

EDITORA 34

Editora 34 Ltda.

Rua Hungria, 592 Jardim Europa CEP 01455-000

São Paulo - SP Brasil Tel/Fax (11) 3811-6777 www.editora34.com.br

Copyright © Editora 34 Ltda., 2012

*Arquitetura na era digital-financeira* © Pedro Fiori Arantes, 2012.

A FOTOCÓPIA DE QUALQUER FOLHA DESTE LIVRO É ILEGAL E CONFIGURA UMA APROPRIAÇÃO INDEVIDA DOS DIREITOS INTELECTUAIS E PATRIMONIAIS DO AUTOR.

A Editora 34 agradece às seguintes pessoas

pela cessão de imagens reproduzidas neste livro:

*Ciro Miguel* (pp. 77, 213), *Guilherme Wisnik* (pp. 25, 29, 89b, 233),

*Ivan Limongi* (p. 27), *Leonardo Finotti* (p. 95b), *Luiz Florence* (p. 127b),

*Mylena Fiori* (p. 113), *Pedro Kok* (p. 109a), *Vanessa Grossman* (p. 95a)

Imagem da capa:

*Construção do Museu Guggenheim Bilbao, de Frank Gehry, realizada pela empresa de engenharia espanhola Idom*

Capa, projeto gráfico e editoração eletrônica:

*Bracher & Malta Produção Gráfica*

Revisão:

*Juliano Gouveia dos Santos, Camila Boldrini*

1ª Edição - 2012

Catálogo na Fonte do Departamento Nacional do Livro  
(Fundação Biblioteca Nacional, RJ, Brasil)

Arantes, Pedro Fiori

A662a *Arquitetura na era digital-financeira: desenho, canteiro e renda da forma* / Pedro Fiori Arantes; prefácio de Sérgio Ferro. — São Paulo: Editora 34, 2012 (1ª Edição). 368 p.

ISBN 978-85-7326-500-2

1. Arquitetura contemporânea - História e crítica. 2. Cultura contemporânea e capitalismo. I. Ferro, Sérgio. II. Título.

CDD - 720.01

ARQUITETURA  
NA ERA  
DIGITAL-FINANCEIRA  
Desenho, canteiro e renda da forma

Prefácio, <i>Sérgio Ferro</i> .....	7
Introdução: Estrelas da exceção.....	17
1. As formas da renda .....	21
Um milagre em Bilbao .....	22
McGuggenheim na Guanabara .....	40
As marcas da arquitetura e a arquitetura das marcas .....	53
Arquitetura, experiência e subjetividade pós-moderna.....	67
Monolitos, vazios e vertigens.....	84
Superfícies fluidas e peles tatuadas.....	97
Renda, juro e fetiche.....	114
2. O desenho programado.....	123
Uma obra inexecutável no centro do capitalismo avançado?.....	124
O canteiro do desenho.....	128
A prancheta digital e o clique no <i>mouse</i> .....	136
Nascem flores de aço .....	147
A automação da forma .....	161
Ideologia e economia das formas complexas.....	170
3. Canteiro um pra um.....	177
A atualidade da forma-canteiro .....	178
O robô-pedreiro .....	191
Fluxo contínuo .....	205
O <i>digital master-builder</i> .....	216
Canteiro híbrido.....	224
Migrações e violações.....	236
O valor da forma difícil.....	252

significado objetivo evidencie as transformações reais em curso. Como veremos, Gehry não apenas multiplicou por dez o seu escritório, de modo a espalhar desde então pelo mundo suas formas fluidas, instáveis e metalizadas, como ampliou seu *business*, tornando-se um produtor de softwares com a criação da Gehry Technologies.<sup>163</sup>

Nosso percurso nesse capítulo tem como fio condutor o escritório Gehry and Partners, que nos levará ao fim a Peter Eisenman, quem, aparentemente, mais longe foi na automação do processo de criação, utilizando o computador como agente decisivo na definição das qualidades do projeto e na quase diluição da autoria, chegando ao limite de propor um procedimento autômato de morfogênese.

### O CANTEIRO DO DESENHO

A noção de “desenho separado”, como sistema de informações e transmissão de ordens exterior que se sobrepõe aos trabalhadores no canteiro de obras, já foi suficientemente analisada por Sérgio Ferro.<sup>164</sup> Há uma transição histórica decisiva quando, na modernidade, é rompida a unidade entre desenho e canteiro, na passagem da cooperação simples das corporações de ofício para a manufatura comandada por uma força heterônoma. É nesse momento que o arquiteto se emancipa do canteiro, como parte da divisão entre trabalho intelectual e manual, e se aproxima cada vez mais dos donos do poder e do dinheiro. Ocorre, a partir de então, a perda progressiva do saber e da influência dos demais trabalhadores sobre os meios e fins da produção. Essa fratura decisiva teve lugar no Renascimento, quando se configurou o sistema científico de codificação e representação da arquitetura — inaugurado por Brunelleschi e preservado em grande parte nos séculos seguintes, aperfeiçoando-se com alguns tratados subsequentes, sendo o mais famoso deles, o da geometria descritiva mongeana, do século XIX.

A exteriorização do conhecimento em agentes especialmente designados para concentrá-lo foi, ao mesmo tempo, sinal de “progresso, não podemos duvidar”, como reconhece Sérgio. De um lado, o desenho penetrou as rela-

<sup>163</sup> Dennis Shelden, “Tectonics, economics and the reconfiguration of practice: the case for process change by digital means”, em *Architectural design*. Londres: John Wiley & Sons, vol. 76, n° 4, 2006, pp. 82-7.

<sup>164</sup> Sérgio Ferro, *op. cit.*, pp. 151-200 e pp. 330-78.

ções de produção, abstraiu (separou, apartou) o trabalhador de seu saber e de sua autodeterminação relativa — o trabalho passava a ser ele próprio abstrato. Comandada por um desenho-destino que lhe era heterônomo, essa desqualificação dos saberes individuais, entretanto, ocorreu associada a um progresso artístico e técnico da arquitetura e não a uma regressão. Como explica Giulio Carlo Argan,<sup>165</sup> a cúpula da basílica de Santa Maria del Fiore foi uma “novidade técnico-formal clamorosa”, uma obra que inaugurou a espacialidade moderna. Ou ainda, na interpretação de Manfredo Tafuri, Brunelleschi produziu “um objeto arquitetônico autônomo e absoluto, destinado a intervir nas estruturas da cidade e alterar seus significados. Uma autossuficiência simbólica e construtiva da nova espacialidade, dando a ela um valor de ordem racional”.<sup>166</sup>

Graças à abstração que lhe deu origem, a própria cúpula tornou-se uma “gigantesca máquina perspéctica” capaz de representar o espaço em sua totalidade. A abstração produziu, assim, um duplo movimento: alienação do trabalho e desenvolvimento das forças produtivas, técnicas e artísticas. Do ponto de vista da acumulação de capital, essa abstração do desenho em relação ao canteiro é o caminho obrigatório para a extração da mais-valia, como qualquer outro desenho para a produção de mercadorias. Cabe ao desenho separado dar ligadura, servir de medida e molde para que o trabalho heterônomo seja coagulado em um objeto — por isso ele é mais forma do que forma. É o desenho, enquanto instrumento de comando do capital, reunindo numa totalização forçada os trabalhadores parcelados no “trabalhador coletivo”, que, posto em movimento, valoriza o capital.

