

# FABRICAÇÃO DIGITAL E ARQUITETURA para além da superespecialização dos arquitetos em direção à colaboração

Flávia Ballerini<sup>1</sup>

## Resumo

Este artigo analisa os desdobramentos da implementação dos laboratórios de fabricação digital nas escolas de arquitetura no Brasil. Visa politizar a discussão para que este fato seja tratado, principalmente nas universidades públicas, no âmbito de projetos de extensão que levam em conta o uso de novas tecnologias como inflexão para a arquitetura se posicionar diante das políticas públicas de habitação e uso do espaço urbano, de forma a pensá-lo mais democrático. Com a finalidade de ser um ensaio crítico, busca uma leitura das culturas *open source*, *open design* e dos movimentos *Maker* para que venham ganhar espaço em novas condutas em uma arquitetura mais inclusiva e aberta, tanto no que diz respeito à procura por inovação tecnológica quanto como possibilidade de inovação social que vincule necessariamente a participação dos arquitetos na busca de soluções prementes dos vários movimentos sociais por dignidade nos direitos básicos à moradia e à cidade.

Palavras-chave: fabricação digital na arquitetura, pedagogia da tecnologia, democratização da tecnologia.

## Abstract

This article analyzes the deployment of digital manufacturing laboratories in architecture schools in Brazil. It aims to politicize the discussion so that this fact is addressed, especially in public universities, in the scope of extension projects that take into account the use of new technologies as inflection for the architecture to position itself in the public policies of housing and urban space use, so as to think it more democratic. With the purpose of being a critical essay, it seeks a reading of the open source, open design cultures and the Maker movements so that they will gain space in new conduits in a more inclusive and open architecture, both with regard to the search for technological innovation and as a possibility of social innovation that necessarily entails the participation of architects in the search for pressing solutions of the various social movements for dignity in the basic rights to housing and to the city.

Keywords: digital fabrication in architecture, pedagogy of technology, democratization of technology.

## Introdução

O artigo trata da rápida multiplicação dos laboratórios de fabricação digital nas escolas de arquitetura no Brasil, em uma abordagem que busca aproximar a arquitetura da reflexão sobre a necessidade dessa atualização tecnológica e seus desdobramentos na prática, assim como também busca questionar a assimilação pouco crítica da tecnologia como forma de atingir uma globalização a-política do conhecimento sobre a mesma. Ao contrário disto, o artigo procura ressaltar este movimento no ensino, na pesquisa e nas formas de extensão universitária, como uma interface para o compartilhamento tanto em níveis locais, entre escolas e universidades, como também em níveis mundiais; para que esta tecnologia seja pensada de forma democratizante, e que ganhe espaços para novas condutas e posicionamentos para os arquitetos diante das mais urgentes questões relativas a habitação de interesse social e espaços públicos. Nesta direção, busca apresentar os novos meios de educação e desenvolvimento que emergem a partir da cultura *OpenSource* e dos movimentos *Maker*, atrelando aos mesmos um olhar crítico sobre as condições sociais e políticas as quais a arquitetura não deve se esquivar.

Por outro lado, esta reflexão é tomada também como uma crítica da arquitetura sobre si própria, do campo do conhecimento, diante da assimetria entre o código digital no design contemporâneo e a sua correlação material: da distância entre o design digital e o canteiro de obras. Tal assimetria é claramente identificada no contexto das pequenas edificações e na produção de habitações de interesse social nas quais a participação do arquiteto é quase nula, restringindo-se quase tão somente ao entrave burocrático entre os construtores e o poder público.

Esse distanciamento, acredita-se, é resultado das metodologias de ensino e da prática convencional do projeto arquitetônico restrito ao campo da representação. Com o advento da fabricação digital, vê-se um movimento inverso trazido por meio de revisões teóricas e de mudanças na prática da arquitetura que buscam acompanhar as pesquisas que se dão em nível mundial sobre a arquitetura na Era Pós-Digital. Consiste, portanto, em uma possibilidade de retorno ao pensamento da arquitetura em sua relação com a produção ligada ao material, tendo como vetor a apropriação dos aparatos tecnológicos de fabricação digital, das CNCs, das cortadoras a laser, das impressoras 3D e até mesmo da robótica.

