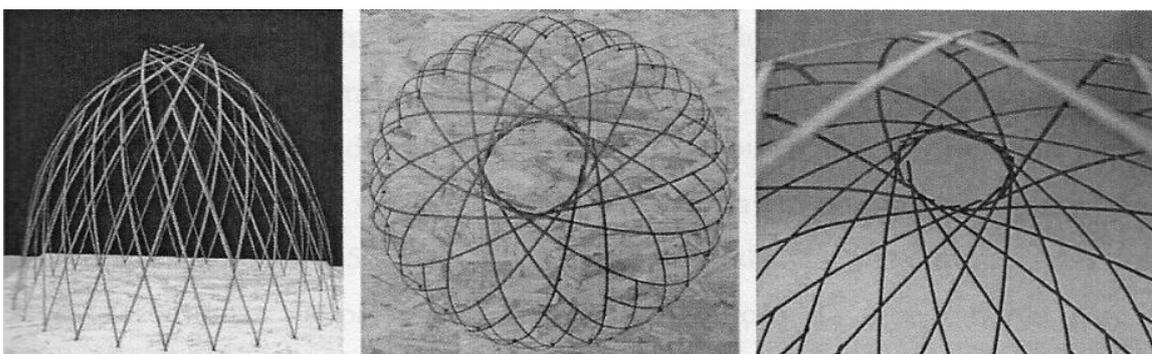


Figura 28 –Miniatura construída com base nos dados obtidos. (ALVARES, 2008)

Um fato muito importante a ser destacado é que o desenho da estrutura não nasceu no computador, sua utilização deu-se pelo fato desta ferramenta possuir um grau de aferição perfeito, não podendo ser alcançado de maneira simples com modelos muito reduzidos. Quando de sua elaboração, todo o entendimento da

forma e o partido adotado para a estrutura pantográfica já estava lançado, a grande vantagem foi a confirmação de algumas suposições e a possibilidade de fazer rearranjos muito rápidos. (ALVARES, 2008)

No entanto é uma linguagem puramente visual no estudo da forma. A percepção do usuário fica restrita à visão, ainda passando por filtros, como a tela do computador e a competência gráfica do software. No espaço eletrônico, o objeto não pode ser tocado pelo usuário. O modelo eletrônico não se relaciona diretamente com a pessoa nem com as intempéries do mundo real.

O uso da computação gráfica foi sendo introduzida no laboratório na medida em que a tecnologia eletrônica tornou possível o uso individual e portátil do computador. O estado eletrônico é o mais recente de todos os observados na pesquisa do LILD. Vale lembrar que o modelo nesse estado, ao contrário do estado mecânico, está fora do mundo mecânico, e logo, alheio às forças atuantes nesse mundo. Por outro lado, essa alienação em relação ao mundo exterior, permite novas visões sobre o objeto estudado, enriquecendo, assim, a pesquisa. (CORREIA DE MELO, 2011, p.81)

O espaço eletrônico não faz referência à história nem a acontecimentos reais. Conceitos básicos como gravidade e temperatura podem ser facilmente distorcidos ou negados. As leis naturais que se aplicariam ao modelo se este existisse no mundo real não existem. No lugar, o objeto eletrônico reage apenas com as leis redigidas pela equipe programadora do software, passível de falhas e manipulações.

Estado de Uso:

Se esta linguagem estivesse inserida em uma lógica projetual, sua definição estaria muito próxima do termo protótipo, pois se trata do estudo da forma através da produção de objetos em escala de uso e funcionais. O uso deste termo não é pertinente justamente porque o objeto de estudo não funcionará como verificação de atitudes projetuais, nem funcionará como “cabeça de série” para alguma produção para a indústria.

Pelo objeto já se encontrar na escala 1:1, é pertinente e prático utilizar a técnica e o material com toda precisão, resultando em modelos extremamente produtivos como fonte de informações.

O estado de uso é o objeto na escala real e preparado para que seja usado. Ele é também um objeto mecânico, porém, não se encaixa na definição anterior pelo fato de ser uma resolução do nó de tendências, presentes no estado mental, mais apurada. Exatamente por isso, esse estado, normalmente, é posterior a todos os outros. É como um resultado das respostas obtidas através dos demais estados. Por outro lado, também traz dados ao enriquecimento da pesquisa e, logicamente, do modelo mental. (CORREIA DE MELO, 2001, p. 81).

Neste estado nenhum dado ou fase de experimentação precisa ser simulado. Todas as trocas de informação estão claras. Porém, nem todo objeto de investigação possui dimensões modestas. Seu uso não é constante justamente pelo fato da impossibilidade de se realizar esta modalidade em estruturas de grande porte, sendo mais plausível adquirir antes o máximo de informações com modelos em estados eletrônico e mecânico, pela óbvia praticidade.