A combinação entre técnica de produção e técnica de dominação própria ao capitalismo expressa-se de forma mais nítida na produção manufatureira dos canteiros de obra do que na grande indústria, afirma Sérgio Ferro, pois a ausência da mediação mecânica deixa transparecer com clareza o comando arbitrário da exploração. A especificidade da divisão do trabalho na manufatura é, por isso, uma violência e uma instabilidade sem tréguas, num setor que, teoricamente, deveria buscar a estabilidade e o acúmulo de experiência e saber. Por sua vez, na ausência das distâncias impostas pela mecanização da indústria, são instauradas outras distâncias, ainda por meio

<sup>165</sup> Giulio Carlo Argan, “O significado da cúpula”, em *História da arte como história da cidade* (1983). São Paulo: Companhia das Letras, 1992, p. 95.

<sup>166</sup> Manfredo Tafuri, *Teorias e história da arquitetura*. Lisboa: Presença, 1979, p. 37.

do desenho: a “mediação arquitetônica” (formalismo, jogo de volumes, texturas) e o apagamento das marcas do processo de produção, sobretudo por meio da camuflagem do revestimento (“cujo segredo é fazer do trabalho concreto trabalho abstrato”)<sup>167</sup>.

Na contradição desenho/canteiro, mesmo que o desenho separado seja o polo do trabalho intelectual, ele deixa entrever um ofício artesanal: a produção manual do desenho, com o auxílio de diversos instrumentos. Como os trabalhadores do canteiro, os arquitetos, engenheiros e desenhistas estão subdivididos em diversas especialidades e camadas de profissionais,<sup>168</sup> que conformam um trabalhador coletivo típico da manufatura. A habilidade artesanal está fraturada e inserida na divisão do trabalho, que separa o profissional de parcela do seu saber. Sem participar das decisões tomadas *a priori* que conformam o projeto, a maioria dos profissionais desenha fragmentos do produto. São desenhos de instalações elétricas e hidráulicas, de estruturas e fundações, de paisagismo, de contenções, de detalhes de todos os tipos ou ainda a normatização de textos e carimbos. Apenas o arquiteto-chefe e seus auxiliares imediatos, que controlam e coordenam os trabalhos parcelares de concepção e representação, têm a ideia completa do que se executa — são os definidores, junto aos clientes, do “partido projetual”.

Antes de avançar para o mundo do desenho digital, vejamos como eram produzidas artesanalmente as pranchas de apresentação de projetos, uma experiência de saber prático que não faz mais parte da formação universitária do arquiteto e mesmo do imaginário da geração CAD (*Computer-Assisted Design*) — apesar de toda a linguagem operativa dos softwares convencionais de desenho ainda se basear na prática de prancheta.

Se o ponto de partida do projeto, como afirma Sérgio, é a “mão solta do artista”, a “linha torturada em concurso de sensibilidade”, a ele se segue uma representação gráfica técnica e metódica: “o traço sem desvios, os ângulos rigorosos, o metro bem afiado, o preto no branco”.<sup>169</sup> Esse trabalho do ofício artesanal de preparação das pranchas para a obra era um pequeno

<sup>167</sup> Sérgio Ferro, *Arquitetura e trabalho livre*. São Paulo, Cosac Naify, 2006, pp. 401-6.

<sup>168</sup> No escritório de arquitetura há uma pirâmide de comando que se inicia com o arquiteto-chefe (em geral o “sênior”) e depois segue com o arquiteto pleno, arquiteto júnior, projetista, desenhista-projetista, desenhista-auxiliar, arquivista, maquetista e estagiário. O escritório ainda contrata projetos e consultorias externas de diversas especialidades da engenharia (elétrica, hidráulica, de estruturas, de fundações, de solos etc.).

<sup>169</sup> Sérgio Ferro, *op. cit.*, p. 157.

canteiro de obras, uma experiência física com a matéria, de controle rigoroso dos movimentos do corpo e dos instrumentos de desenho. Por ele passavam todos os arquitetos, com extensões e profundidades variáveis, e ocupando diferentes posições dentro dessa manufatura. Essa “coreografia” de ritmos e gestos do desenho de arquitetura foi quase integralmente substituída pelo desenho em computador, que instaurou uma nova relação com o corpo do desenhista, menos elaborada e tortuosa e mais repetitiva: os inúmeros cliques no *mouse* e comandos de teclado no CAD.

A perfeição e limpeza desse trabalho na prancheta não deixavam de ser mais uma violência, interna ao “consulado da representação”, que muitas vezes era direcionada ao arquiteto aprendiz ou ao desenhista, o operário do risco. Tal qual o oficial de revestimentos descrito por Sérgio Ferro, que, com “sua mão treinada, leve pela carga de muita sabedoria, acaricia até o polimento a superfície em que desaparece”,<sup>170</sup> o desenhista não podia deixar qualquer vestígio da sua presença. É a mão-amputada, mas habilidosa, do mundo do desenho. Seu traço, apesar de contido e preciso, guardava ainda a marca da habilidade manual, no enquadramento do desenho, nas opções de “molhos” e grafismos das pranchas, no esmero do traço, nas máscaras coloridas, em que os artífices do desenho reconheciam seus estilos próprios, mesmo que abafados. O desenhista habilidoso transformava meras pranchas de instruções para obra em cuidadosos objetos gráficos, cuja qualidade artesanal evidenciava a geometria construtiva da própria arquitetura ali representada.

Em sua prancheta, o arquiteto-desenhista trabalhava com alguns instrumentos, produtos químicos e papéis.<sup>171</sup> A regra de medida e traço era dada pelas régua, esquadros, compassos e pelo escalímetro. As canetas nanquim, previamente limpas ao fim do último desenho, tinham seus mecanismos conferidos e seus refis carregados. Antes de começar um desenho em papel vegetal, base para as cópias heliográficas posteriores, a prancheta era verificada. Conferia-se a sua estabilidade, a sua limpeza, se os cabos da régua paralela estavam bem esticados para seu alinhamento, ou ainda se as articulações do tecnígrafo estavam ajustadas. O papel vegetal, graças à sua transpa-

<sup>170</sup> *Idem*, p. 130.