Neste âmbito, há um crescente interesse sobre as formas pelas quais a fabricação digital tem ganhado campo como estratégia pedagógica de ensino para a arquitetura, tendo em vista a inegável capacidade da mesma se desvelar em todos os campos do conhecimento. Em particular, para a arquitetura, pode significar uma busca por novos modelos pedagógicos, procurando aproximar-se do fazer e da artesanaria, da criação e da materialidade, exemplificados pelos modelos de produção baseados no código e no design abertos e no movimento *Maker*, espelhando-se nas condições sócio-econômicas dos países mais pobres, desde que seja como um olhar crítico sobre o campo.

Em um aprofundamento dos desdobramentos da fabricação digital na atualidade, chega-se à fabricação pessoal. Este novo método de fabricação tem ganhado destaque com a disseminação do acesso a diversos recursos de fabricação, muito além dos recursos associados à impressão 3D. O conceito de fabricação pessoal ganha notoriedade com o advento das oficinas cooperativas e de movimentos no início do século XXI. Esses movimentos são uma atualização dos movimentos *Do-It-Yourself* – DIY (faça você mesmo), transformados em *Do-It-Together* – DIT, (faça-o junto), que se caracterizam como movimentos de pessoas com certo tipo de ativismo direcionado à cooperação e à produção autônoma, quando associada a um modelo de

<sup>1</sup> Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (1992) e mestrado em Arquitetura pela Universidade Federal de Minas Gerais (2002). Atualmente é professora efetiva da Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: ballerini.flavia@gmail.com

produção local e compartilhamento global. Como nas associações de programadores de softwares livres, movimentos tais como o *Open Source*, *DIY* e *DIT*, *Maker Movement*, *Fixed Movement*, *Space Hackers*, formam um tipo de resistência contra a burocracia do estado e a obsolescência programada, embora mantendo em movimento o modo capitalista de produção. Neste contexto, a cultura *Maker* revela a possibilidade de se estabelecer como um impacto significativo e transformador onde os laboratórios de fabricação das escolas encontram ambientes propícios para o compartilhamento.

### Fabricação digital

A fabricação digital é o resultado da integração do design e da produção industrial através das técnicas de informação e de comunicação digital. Em síntese, é o controle, por meio do código digital, do processo de design e de produção. A origem da fabricação digital nos remete a meados da década de 1940, no período do Pós-Guerra, quando emergiram novos meios de produção industrial, tendo um aporte significativo dos países desenvolvidos e da indústria bélica, particularmente nos EUA. Entre as décadas de 1950 e 1970, tem-se o advento do CNC – *Computer Numeric Control* (comando numérico computadorizado) como resultado da convergência das técnicas de CAD – *Computer Aided Design* (desenho assistido pelo computador) e CAM – *Computer Aided Manufacturing* (manufatura assistida pelo computador) que iniciam sua entrada nos parques industriais a partir de meados de 1970 a 1980, protagonizando uma grande transformação nas linhas de produção e inserindo, cada vez mais, o trabalho humano na produção mecanizada. Consolida-se, desse modo, o CNC como processo de produção da grande indústria.

Vale ressaltar que o desenvolvimento da fabricação digital, desde sua gênese, foi marcado pelo aporte significativo de recursos estatais e o financiamento público em centros de pesquisas, como o *Massachusetts Institute of Technology* – MIT, a *National Science Foundation* – NSF, a *National Aeronautics and Space Administration* – NASA, a *Defense Advanced Research Projects Agency* – DARPA, entre outros. Do mesmo modo, é particularmente importante dizer que o desenvolvimento das técnicas de impressão 3D, na década de 1980, foi financiado pela NSF - órgão gestor de um esforço norte-americano em diversas áreas para a pesquisa e o desenvolvimento das tecnologias de produção (LIPSON e KURMAN, 2013). Vê-se que o investimento do NSF na fabricação aditiva é parte de um programa mais amplo para acelerar a convergência da investigação das fronteiras e das limitações no uso de novos materiais, de sistemas cibernéticos, e para a ciência de produção, com o objetivo de estimular a inovação no mercado dos EUA, tendo como intuito a produção de trabalhos de alta tecnologia e o estímulo ao crescimento industrial (NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, 2017).

O MIT tem particular importância para a disseminação global das técnicas de fabricação digital. Em 2003, foi criado o Fab Lab MIT, do Center for Bit and Atoms MIT, para o ensino e a pesquisa das técnicas de fabricação digital e, rapidamente, tornou-se um modelo pedagógico interdisciplinar que se dissemina por mais de setenta países em pouco mais de dez anos, com mais de mil laboratórios conectados e compartilhando conhecimento e técnicas globalmente. Esse modelo de pedagogia da tecnologia também tem sido apropriado por escolas de arquitetura em todo o mundo, inclusive no Brasil.