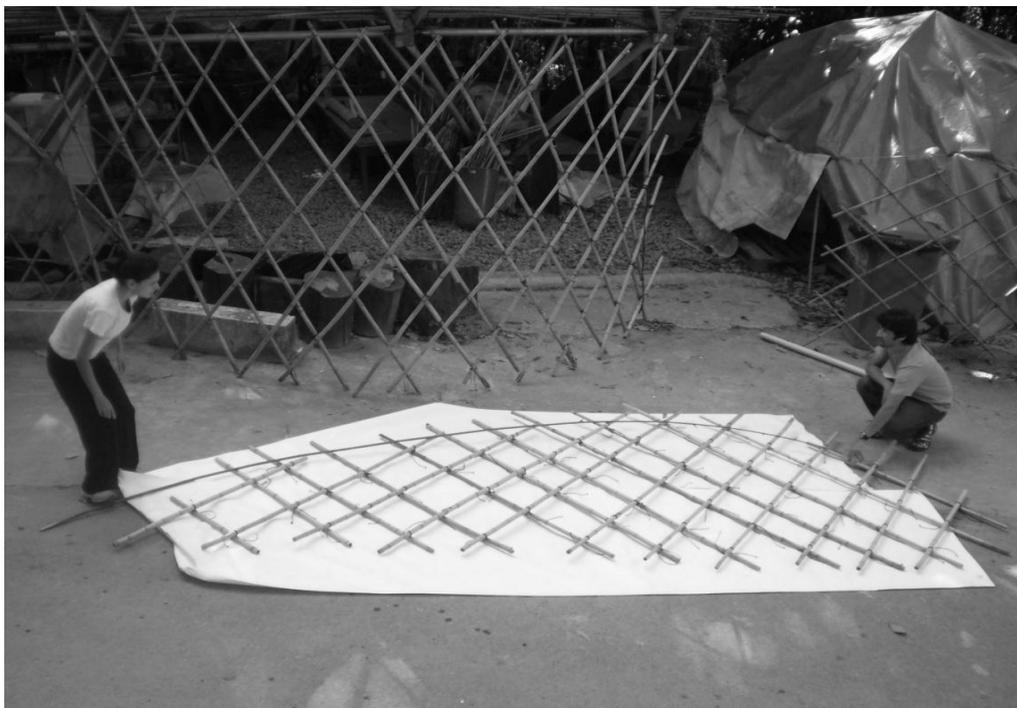


Figura 29 – Modelo em Estado de Uso: Confeção de treliça – LILD 2010

2.4.2. Interações entre os estados:

Correia de Melo afirma em seu trabalho que os estados do modelo, apesar de essenciais, não são exatamente o que conduz a pesquisa. Estes estados funcionam como estações de entendimento sobre certo ponto estudado:

Retornando à ideia do nó de tendências proposto por Levy (2001), os estados de um modelo são elementos de resolução da virtualidade contida na pesquisa. Esses estados são como um resumo do que fora entendido até o momento de sua confecção, servindo, dessa forma, como novo ponto de partida, tanto para o estudo e resolução de novas questões assim como para clarificar e aproximar-se ainda mais da resolução de questões anteriores, até então, não resolvidas.

Dessa forma, entendemos que os dados inseridos na confecção de um estado de modelo, seja ele qual for, é o que movimenta e impulsiona a pesquisa corrente. Por outro lado, os estados de um modelo são fundamentais na obtenção de tais dados a serem inseridos. Destarte, podemos concluir que os estados se retroalimentam, dando subsídio a continuidade dos estudos. Entendemos agora que o responsável pelo andamento da pesquisa são as interações existentes entre os estados acima dispostos, e não cada um deles isoladamente. (CORREIA DE MELO, 2011, p. 82)



Figura 30 – Um objeto auxiliando um desenho em CAD relativo à fachada de fibrobarro do LILD.

As interações entre os modelos ocorrem em todo momento da pesquisa, e de várias maneiras. Assim, quanto maior o número de interações entre as diferentes fases da pesquisa, maior será o número de informações que estará

disponível ao pesquisador. Correia de Melo afirma ainda que a primeira interação que ocorre no andamento da pesquisa é entre o estado mental do modelo e os demais estados individualmente, e essa interação sempre estará presente.

O diagrama da figura 25 mostra ainda as interações entre os três outros estados, sendo: 1) estado físico x estado de uso; 2) estado físico x estado eletrônico; 3) estado eletrônico x estado de uso; e 4) interação entre todos os estados.

As interações do tipo 1 são as mais frequentes no laboratório. A construção de modelos em escala é um método há muito tempo utilizado, em que a miniatura auxilia na investigação da forma para a construção dos modelos em estado de uso.

As interações do tipo 2 tratam da miniatura dando informações para o modelo eletrônico e vice-versa. Conforme já colocado, é uma interação mais recente no laboratório, mas que já rende bons frutos. O estado eletrônico alimenta a miniatura com dados precisos, como medidas e ângulos, além de realizar estudos mais ágeis de formas pela sua praticidade. Para maiores detalhes, sugiro a leitura da dissertação “*Modelos em linguagem mecânica x modelos em linguagem eletrônica: As interações na metodologia do LILD*” de João Victor Azevedo de Menezes Correia de Melo.

Já as interações do tipo 3 ainda não aconteceram no laboratório. Esta interação é comumente encontrada na indústria, entre aquelas que utilizam impressoras CNC (controle numérico operacional) em conjunto com os softwares de modelagem eletrônica. A relação inversa pode ocorrer a partir do escaneamento 3D do objeto, jogando seus dados para o computador. No entanto, estes objetos estão submetidos ao tamanho da área de trabalho do scanner.

As interações do tipo 4, em que todos os estados interagem começaram a ocorrer também depois da introdução da tecnologia computacional na investigação, gerando resultados muito produtivos. É importante frisar que estas interações de maneira nenhuma ocorrem de forma linear.

A investigação, portanto, não é um somatório, uma síntese das informações geradas por estes modelos, pois não se trata de uma equação. As soluções são encontradas como resultado das influências e relações que estes modelos mantêm. Assim como a investigação no laboratório, o processo de

pesquisa tem idas e voltas constantes entre todos os estados, (com exceção do estado 3, conforme já citado) formando assim uma espécie de “teia de interações”. As miniaturas construídas podem ser interpretadas como uma parada, um close no processo investigativo que já vem de anos e continua evoluindo.