<sup>171</sup> A descrição a seguir é do método de desenho e seus instrumentos nos anos 1980 e início dos 1990, logo antes da introdução do desenho digital. Além da minha pequena experiência com esse tipo de desenho, contei com os depoimentos de João Marcos Lopes e Renata Moreira.

rência, era utilizado sobreposto a outro desenho, então redesenhado. A prática de redesenho era feita sucessivamente. Nos estágios iniciais com lápis, em um papel mais simples e áspero — o papel-manteiga —, e depois no papel vegetal, até a apresentação final, que poderia ser feita em uma folha de maior gramatura e resistência (como o papel Schoeller).

Posicionado na mesa branca, o papel vegetal era então limpo por uma mecha de algodão com benzina, para que a gordura da mão não produzisse áreas impermeáveis ao nanquim. A benzina era repassada com frequência em régua e mesmo no papel, quando por descuido encostava-se a mão além da passagem dos esquadros e da régua. A mão leve não deveria tocar no papel e tinha que obrigatoriamente estar sempre limpa. Para cada linha de espessura diferente, canetas com penas específicas eram usadas e substituídas com cuidado. O traço deveria ser uniforme, sempre com a caneta estritamente perpendicular e com a mesma pressão sobre o papel, para evitar irregularidades e a formação de bolhas de tinta. As pequenas bolhas de nanquim em geral surgiam no cruzamento de linhas ou na parada descuidada da caneta após deslizar, e deveriam ser evitadas e retiradas, pois demoram a secar e são potenciais borradoras do desenho. Os desenhistas mais cuidadosos desenhavam as quinhas antes com pena fina, de modo a cercar a área na qual a tinta da pena mais grossa deveria ficar contida, sem extravasar.

Era preciso esperar que cada traço secasse o suficiente para que sobre ele pudesse ser deslizada a régua paralela e o esquadro sem produzir um rastro de tinta na folha. Planejava-se o desenho para deslizar a régua sempre na mesma direção, enquanto as linhas secavam. Os ângulos fora de padrão solicitavam o uso de esquadros móveis que são regulados por um transferidor com rosca, de apelido “jacaré”. Antes da invenção desse instrumento e mesmo depois, no caso dos desenhistas mais ortodoxos, usava-se esquadros soltos, maiores ou menores, de modo a construir manualmente cada ângulo com ajuda do transferidor. Círculos e suas seções eram traçados por compassos com canetas afixadas na extremidade, e a ponta seca deveria ser posicionada com cuidado para não perfurar a folha nem deslizar. No caso de círculos com raios pequenos e padronizados eram utilizados gabaritos, os chamados bolômetros. Curvas compostas por segmentos de círculos e formas orgânicas mais complexas eram desenhadas com outro gabarito, a curva francesa. Linhas sem regramento geométrico, como curvas de nível, exigiam a mão firme do desenhista ou a utilização de régua flexíveis que guiavam o traçado da caneta nanquim.

As hachuras podiam ser feitas uma a uma com pequenos deslocamentos do esquadro, ou com caros decalques de *letraset* — um cartão, também em

papel vegetal, que pode conter hachuras, desenhos, símbolos e letras impressas decalcáveis para aplicação gráfica. Formas irregulares, como árvores, escalas humanas ou carros eram carimbadas no desenho com blocos de madeira molhados em almofadas de tinta. As cotas e textos eram desenhados com normógrafos, com “aranhas”, ou com gabaritos para cada escala de desenho — trabalho que também exigia delicadeza para evitar borrões. As velhas “aranhas” deslizavam uma de suas pernas em ponta seca no baixo relevo das letras esculpidas em alguma das diversas régua possíveis, escolhidas conforme o corpo do tipo pretendido, enquanto a outra carregava a caneta nanquim que executava o traço, também na espessura escolhida, compatível com o corpo da letra a ser desenhada.

Manchas coloridas para destacar partes do desenho eram feitas por meio de máscaras com fita adesiva e a dispersão de um produto, seja graxa de sapato passada com algodão, seja pastel óleo espalhado de maneira uniforme no verso do papel vegetal, também com algodão, e encharcado em solvente. Mais recentemente, as manchas passaram a ser feitas por canetas coloridas especiais, mas cuja execução também era meticulosa, para que não ficassem visíveis a sobreposição de camadas ou o sentido da pintura. As margens e o carimbo das folhas eram outro objeto de traçado do desenhista. No caso dos carimbos, sua diagramação, legibilidade e qualidade gráfica eram muito prezadas. Nos escritórios que possuíam uma logomarca própria, ela era desenhada ou carimbada nas pranchas.

O cuidado em todo esse processo justificava-se também pelo trabalho desgastante para corrigir um simples erro. Com o nanquim, um erro não tinha como ser apagado facilmente com borracha. A linha ou o borrão deveriam ser retirados raspando-se suavemente o papel com uma lâmina metálica, tipo gilete, em diversas posições. O papel maltratado pela lâmina precisava ser alisado por borrachas especiais. Muitas vezes, dependendo da gramatura do papel, a marca da “giletada” ficava visível no vegetal, mas desaparecia quando feita sua cópia.

Encerrada toda essa “coreografia”, estava ali o original, que recebia uma última limpeza com benzina e era arquivado. Dele eram feitas cópias heliográficas, produzidas em papel sensível a determinados espectros de luz, revelado com banho em solução à base de amônia. O resultado era uma reprodução azulada, vermelha ou preta, às vezes pouco contrastada, se a máquina fosse mais antiga, e que exalava um terrível mau cheiro. Os trabalhadores que executavam as reproduções, em geral em porões com pouca ventilação, ficam expostos à toxicidade da amônia.

Quando as cópias retornavam para revisão, o original voltava a ser

atacado pela gilete, algumas vezes até furar. Daí que diversos escritórios preferiam, inclusive para os desenhos finais, o uso do grafite. O desenho a lápis, com lapiseiras de diferentes calibres, também tinha suas técnicas especiais. Apesar da facilidade de corrigir erros com borracha e não ter que aguardar o nanquim secar, os cuidados para evitar sujeiras, a forma de deslizar réguas, de mantê-las limpas, eram similares. A dificuldade adicional residia no fato de o grafite, ao deslizar no vegetal no traçado de um risco, soltar um pó que adere ao dorso da mão e às réguas, que precisam ser constantemente limpos para evitar manchas no papel. Além disso, o grafite ia sendo polido na ponta de forma irregular, o que precisava ser observado para que as linhas não ficassem descalibradas. A lapiseira deveria ser empunhada sempre na vertical, para que toda espessura da linha correspondesse à pena prevista.