No entanto, verifica-se que o acesso à fabricação digital ainda na atualidade não se confirma como democrático. Isto sim, caso venha ocorrer, pode trazer de fato uma ruptura favorável a uma tecnologia social, com o propósito de dimanar as exclusões sociais e desigualdades a partir de apropriação mais crítica e ética.

### Fabricação digital no Brasil e a atualidade do debate na arquitetura

O levantamento e mapeamento de David Sperling et al. (2015) sobre o estado da arte da fabricação digital na América do Sul, relativo aos laboratórios existentes, particularmente nas escolas de arquitetura e alguns estúdios afins, aponta como suas linhas de ação estão vinculadas ao desenvolvimento tecnológico e ao desenvolvimento social e ambiental, visando a introdução de novos conhecimentos de processos direcionados à materialização no ensino e na prática da arquitetura.

No entanto, é preocupante a ênfase dada à tendência das escolas da América do Sul de seguirem o mesmo processo das escolas americanas e européias, no incremento dado cada vez mais aos equipamentos dos laboratórios. Isto porque tem sido pouco pautada a cultura do compartilhamento, da cooperação entre universidades e pesquisas, da criação e do pensamento sobre a forma como esta tecnologia pode atingir os canteiros de obras tradicionais e as construções populares de maneira democrática. As reflexões são favoráveis, como recentes publicações em eventos (SPERLING, David M.; HERRERA, Pablo C. (2015) e revistas latino-americanas, como a Revista *Materia Arquitectura*, no artigo *Dossier: Arquitectura y Tecnología*, de agosto de 2016, revelando o impacto e as linhas de ação da arquitetura e o urbanismo diante da fabricação digital no ensino de projeto e na abertura para novos experimentos locais e regionais (LOYOLA, 2016). Embora seja uma linha de atuação recente, os experimentos dos laboratórios e os debates acadêmicos devem se abrir para discussões e questionamentos quanto aos usos dos aparatos de fabricação digital não apenas nos aspectos didático-pedagógicos mas também nas possíveis mudanças na prática arquitetônica (CELANI, 2014.).

O artigo citado acima – *Dossier: Arquitectura y Tecnología* – também procura delimitar um ambiente propício para repensar a arquitetura da América Latina. Tirando proveito do debate mundial da fabricação digital, como meio de retorno à materialidade, a massificação da maquinaria CNC nas escolas e oficinas de arquitetura é vista como uma forma de potencialização das tradições materiais, ou seja, um modo de repensar um retorno às “origens” da disciplina que se alijou do material e da técnica em favor do saber intelectual. Deve haver atenção voltada aos caracteres sociais e ambientais, locais e regionais, como um modo de repoliticizar o debate acadêmico da arquitetura. A arquitetura não pode, deste modo, eximir-se de pensar nas capacidades de adaptação ao uso da fabricação digital diante das realidades econômicas e sociais locais de forma sustentável (LOYOLA, 2016).

Desta forma, a arquitetura vem se apropriando da fabricação digital tomando-a como uma promessa para potencializar sua recuperação com a materialidade - com os materiais em correlação com o seu código digital. Mas, sobretudo deve-se perguntar se esta tecnologia pode ser também capaz de se revelar como uma proposição para a arquitetura pensar as complexidades sociais; para o meio científico repensar seu ideal de progresso técnico como um caminho único e inevitável de globalização.

Torna-se oportuno trazer para a discussão o caráter não aleatório e não neutro da tecnologia para que se possa ressaltar os aspectos éticos em oposição às visões utilitaristas da mesma. Neste sentido, o sociólogo Andrew Feenberg (2011), em sua teoria crítica da tecnologia, opondo-se ao determinismo técnico, ressalta em que medida o pensar o design ou estatuto das técnicas em sua relação com a experiência humana pode propiciar uma apropriação ética e local, superando as estratégias globais de disseminação da exportação de técnicas avançadas, principalmente para os países mais pobres. Como diz Feenberg (2011, p.7):

Nenhum dispositivo surge completamente definido a partir da lógica do seu funcionamento. Todo o processo de desenvolvimento é cheio de contingências, escolhas, possibilidades e alternativas. O aperfeiçoamento do objeto técnico oblitera os vestígios do trabalho de sua construção e as forças sociais que estavam em jogo quando o seu design foi fixado.

Neste âmbito, pode ser que a fabricação digital traga benefícios, aproximando o aprendizado da arquitetura à realidade social e econômica das cidades brasileiras. Mas para que isso venha ocorrer, a fabricação digital deve ser pensada para além da maquinaria a serviço das desigualdades sócio-econômicas e espaciais, como centro de uma mudança de paradigma pedagógico: de democratização da tecnologia e de compartilhamento do conhecimento. Se for pensada apenas como atualização tecnológica, significará reduzi-la a um ferramental, a um componente para que a arquitetura se mova em direção a uma interface para um projeto de desenvolvimento técnico defasado e periférico (FLUSSER, 1998. p. 85). Significa aceitar uma imposição de globalização, internacionalização ou assimilação, que considera apenas os fatores de desenvolvimento econômico como motor das transformações sociais, tomando a posição contrária à do sociólogo Jessé Souza, em seu livro *Ralé Brasileira: quem é e como vive*, de 2009, em que chama de “pensamento para iluminar” os reais problemas sociais do País (SOUZA, 2009).

Caso este pensamento calcado no determinismo econômico venha prevalecer, a tecnologia da fabricação digital se sujeitará a ser mais um biombo para o fosso da superespecialização do arquiteto, para os monumentos arquitetônicos tecnológicos versus a possibilidade de se aproximar de práticas democráticas para as cidades menos desiguais. Optar pela primeira possibilidade (pensar o País pelas vias do determinismo econômico, ou seja, que o País deve passar pelos mesmos processos de “progresso tecnoeconômico” dos países desenvolvidos) estar-se-ia sempre entre a cópia, a farsa e a defasagem histórica (FLUSSER, 1998. p. 90). Por esta razão, deve-se antepor o pensamento crítico no questionamento sobre qual é o papel das universidades, pensando especialmente nas universidades públicas, para que este paradigma seja pensado como política pública democratizante.

Desse modo, são apresentados alguns dilemas inerentes às pesquisas atuais e futuras em torno das TICs -Tecnologias da Informação e Comunicação - e a este território de alta complexidade, para pensar em modos como as pesquisas em fabricação digital possam se reverter em ganhos para o pensamento sobre a arquitetura no contexto brasileiro em uma apropriação crítica:

1. A fabricação digital poderá ser desenhada - usada no âmbito da arquitetura para contribuir para o fortalecimento dos sujeitos sociais, trazendo uma cultura mais autônoma e emancipatória na produção do ambiente construído?
2. Como tornar as ferramentas cada vez mais complexas acessíveis aos indivíduos ou comunidades mais vulneráveis e que mais necessitam de pesquisas, tanto em melhoria na qualidade dos espaços de moradia quanto na apropriação dos espaços públicos?

Tendo em conta as indagações acima, busca-se a seguir, apontar alguns exemplos de ambientes de pesquisa e experimentação que respondem de forma positiva em relação à temática levantada, pondo também em discussão o modo como as pesquisas em alta tecnologia, a exemplo da fabricação digital, podem beneficiar democraticamente um número cada vez maior de indivíduos e comunidades em situação de vulnerabilidade. Acredita-se que somente com a ‘transgressão’ dos reais interesses da arquitetura da era Pós-Digital - tendo como referência teórica as críticas de Pedro Arantes (2012)

sobre a arquitetura rentista, atrelada ao capital financeiro e nascida da complexidade da fabricação digital na arquitetura – é que se pode pensar nas pesquisas em fabricação digital atingindo políticas habitacionais no Brasil.

Desta maneira, procura-se uma proposição crítica para a arquitetura pensar para quem e para quem servem as pesquisas em tecnologia digital, pensando também no âmbito da extensão, como sendo modos de ampliar a autonomia de todos os sujeitos sociais envolvidos no ato de construir, pensando em interações e conexões que as tecnologias digitais podem constituir.

### **Exemplos de redes de colaboração por meio da fabricação digital atingindo políticas públicas de modo democrático**

Um exemplo de viés de convergência entre arquitetura, inovação tecnológica e social é dado pelas contribuições do *Waag Society* – Amsterdam, para o desenvolvimento da fabricação digital. O *Waag Society* – instituto de arte, ciência e tecnologia – é um pioneiro no campo da mídia digital e o primeiro instituto a sediar um Fab Lab MIT na Europa (WAAG SOCIETY. Institute for Art, Science and Technology, 2017). Ao longo dos últimos 22 anos, este Instituto se tornou uma referência internacional, como plataforma de pesquisa e experimentação artística e um catalisador de eventos: um terreno fértil para a inovação cultural e social. Este Instituto explora as tecnologias emergentes e fornece arte e cultura com um papel central na concepção de novas aplicações para avanços na ciência e tecnologia.