Mudança de escala em desenhos manuais exigia também novos exercícios. No caso de desenhos regulares, ortogonais, cada medida deveria ser transportada para o novo desenho por meio do escalímetro. Mas quando a base era irregular, como as curvas de nível de um terreno ou mesmo um perímetro complexo, era preciso esquadrihar todo o desenho com uma grade quadrangular e transportar cada segmento de linha para a grade em nova escala. Era possível fazer o mesmo com o auxílio de outra geringonça, a escala pantográfica.

Os desenhos tridimensionais eram quase que exclusivamente elevações axonométricas, mais simples do que a perspectiva com um ou mais pontos de fuga, cuja distorção de profundidade era complexa de se realizar em escala e desnecessária nas representações técnicas do desenho como ordem de serviço. Na axonometria, a planta baixa era projetada de forma oblíqua, com linhas paralelas traçadas ponto a ponto por meio do deslizamento do jogo de esquadros. Mais um desafio de movimentação de instrumentos para que o nanquim não borrasse. A projeção de sombras em uma elevação axonométrica também era complexa, e seu preenchimento era feito por máscaras de cor, como já mencionamos.

As perspectivas com ponto de fuga poderiam ser regradas geometricamente ou ser mais livres e artísticas. No primeiro caso, todas as técnicas de transferência de medidas, por meio de compassos, além do uso de jogo de esquadros, demandavam um exercício complexo de precisão descritiva. Nas perspectivas livres, tanto de estudo quanto de apresentação, arquitetos e ilustradores poderiam enfatizar determinados aspectos do projeto, com pequenas distorções ópticas ou pelo uso de elementos e focos de atenção do desenho. A cor era igualmente usada com liberdade, em geral por meio

da aquarela. O desenho livre também podia indicar o uso desejado pelo projetista, dependendo do modo como traçava grupos de pessoas e suas atividades, as áreas sombreadas, árvores, paisagens, horizontes. As perspectivas, por serem trabalhosas, eram em geral pouco numerosas e escolhia-se pontos precisos para serem retratados. A construção da ambiência espacial por meio delas era igualmente um trabalho artesanal dos arquitetos e desenhistas.

As maquetes de madeira também faziam parte do artesanato do desenho. Elas permitiam ao arquiteto um contato físico com o seu projeto, enquanto artefato construído. Na sua execução, poderiam ser verificados alguns dos princípios da geometria e do desempenho estrutural. No caso das maquetes de estudo, mais conceituais, e mesmo de arquivamento no escritório para eventuais exposições, sobriedade e neutralidade eram exigidas — a não ser nas maquetes de apresentação a clientes, que poderiam ser mais realistas e coloridas. As madeiras escolhidas em geral eram chapas finas de compensado ou madeira balsa, leves e fáceis de cortar. Mas também poderiam ser usados blocos maciços cortados em serras mecanizadas, como a tico-tico. Nas madeiras em placa ou chapa, serrinhas, limas e estiletes eram utilizados para o corte após o esquadrihamento das peças. As peças cortadas eram conferidas e lixadas, algumas vezes com lixas de espessura diferente, até que a madeira ficasse uniforme e suave ao tato. Eram então juntadas cuidadosamente com colas ou encaixes. A cola de madeira, cujo odor tóxico era forte, deveria ser espalhada com precisão para não escorrer para fora dos pontos de contato. As maquetes finalizadas eram mantidas na madeira crua, ou protegidas por uma camada de seladora ou verniz fosco, ou ainda pintadas de branco, com todos os cuidados que isso exigia. Os principais escritórios tinham equipes de maquetistas, salas com bancadas e máquinas para executá-las. Mas, semelhante ao desenho, todos os arquitetos, em algum momento de sua formação, com extensão e profundidade variáveis, passavam pelo artesanato das maquetes. Como veremos, as maquetes, tanto quanto os desenhos, estão sendo “automatizadas”, por meio de cortes a laser ou mesmo a execução digital completa em impressoras de três dimensões.

O desenho abarca, assim, um canteiro. Nele há trabalho intelectual e manual, seja unificado no arquiteto-artesão, seja na forma manufatureira de projeto, no caso de escritórios maiores, em que há divisão do trabalho mais avançada. O produto que dali é obtido, contudo, não tem um fim em si, como no trabalho do artista. Ele é um meio, uma instrução para a execução do objeto final: o edifício construído. O jogo de plantas, maquetes e perspectivas, não deixa, contudo, de ser mercadoria, antes mesmo da arquitetura se

tornar edifício. O valor de uso da mercadoria-desenho é ser a instrução e o comando do trabalho separado para a transformação da matéria em artefato construído.

Por não se tratar de uma instrução de projeto para a produção em massa, como na grande indústria, as exigências de precisão e automação são menores. O desenho de arquitetura analisa cada caso específico para potencializar os ganhos do empreendedor, extraídos da mais-valia do trabalho e por meio da apropriação de rendas, sejam elas fundiárias, de incorporação imobiliária ou a que investigamos neste ensaio, a renda da forma. O canteiro arcaico de elaboração do desenho arquitetônico não é, assim, uma irracionalidade dentro do circuito de acumulação do capital na produção das cidades. A execução artesanal de desenhos é adequada à exigência de valorização máxima em cada novo projeto, que solicita o estudo da edificação mais adequada para extrair de cada parcela do solo o máximo de riqueza, seja ela na forma de renda, lucro ou juro. Isso não impedirá, contudo, que o desenho entre na era digital e favoreça novos ganhos.

#### A PRANCHETA DIGITAL E O CLIQUE NO *MOUSE*

As metamorfoses recentes no canteiro do desenho repercutiram na maneira de representar, estimulando transformações tanto no modo de projetar como nos resultados obtidos com os edifícios dos arquitetos-estrela. Se o caráter por assim dizer artesanal do projeto permaneceu quase o mesmo por quinhentos anos, desde o surgimento do “desenho separado”, no Renascimento, ele vem sendo alterado em extensão e profundidade cada vez maiores nas duas últimas décadas. Seus limites de representação, geométricos, instrumentais e técnicos, eram ao mesmo tempo limites para as possibilidades de concepção dos projetos. Como veremos, alterações no modo de produção do desenho arquitetônico na era digital, associadas às transformações mais amplas no regime de acumulação capitalista, na tecnologia e nos materiais, permitirão algumas alterações nas forças produtivas no campo da arquitetura, com o objetivo de incrementar os ganhos rentistas. Há uma ruptura no “consulado da representação” no momento em que este incorpora a virada cibernética, isto é, a passagem da forma à informação, em seu caráter puramente operatório.<sup>172</sup>

<sup>172</sup> Nesse sentido, é possível um paralelo com o que discute Laymert Garcia dos

A introdução do computador no desenho arquitetônico, a partir dos anos 1980, produziu transformações em dois âmbitos: inicialmente, na prática de representação e, a seguir, nas possibilidades de concepção, cálculo e construção das edificações. Apesar de ambas as modificações estarem associadas, apresentaremos neste tópico, por uma questão analítica, aquelas realizadas nas técnicas de representação em que os paradigmas euclidiano — na geometria —, e mongeano — na decupagem do objeto arquitetônico (planta, corte e elevação) —, ainda são mantidos. Nos tópicos seguintes, analisaremos como o computador alterou a própria morfogênese, ao permitir, por meio de vetores e algoritmos, a elaboração de formas arquitetônicas complexas até então inimagináveis, apoiadas ideologicamente na virada epistemológica das teorias da complexidade e nas modificações das formas dominantes de reprodução do capital.

A tecnologia de programação informacional para interagir graficamente com o computador é datada dos anos 1960, quando foram estabelecidos os primeiros princípios para os sistemas de projeto que contavam com a sua ajuda.<sup>173</sup> Sua adoção se deu originalmente em grandes indústrias (como a aeroespacial e a automotiva), que se beneficiavam com a precisão das informações para integrar projeto e execução por meio de máquinas automatizadas, enquanto o desenvolvimento dos softwares era realizado em parceria com centros de pesquisa de universidades norte-americanas, antes que adquirissem viabilidade, inclusive comercial. Os primeiros softwares de CAD para computador pessoal (PC), adotados em escritórios de projeto e não apenas em ambientes industriais, começaram a ser vendidos a partir de 1982. Não houve um desenvolvimento específico de softwares para a arquitetura e construção civil, que, retardatários na inovação tecnológica, adotavam programas de outros setores da produção industrial, em versões simplificadas e bidimensionais. Com isso, os programas de CAD, utilizados para projetos de arquitetura, funcionavam como uma prancheta digital inespecífica, habilitada para realizar desenhos técnicos genéricos.

Nos escritórios de arquitetura, propagou-se desde então o rumor contínuo e aborrecido de cliques nos *mouses* e teclados, periféricos de baixo custo que foram generalizados como principais *input devices*, no lugar das

Santos no ensaio “A informação após a virada cibernética”, em *Revolução tecnológica, internet e socialismo*. São Paulo: Perseu Abramo, 2003.

<sup>173</sup> Sua primeira versão foi realizada no MIT, após testes nas Forças Aéreas norte-americanas, segundo Marian Bozdoc, *The history of CAD*, 2003.

caríssimas mesas digitalizadoras. O antigo ateliê do arquiteto estava cada vez mais próximo, inclusive visualmente, de uma empresa de processamento de dados, ou até das mesas de operação do mercado financeiro. Os escritórios passaram por uma espécie de assepsia, com pranchetas quase sempre limpas e mesas povoadas de computadores. No clique no *mouse* há uma atrofia da gestualidade do arquiteto desenhista, pois é um movimento repetitivo, causador inclusive de novas doenças do trabalho. A posição de desenho é estática e o olho é exigido constantemente para encontrar linhas e pontos, nem sempre facilmente visualizáveis na tela.

O CAD convencional de arquitetura é uma versão digital do que se fazia à mão, de modo que ele não altera profundamente a racionalidade projetual anterior, mas sim o meio de se obter as representações gráficas, automatizando-as parcialmente. Ou seja, traz vantagens da cibernética sem alterar qualitativamente as relações de produção existentes. Seu objetivo é “libertar o arquiteto de tarefas repetitivas, tediosas e consumidoras de tempo do desenho manual”.<sup>174</sup> Este software, que estamos denominando aqui de “prancheta digital” para evidenciar essa condição simultânea de mudança e continuidade, está presente (legal ou ilegalmente) em quase todos os escritórios e escolas de arquitetura. O principal é o AutoCAD da empresa Autodesk, que detém cerca de 70% do mercado de softwares de arquitetura.<sup>175</sup> Seu número de licenças cresceu exponencialmente em menos de uma década, de 50 mil unidades, em 1986, para 1,3 milhão, em 1995, evidenciando a rapidez de propagação da tecnologia do desenho digital, acompanhada da queda do preço dos computadores.<sup>176</sup>

Vejamos alguns dos progressos na assistência do computador ao desenho do arquiteto.<sup>177</sup> O desenho de linhas está evidentemente dissociado do traço como movimento de uma pena com tinta acompanhada de régua e compassos. A geometria do desenho, ainda euclidiana, vai sendo construída por comandos, atalhos de teclado ou cliques no *mouse*. Cria-se um vocabu-

<sup>174</sup> Kostas Terzidis, *Algorithmic architecture*. Amsterdam, Boston: Architectural Press, 2006, p. 54.

<sup>175</sup> Segundo Mahesh Senagala, “Deconstructing AutoCAD”, em *Proceedings of the 7th Iberoamerican Congress of Digital Graphics*. Rosário: SIGraDi, 2003.

<sup>176</sup> De acordo com Marian Bozdoc, *op. cit.*

<sup>177</sup> A descrição do desenho digital feita a seguir é apoiada nos depoimentos dos arquitetos José Baravelli, Renata Moreira e Guilherme Petrella.

lário próprio ao desenho digital, em inglês, que vira a língua única do cadista. Existem comandos para realizar linhas paralelas, perpendiculares e oblíquas, os ângulos e tamanhos são digitados, e qualquer ponto está coordenado pelas mesmas relações de ângulo e distância das operações de translação, rotação e reflexão, dispensando escalímetros e transferidores, que antes acompanhavam o desenhista em cada traço. Os trechos do desenho com repetições e simetrias podem ser compostos a partir da multiplicação ou espelhamento do elemento original.

Os desenhos ainda são feitos um a um, como na prancheta convencional. Os padrões gráficos também são os convencionais, mas agora inseridos de forma digital e com enorme precisão. Os instrumentos são os mesmos, mas todos virtuais: canetas com penas de todas as espessuras, lápis de cor, hachuras, sólidos, transparências, gradações, pantones, blocos. Eles podem ser utilizados com certa facilidade, permitindo experimentar opções como corta-e-cola, estica, inverte, sobrepõe, copia, pinta, apaga, desfaz, multiplica, imprime, redesenha por cima, incorpora imagens externas, textos, quantificações e dimensionamentos (lineares, áreas e volumetrias), parâmetros, cálculos etc.