Uma experiência pioneira, no campo da arquitetura, deu-se através de Karen van der Moolen (MOOLEN, 2014), que trabalha como desenvolvedora de programas no *Waag Society* para uma ampla gama de projetos. Moolen foi convidada a participar de uma discussão junto ao escritório de arquitetura *One Architecture* como parte de um projeto de pesquisa financiado pelo Creative Industries Fund NL. O Creative Industries Fund NL é um Fundo para as Indústrias Criativas da Holanda que tem como propósito melhorar a qualidade das disciplinas de Arquitetura, Design e a cultura eletrônica e incentiva uma abordagem intersectorial de cooperação entre o setor privado, os indivíduos e o governo da Holanda. Este Fundo tem um orçamento anual de cerca de 16.000.000 €. A maior parte deste orçamento vem do Ministério da Educação, Cultura e Ciência (OCW), complementada por contribuições do Ministério dos Negócios Estrangeiros (BZ) para a internacionalização e do Ministério da Infraestrutura e Meio Ambiente (IenM) para o programa Aaro (Agenda de Ação para a Arquitetura e Design Espacial). Isso significa que o Fundo opera dentro de vários contextos políticos. (<[http://www.stimuleringsfonds.nl/en/the\\_fund/organization/about\\_the\\_fund/](http://www.stimuleringsfonds.nl/en/the_fund/organization/about_the_fund/)>).

Ambos, *One Architecture* (um escritório de arquitetura da Holanda que projeta edifícios, infraestrutura e ambientes urbanos) e *Waag Society*, tem pesquisado como as tecnologias digitais de fabricação podem alterar o campo da arquitetura. Para estes, pode-se dizer que o desenho em 3D, digitalização, impressão e fresamento, redes sociais e outras tecnologias estão mudando a forma como se fazem as coisas, cabendo aos nossos contextos locais e necessidades pessoais a interlocução necessária para os avanços sociais. Segundo Karen van der Moolen, como em muitos outros campos, essas tecnologias vão mudar os papéis usuais, fornecendo a todos os interessados o acesso aos mesmos meios de concepção e produção no setor da construção. Moolen destaca que:

As tecnologias digitais de fabricação vão mudar a nossa forma de construir, mas também a forma como usamos e compartilhamos edifícios e cidades. *One Architecture* se juntou ao *Waag Society*

para explorar os benefícios que poderíamos ter de utilizar novas tecnologias, quando se trata de auto-construção e propriedade coletiva. Será que isso vai impactar a fabricação física? A troca de informação ou ambos combinados vão estimular a colaboração em geral? (MOOLEN, 2014).

Esse projeto reuniu um pequeno grupo de arquitetos, especialista em propriedade coletiva, um auto-construtor, um pesquisador em novas mídias, um representante do departamento de auto-construção da cidade de Amsterdam e Karen van der Moolen do *Waag Society*. Na avaliação de Moolen, trabalhar de forma colaborativa, compartilhando conhecimento e uso de novas tecnologias para facilitar a produção da arquitetura, está em seus estágios iniciais. Moolen acredita que o acesso às tecnologias de fabricação digital ainda está distante do universo dos construtores, e, ainda mais, de se conhecer o modo como estas tecnologias podem os ajudar a atingir seus objetivos pessoais no edifício ou como eles vivem em suas casas (MOOLEN, 2014). A autora afirma que “Isto é porque eles não sabem o que esta tecnologia pode trazer benefícios ou porque eles não estão cientes de que ela existe” (MOOLEN, 2014). Indicando que, obviamente, ainda “[...] existe muito a ser explorado neste campo”, Moolen toma este questionamento como um ponto de partida para novas pesquisas adicionando um novo significado à técnica, qual seja o de conectar pessoas.

Outro exemplo, este no Brasil, que ressalta o efeito de rede de cooperação e o valor da fabricação digital quando pensada como política pública democratizante, é a implementação da Rede Fab Lab SP Livre. Esta rede de laboratórios públicos é o resultado de uma parceria entre a Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia da Prefeitura Municipal de São Paulo e o Instituto de Tecnologia Social Brasil. A rede Fab Lab Livre SP é aberta e acessível a todas as pessoas que tenham interesse em aprender, desenvolver e construir projetos coletivos ou pessoais, através de processos colaborativos de criação, compartilhamento do conhecimento, e do uso de ferramentas de fabricação digital. Os laboratórios são equipados com impressoras 3D, cortadoras a laser, plotter de recorte, fresadoras CNC, computadores com software de desenho digital CAD, equipamentos de eletrônica e robótica, e ferramentas de marcenaria e mecânica. Os Fab Labs Livre SP contam com uma equipe que incentiva o aprendizado compartilhado e a criatividade através do fazer, realizando cursos e orientando o desenvolvimento de projetos. (<http://fablablivresp.art.br/>).