A limpeza do desenho deixa de ser uma obsessão como era para o desenhista. Apagar linhas ou mesmo desfazer ou refazer as últimas operações dos desenhos são ações executadas com um ou dois comandos. A inserção de textos, com o tamanho e fonte desejados, também elimina o sofrimento do normógrafo. As hachuras e máscaras coloridas são feitas contornando-se o polígono a ser destacado. Tipos de traço (tracejado, traço ponto, pontilhado), que faziam parte da habilidade e prática do desenhista, são padrões de tipo de linha no CAD, assim como as espessuras. Carimbos são aplicados em uma prancha modelo, na qual só é necessário alterar a numeração e o título para cada novo desenho. Figuras humanas, árvores e móveis são todos inseridos por meio de blocos de desenhos, retirados de uma biblioteca virtual, que também pode ser constituída pelo cadista. A mudança de escalas é igualmente feita por um simples *zoom* na tela ou por uma indicação no comando de impressão. Não é mais preciso escalar e refazer o desenho manualmente para poder estudá-lo nas diferentes escalas.

A principal transformação introduzida pelo CAD foi a dos *layers*, ou camadas de desenho. Seja por sobreposição ou por separação de grupos de elementos, os *layers* permitem filtrá-las, isolá-las e reagrupá-las de acordo com o que se quer evidenciar em cada desenho (estrutura, alvenaria, cobertura, instalações etc.), que vai acumulando camadas sobre camadas, como se fossem papéis vegetais, mas que podem ser ligadas em conjunto ou sepa-

radamente, para alteração de algumas delas — procedimento que facilita a conferência do projeto e a coordenação entre os diversos projetistas e seus desenhos, cuja comunicação pode dispensar a troca de pranchas em papel, pois os arquivos são enviados e recebidos pela internet. O desenho que retorna é então adicionado como um ou mais *layers* ao arquivo base para verificação e depois é apresentado nas pranchas executivas específicas.

Os “originais” — desenhos na forma de bytes — são arquivados em discos e podem ser mobilizados para qualquer correção, revisão ou reprodução. A impressão é feita em *bureaux*, às vezes os mesmos das antigas cópias heliográficas e que agora possuem grandes impressoras de rolo, as plotadoras. As cópias finais não são mais azuladas e malcheirosas, e sim limpas e contrastadas. Sua aparência, contudo, enquanto código para prescrição do serviço no canteiro de obras é muito similar ao desenho artesanal.

As perspectivas também sofrem sua automação parcial. As elevações axonométricas podem ser feitas no mesmo programa de CAD. Já as perspectivas com ponto de fuga e mais elementos gráficos, como cores, texturas e iluminação, são feitas em programas tridimensionais, difundidos, sobretudo, a partir da segunda metade dos anos 1990. Após a modelagem de base dos volumes, por meio de formas aramadas, é feita a renderização, ou seja, a aplicação das qualidades desejadas em cada superfície, como texturas, cores, opacidades, transparências. A ambiência é construída também por blocos de mobília em três dimensões, focos de luz dirigidos, sombras, brilhos. Os ângulos de visão podem ser escolhidos com a alteração do ponto de vista, diferentemente da perspectiva manual, cuja escolha a priori do ponto de observação definia toda a construção da imagem. Agora, no computador, é possível investigar o projeto por vários ângulos, inclusive em movimento, simulando um percurso. Quando a perspectiva é produzida para clientes ou para divulgação, ela adquire cada vez mais um efeito midiático e espetacular.

As maquetes físicas também sofreram alterações no seu processo de fabricação. Não apenas foram cada vez mais terceirizadas pela maioria dos escritórios, como passaram a contar, a partir dos anos 1990, com máquinas de corte a laser para as suas peças. As informações são diretamente transmitidas do arquivo de desenho digital para a máquina de corte, em um processo similar ao das máquinas de controle numérico, que abordaremos no próximo capítulo. Cabe ao maquetista colar as peças a partir de um mapa de montagem e dar o acabamento final. Mais recentemente, e com um maior investimento, é possível também que toda a maquete seja feita em computador, por meio de máquinas especiais de estereolitografia. Elas são impres-



Os escritórios de Norman Foster, em Londres (no alto),  
e Frank Gehry, em Los Angeles.



soras em três dimensões baseadas no uso de polímeros líquidos que são solidificados quando expostos a raios laser.<sup>178</sup> Essas máquinas, utilizadas há mais de vinte anos para realizar *mockups* industriais, são cada vez mais comuns em grandes escritórios e escolas de arquitetura.<sup>179</sup> Com isso, dispensam arquitetos e estudantes de pôr a mão na massa na hora de realizar modelos físicos de seus projetos digitais. O polímero enrijecido fornece uma tectônica artificial, que não é mais experimentalmente testada pelo arquiteto na produção da maquete. Há aqui uma evidente perda do conhecimento tátil e relacional nas escolhas projetuais e construtivas. A maquete gerada automaticamente pela máquina, com suas milhares de pulsões a laser, não fornece mais qualquer paralelo com a experiência do trabalho necessário para gerar aquela forma, mesmo enquanto modelo reduzido e transcrito para outros materiais.

O saber projetual que passava pelas mãos dos arquitetos, ao ser cada vez mais automatizado, irá avançar a ponto de questionar a dimensão estritamente humana da ação de projetar, como veremos nos próximos tópicos. A unidade entre mãos e cabeça na criação do arquiteto foi metamorfoseada pela introdução da máquina e limitada a momentos mais restritos do que anteriormente, quando ele executava como artífice sua mercadoria-projeto.

Richard Sennett questiona se essa “ruptura das habilidades” historicamente associadas à prática do arquiteto não trará consequências desestruturadoras para a disciplina. Segundo ele, é preciso “levar em conta o que é perdido mentalmente quando o trabalho na tela substitui o traçado à mão”.<sup>180</sup> Como afirma: “desenhar os tijolos à mão, por mais tedioso que possa parecer, leva o projetista a pensar em sua materialidade, a lidar com sua solidez, contraposta ao espaço em branco representado no papel por uma janela na tela do computador”.<sup>181</sup> No desenho técnico, nas perspectivas, nas maquetes, todos em crescente automação, há uma prática que se desvincula tanto da materialidade, numa “desconexão entre simulação e realidade”, como lembra Sennett, quanto da experiência da habilidade de artífice que aproxima o

arquiteto do mundo do trabalho, e, de algum modo, da própria experiência de trabalho em canteiro, do qual um dia fez parte organicamente.<sup>182</sup>

O desenho em CAD — muitas vezes operado por arquitetos recém-formados e desenhistas sem experiência de obra — aprofunda a separação entre as lógicas de produção no canteiro e as de representação digital. A maneira de informar o desenho é diferente, sobretudo por meio dos comandos de aproximação e distanciamento do *zoom* e da sobreposição de escalas e informações. O mergulho do *zoom* no espaço vazio da tela e a observação do projeto por fragmentos (como num microscópio) por vezes desorientam e dificultam a apreensão do todo. Numa folha de desenho presa na prancheta, a representação é produzida e lida como uma pequena narrativa, em sua totalidade, mesmo que esta seja parcial (um corte, uma elevação). O desenho vai emergindo do papel com sua lógica construtiva, a delimitação de eixos, pontos de apoio estruturais, alinhamentos principais etc. No CAD, um mesmo desenho contém em si diversas escalas e diversas camadas, o que resulta, muitas vezes, em trechos excessivamente informados e outros lacunares (frequentes pela aceleração e redução do tempo de projeto). O processo de desenho ocorre por fragmentos, é não linear, com idas e vindas, como peças de um quebra-cabeça — o que guarda similaridade com a própria fragmentação pós-moderna da linguagem.

Ao mesmo tempo, o software não pode ser fetichizado. Ele foi programado por profissionais e empresas que definem certos parâmetros para a prática do projeto. São eles que determinam quais as operações que o arquiteto e o cadista terão à sua disposição. Nesse sentido, sobrepõe-se uma camada de heteronomia sobre as deliberações de projeto do arquiteto, ou de autonomia relativa na definição de soluções que podem ou não ser assimiladas pelo software. William Mitchell, professor do MIT e especialista em CAD, chega a afirmar que “o software é em verdade uma força profundamente conservadora [...] não uma ferramenta de libertação como costumamos achar”.<sup>183</sup> Isso porque não se pode ignorar a lógica mercantil que comanda o desenvolvimento do software: ela “privilegia determinadas práticas e marginaliza outras, simplesmente fazendo com que aquelas que você apoia com

<sup>178</sup> Branko Kolarevic (org.), “Digital production”, em *op. cit.*, pp. 36-7.

<sup>179</sup> Veja-se o seu uso em algumas maquetes da Bienal de Arquitetura de São Paulo de 2009, em especial da Faculdade de Arquitetura de Hong Kong. Martin Corullon, que trabalhou no Foster and Partners, conta que o escritório agora tem máquinas como estas.

<sup>180</sup> Richard Sennett, *O artífice*. Rio de Janeiro: Record, 2009, p. 51.

<sup>181</sup> *Idem*, p. 52.

<sup>182</sup> História detalhadamente investigada no Laboratório Dessin/Chantier da Escola de Arquitetura de Grenoble e resumida por Sérgio Ferro em seus “Comentários ao desenho e o canteiro”, em *op. cit.*, p. 321.

<sup>183</sup> Citado em Branko Kolarevic (org.), *op. cit.*, p. 294.

seu software se tornem muito mais eficientes, rápidas e fáceis; o que introduz uma distinção entre as práticas, reforçada pela dinâmica comercial”.<sup>184</sup>

Alguns escritórios de arquitetura passaram a produzir seus próprios programas<sup>185</sup> e mesmo a constituir uma empresa de softwares, como é o caso de Gehry. O professor Ulrich Flemming, da Universidade Carnegie Mellon, em Pittsburgh, adota como pedagogia abrir os softwares de projeto com seus alunos de arquitetura para mostrar que “os programas são artefatos artesanais como quaisquer outros e podem igualmente ser reconstruídos. Assim, o único software que vale a pena usar é aquele que você programou, que você pode personalizar”.<sup>186</sup> Seria essa uma forma regressiva de compreender a indústria do software ou um caminho para o que Richard Sennett definiu como desafio para a sociedade moderna: “pensar a vida como artífices fazendo bom uso da tecnologia”?<sup>187</sup>

O fato é que estamos diante de um novo momento na abstração do projeto de arquitetura e do trabalho de construir. Mais uma vez, ela é uma abstração contraditória, com avanço e regressão simultâneos. O projeto feito em computador, por distanciar-se cada vez mais do vestígio artesanal do fazer material, aproxima-se da noção de projeto como “ideação”, como *cosa mentale*, sem amarras físicas. O ato de projetar reduz a gestualidade do desenho para se concentrar em sua “programação” como sequências de instruções — primeiro para a máquina e depois para os construtores. O projeto desprende-se, assim, de sua materialidade analógica para avançar no que ele tem de mais essencial: a prescrição. Nesse sentido, o computador como instrumento do arquiteto aumenta seu poder de comando, permite que seus desenhos sejam mais precisos, rigorosos e, no limite, mais completamente determinados como ordem de serviço, sem brechas.

É preciso também avaliar os ganhos para o capital decorrentes da introdução do CAD. Nos escritórios, o desenho auxiliado por computadores promove uma economia de tempo e um aumento de produtividade. A introdução de máquinas e de softwares, como noutros setores, representa uma

<sup>184</sup> *Idem, ibidem.*

<sup>185</sup> O arquiteto alemão Bernhard Franken afirma: “estou cansado de softwares inadequados, por isso começamos a programar o nosso, para que as coisas sejam realizadas do modo que queremos. Temos que fazer isso por conta própria, pois a indústria não está fornecendo softwares corretos”. *Idem*, p. 295.

<sup>186</sup> *Idem*, p. 296.

<sup>187</sup> Em Richard Sennett, *op. cit.*, p. 56.

mudança na composição orgânica do capital e no próprio processo de produção. Os escritórios passaram a investir mais nas ferramentas à disposição dos projetistas: ao invés de régua e canetas, agora computadores, impressoras e programas. O aumento do capital fixo (máquinas e softwares) corresponde, simultaneamente, a uma redução do capital variável (força de trabalho). Economia de tempo significa, do ponto de vista do capital, redução do número de trabalhadores, ao mesmo tempo que ocorrem mudanças nas suas habilidades específicas. Trata-se do efeito da automação, que afeta diversos setores, em especial o bancário.<sup>188</sup>

A condição de classe do arquiteto, seja ele profissional autônomo, empregador ou assalariado, não é diretamente modificada com a introdução do computador, mas pode ser alterada com a reorganização geral do setor. O crescimento dos escritórios-empresa, cada vez mais informatizados e produtivos, pode significar a redução da viabilidade dos pequenos ateliês liberais e, conseqüentemente, o aumento das relações de assalariamento. Ao mesmo tempo, a possibilidade de terceirização de projetos em CAD pela internet tem permitido a contratação de projetistas virtuais em várias partes do globo. Trata-se de uma forma cada vez mais disseminada de precarização das relações de trabalho, pois a contratação *overseas/offshore* de cadistas do terceiro mundo promove um rebaixamento geral da remuneração desses profissionais.<sup>189</sup> Associada à baixa sindicalização e à perda de habilidades artesanais, ocorre uma quebra simbólica da aura da profissão, ao menos para os que se tornaram “infoproletários”.<sup>190</sup> Nos EUA, os jovens arquitetos que vendem sua força de trabalho desse modo passaram a se denominar, de forma auto-depreciativa, de “CAD monkeys”.<sup>191</sup> As conseqüências psíquicas e motoras desse fenômeno estão sendo estudadas. O neurologista Frank R. Wilson, por exemplo, ao visitar um local de trabalho, afirmou: “eles são jovens, talento-

<sup>188</sup> O aumento na composição orgânica do capital (mais máquinas, maior produtividade e redução da quantidade de trabalhadores) não significam necessariamente uma queda na produção de mais-valia, visto que há um aumento da produtividade, isto é, da mais-valia relativa.