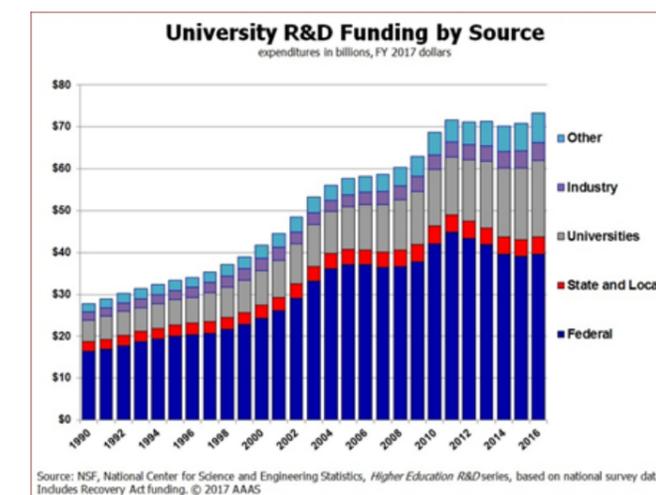
Acredita-se que este pode ser o papel das universidades públicas: pensar em formas mais democráticas de compartilhar o acesso a estas tecnologias aos auto-construtores, por meio de uma tomada de posição das pesquisas em arquitetura, dando prioridade aos projetos sociais de moradias de baixo custo, às reformas coletivas ou individuais e autônomas.

### Importância da pesquisa pública na democratização tecnológica e crítica à meritocracia

Na última década (2010), viu-se o Brasil entrar neste ambiente de compartilhamento de nível mundial. Porém, impera a disseminação do empreendedorismo e da meritocracia, como modelo de competitividade entre indivíduos ou pequenas empresas. São verdadeiros “chamados” à inovação por meio de negócios que se sobressaem por si só, sem o auxílio de políticas públicas. É um discurso que camufla / ignora todos os caminhos trilhados tanto nos Estados Unidos quanto na União Europeia e outros países, a exemplo do Japão e China, onde os meios, os aportes e as redes de compartilhamento das inovações tecnológicas, dependeram – e dependem – de grandes somas de investimentos públicos. Portanto, o motor dessa engrenagem tem

ênfase em políticas públicas e sociais – mesmo que possam se nutrir de características específicas para a solução de crises estruturais da economia capitalista. A título de exemplo, mostramos o gráfico abaixo do histórico americano de investimentos em pesquisas:

Desde meados do século 20, a maior parte dos recursos aplicados em pesquisa nessas instituições, inclusive particulares, são públicos, principalmente do governo federal, segundo o Centro Nacional de Estatísticas de Ciência e Engenharia da Fundação Nacional de Ciências dos EUA (NSF). Os dados são obtidos por meio da pesquisa anual Higher Education Research and Development Survey (HERD), da NSF. Nos anos 1960, os recursos federais chegaram a corresponder a 73% do total investido em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em universidades dos EUA. A partir dos anos 1990, essa participação diminuiu, mantendo-se na média anual de aproximadamente 60%. (TUFFANI, 2018.).



A abordagem contida nos exemplos e objetivos distintos dos grandes investimentos públicos e mistos nas tecnologias de fabricação digital, nos Estados Unidos e na União Europeia, deixam claro que, principalmente em países pobres como o Brasil, é necessário que haja foco e aporte de políticas de Estado e uma visão crítica ao “faça você mesmo” como auto-suficiência dos sujeitos sociais, como individualismo competitivo que se inscreve em ambientes compartilhados. A meritocracia tem destacado-se aqui como a velha e renovada política e ideologia neo-liberal do “empresário de si mesmo”. E, por consequência, do arquiteto por si próprio, empoderado pelos novos aparatos tecnológicos, à serventia do rentismo da construção civil altamente excludente. O modelo neoliberal avança fortemente em todos os setores da sociedade, incluindo as universidades, como ideário político e como pressuposto do avanço tecnológico do qual o País precisa na competição internacional.

No caso brasileiro, depara-se com o seguinte quadro: país pobre, estado cada vez mais diminuído, ônus da inovação nos ombros dos trabalhadores que são “alçados a classe média empreendedora”. Instituições como o Sebrae, Sesi, Senai e Senac possuem, desde suas implantações, programas de capacitação da mão de obra de que precisa a indústria e a economia de modo geral, cuja política é cada vez mais centrada nesta ideologia do empreendedorismo, na inovação e na competitividade de talentos individuais. Percebe-se, há mais de duas décadas, a construção deste discurso e de um ideário que hoje se reveste de inovação social. Recentemente, essas entidades vinculadas ao setor da indústria e do empresariado, têm investido na multiplicação

Figura 1 - Investimentos em pesquisa, por valor e fonte, para instituições de ensino superior dos EUA. Fonte: Centro Nacional de Estatísticas de Ciência e Engenharia da Fundação Nacional da Ciência. Imagem: AAAS/Divulgação.

dos Fab Labs MIT profissionalizantes. A preocupação com a globalização, por meio da inovação tecnológica via Rede Fab Lab MIT – Laboratórios de Fabricação – MIT, tem um viés centrado no empreendedorismo e na qualificação da mão de obra para a inovação da indústria e da economia nacional (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL DO RIO DE JANEIRO. 2017).

Portanto, o entrave para a disseminação das pesquisas em novas tecnologias a serviço de uma política pública democratizante deve vir do pensamento e das pesquisas nas Universidades Públicas para que as mesmas possam assumir o papel de centros difusores de um efeito de rede para o interesse de comunidades solidárias, em pesquisas e apoio direto.

Em quaisquer hipóteses, cabe pensar que se está diante de múltiplas forças ideológicas que podem ser antagônicas, aglutinadoras, confusas, e que devem ser debatidas também e, principalmente, no ambiente acadêmico na implantação dos laboratórios de fabricação digital. Os dados abaixo elucidam esta importância das universidades públicas no Brasil como quase tão somente as responsáveis pela produção de conhecimento, pesquisa e extensão:

Figura 2 - Gráfico pesquisa universidade pública. Publicado em 30 de Janeiro de 2018. Em: Relatório mostra que universidade particular no Brasil não produz conhecimento.

### Desempenho das principais universidades brasileiras em pesquisa Período 2011-2016

Universidade	Documentos na Web of Science	Impacto da citação	Artigos no Top 1 (%)	Artigos no Top 10 (%)
Univ. de São Paulo (USP)	54.108	0,93	1,06	7,96
Univ. Estadual Paulista	20.023	0,79	0,69	6,10
Univ. Estadual de Campinas	17.279	0,94	1,22	8,35
Univ. Federal do Rio de Janeiro	16.203	0,93	1,11	8,18
Univ. Federal do Rio Grande do Sul	14.611	0,89	0,86	6,6
Univ. Federal de Minas Gerais	13.294	0,88	0,67	6,24
Univ. Federal de São Paulo	10.667	0,93	1,05	6,15
Univ. Federal do Paraná	8.233	0,67	0,44	5,31
Univ. Federal de Santa Catarina	7.908	0,91	0,66	6,79
Univ. do Estado do Rio de Janeiro	6.433	1,01	1,45	8,98
Univ. Federal de Pernambuco	6.420	0,73	0,48	5,51
Univ. Federal de Viçosa	6.373	0,63	0,56	4,33
Univ. de Brasília	6.218	0,89	1,13	6,10
Univ. Federal de São Carlos	5.794	0,72	0,50	6,28
Univ. Federal de Santa Maria	5.750	0,65	0,24	4,96
Univ. Federal do Ceará	5.621	0,76	0,75	6,12
Univ. Federal Fluminense	5.441	0,71	0,70	5,99
Univ. Federal de Goiás	4.217	0,74	0,81	5,90
Univ. Federal da Bahia	4.198	0,81	0,88	6,77
Univ. Estadual de Maringá	4.067	0,61	0,44	4,50

Fonte: Research in Brazil - A report for CAPES by Clarivate Analytics - 2017

Promover o encontro, mas também o debate crítico, entre diferentes âmbitos regionais e nacionais parece ser uma promessa para o pensamento universitário transitar para a interdisciplinaridade e para uma arquitetura mais aberta e participativa. Trata-se de uma realidade inevitável para o País: como as universidades vão dar sua contribuição como pensamento de pesquisa e desenvolvimento para iluminar os vários cenários caóticos que o País vive hoje? Neste sentido, propõe-se a formação de redes entre escolas públicas de arquitetura, com o intuito de conectar e dar suporte para pesquisas que se iniciam. Isto pode beneficiar o direcionamento crítico das pesquisas e projetos de extensão, dada a difícil situação econômica das escolas para suprir espaços físicos e equipamentos. Assim, pode trazer à tona para a arquitetura o pensamento ético e participativo baseado na colaboração.