<sup>189</sup> M. Mulder e J. Heintz, “Offshore outsourcing: now available for architects”, em Ridder e Wamelink (orgs.), *World of Construction Project Management*. Delft: TU-Delft, 2007.

<sup>190</sup> Ricardo Antunes e Ruy Braga, *Infoproletários: degradação real do trabalho virtual*. São Paulo: Boitempo, 2009.

<sup>191</sup> Como é possível acompanhar pelo fórum de discussão “Architect’s wages and conditions”, em [www.butterpaper.com](http://www.butterpaper.com).

sos, educados, motivados, saudáveis e fisicamente ativos, atentos e autocríticos. O que está errado? Eles estão sendo engolidos pelas máquinas, perdendo completamente a autonomia. Eles não são mais arquitetos e designers; a empresa os colocou na posição de operadores de computador”.<sup>192</sup>

Com a automação, a indústria do software passa a ser um elemento cada vez mais importante na economia do projeto. Como afirma o arquiteto francês Bernard Cache, “softwares passaram a ser parte do *business* no nosso campo”.<sup>193</sup> A licença para o uso de cada programa (na casa de milhares de dólares) que é paga por máquina — muitas delas na forma de anuidades com a substituição periódica das versões — é uma forma de ganho rentista. A licença controla o acesso ao software patenteado e funciona como uma cerca protegendo o conhecimento ali armazenado. A “renda do conhecimento” guarda assim semelhanças com a renda da propriedade fundiária; é uma forma de renda de monopólio.<sup>194</sup>

No ano de 2007, o faturamento da comercialização de softwares de CAD foi de 5,23 bilhões de dólares, com crescimento de 15 a 20% em relação aos anos anteriores. São 5,3 milhões de usuários em todo o mundo, dos quais 63% utilizam programas bidimensionais e 37%, tridimensionais.<sup>195</sup> Apesar disso, o faturamento dos programas tridimensionais é significativamente maior (53% do total), o que demonstra um mercado lucrativo e em expansão.

A pirataria atinge em grande escala o setor. Um relatório da empresa SolidWorks evidencia uma dinâmica regional diferenciada: enquanto nos EUA a pirataria está entre 10 e 15%, na Índia chega a 70% e na China e Rússia a 90%.<sup>196</sup> Segundo informação da Autodesk, cerca de 50% das máquinas utilizam programa pirateado.<sup>197</sup> Contudo, a própria Autodesk se beneficiou parcialmente com a pirataria, pois a difusão do uso de seus formatos de arquivos (dwg e dxf), mesmo ilegal, em escritórios de todos os

<sup>192</sup> Jennifer Sullivan, “It hurts so bad”, em [www.salon1999.com](http://www.salon1999.com).

<sup>193</sup> Citado em Branko Kolarevic (org.), *op. cit.*, p. 65.

<sup>194</sup> A analogia é adotada por Fernando Haddad, *Em defesa do socialismo*. São Paulo: Vozes, 1998.

<sup>195</sup> Jon Peddie Research, *CAD Report*, 2008.

<sup>196</sup> Segundo relatório “Software piracy in the CAD industry”, no material institucional da SolidWorks.

<sup>197</sup> Ex-diretor da Autodesk afirma que mais de 50% das máquinas rodam AutoCAD pirata. Ver David Stone, *Software piracy* (1999).

portes, empresas de construção, *bureaux* e no uso doméstico, por estudantes e profissionais, fez com que ela conquistasse a maior fatia do mercado, uma vez que ele depende do funcionamento em rede.

Não existe, ao que parece, um software livre de CAD, com programação aberta aos usuários.<sup>198</sup> As dezenas de versões “gratuitas” cedidas por tempo provisório ou como iscas para aquisição de versões pagas e mais incrementadas não são software livre, evidentemente. A Autodesk, por exemplo, não oferece a versão do AutoCad para Linux, numa política deliberada de boicote ao sistema operacional livre e concorrente do Windows.

## NASCEM FLORES DE AÇO

Retornemos ao nosso personagem principal, Frank Gehry, em seu périplo para tornar exequíveis as formas espetaculares do Walt Disney Concert Hall. Conta a versão oficial que, insatisfeitos com a derrocada do projeto de Los Angeles, Gehry e sua equipe iniciaram uma pesquisa em empresas de software para descobrir como viabilizar a execução de suas esculturas — e certamente não seria com os programas de CAD convencionais. A primeira tentativa, fracassada, foi junto ao MIT, mas o programa de modelagem tridimensional construía superfícies por meio de triângulos, o que desagradou a Gehry, que queria superfícies lisas e contínuas.<sup>199</sup>

Procurando alternativas na grande indústria, a equipe descobriu o programa CATIA (*Computer-Aided Three-Dimensional Interactive Application*), da francesa Dassault Systèmes, que no final dos anos 1980 já era líder na indústria automotiva e aeronáutica. O programa foi desenvolvido pela Dassault para a produção de jatos militares no final dos anos 1970 e tornou-se um dos softwares mais bem-sucedidos para projetos industriais em três dimensões. A versão comercial número três do CATIA, de 1988, permitia o desenho paramétrico de formas irregulares com membranas contínuas e suaves, como queria Gehry, construídas a partir de curvas de Bézier e de

<sup>198</sup> Existem algumas iniciativas incipientes de desenvolvimento de CADs livres, como o Archimedes, surgido no IME-USP. No entanto, elas ainda não contam com plenos recursos de desenho e modelagem. Há outras iniciativas mais distantes do universo do projeto arquitetônico, como o Blender (voltado à modelagem genérica e animações).

<sup>199</sup> Conforme afirma Dennis Shelden, diretor de computação do escritório, em *Digital surface representation and the constructibility of Gehry's architecture*. Tese de Doutorado, Cambridge, 2002, p. 28.