Para além de uma crítica paralisante, deve-se discutir a tecnologia social, aplicada para a democratização, e isso deve acontecer em contextos cooperativos. Devem contribuir para a reflexão do papel da inovação tecnológica e social, que contempla a Lei Federal n. 11.888/2008 – Assistência Técnica Pública e Gratuita para Habitação de Interesse Social (BRASIL. Presidência da República, 2008), que respalda legalmente o desenvolvimento de atividades de assistência técnica gratuita. Esta parece ser uma

oportunidade para as escolas de arquitetura, discutindo os conceitos de assistência, de assessoria, de trabalho arquitetônico colaborativo (BALTAZAR e KAPP, 2016), se tornarem potencializadoras do desenvolvimento tecnológico cooperativo, incorporando os laboratórios híbridos - analógicos e digitais - e pesquisas interdisciplinares para atuar na capacitação de profissionais, docentes, alunos, cidadãos na elaboração tanto de projetos de melhoria da moradia quanto dos espaços de inclusão urbana.

Segundo Angela Maria Gordilho Souza (2017), coordenadora da implantação da Residência AU+E/UFBA, reflexões similares e novas experiências de ensino têm sido implementadas em escolas de arquitetura de universidades públicas, a exemplo da Universidade Federal da Bahia, buscando contemplar inserções sociais, democráticas e multidisciplinares, e projetos participativos. São exemplos que merecem ser discutidos:

No vasto ambiente construído das cidades brasileiras, em que muitas comunidades autogeridas são excluídas de atributos urbanísticos de conforto e segurança, seja nas habitações, ruas, serviços, infraestrutura e equipamentos, os benefícios coletivos são praticamente empreendidos ou mantidos diretamente pelos moradores. Tais iniciativas ocorrem sem nenhuma assistência técnica, serviço que poderia contribuir para um melhor equacionamento de soluções adequadas. Por outro lado, as intervenções públicas são quase sempre fragmentadas e setoriais, sem uma visão de conjunto das demandas coletivas. Diante dessa alta complexidade na urbanização crescente do País, em larga escala, é crucial levar a universidade às comunidades, viabilizando uma relação mais real e aplicada entre teoria e prática, deixando, entretanto, na sua passagem, contribuições de serviços que se multipliquem em novos processos, projetos e materializações portadoras de inclusão social, cidadania e melhorias dos lugares na cidade. (SOUZA, 2017).

Outros exemplos de discussão sobre o conceito de tecnologia social, e de como esta discussão deve acontecer no âmbito das pesquisas e extensões universitárias são mostrados por Baltazar e Kapp (2016), no IV ENANPARQ, trazendo uma síntese teórica e prática levadas a cabo pelos grupos de pesquisa MOM (Morar de Outras Maneiras) e LAGEAR (Laboratório Gráfico para a Experimentação Arquitetônica) da Escola de Arquitetura da UFMG, buscando pautar a necessidade de ultrapassar a definição de assistência técnica em favor da assessoria, trazendo exemplos de arquiteturas participativas e abertas nas quais os arquitetos colaboram na formação de auto construtores.

Pode-se, portanto, pensar a fabricação digital, fora do seu contexto original, ou seja, nas palavras de Arantes (2012), fora da “arquitetura extraordinária e rentista”, pensando justamente em uma arquitetura na qual as novas tecnologias possam torná-la mais aberta e inclusiva.

### Considerações finais

Este artigo buscou trazer para os ambientes de discussão da fabricação digital na arquitetura, um debate crítico que leve a repensar sua apropriação como parte de uma nova mentalidade baseada na colaboração. Do mesmo modo, também, pensá-la dentro das universidades como parte de uma política pública, como tecnologia social de um estado, de um município, de um bairro. Que venha ser algo para além do aparelhamento das escolas com novas ferramentas tecnológicas para alimentar as mesmas metodologias calcadas na formação de arquitetos para a competição e

a meritocracia. Propôs contrapor a este ambiente baseado na superespecialização do arquiteto e na possível incorporação do paradigma tecnoeconômico da fabricação digital a formação de redes solidárias de laboratórios entre universidades e escolas de arquitetura.

Somente com o pensamento crítico nas universidades, tomando as tecnologias digitais e o compartilhamento do conhecimento a serviço da reflexão sobre políticas públicas habitacionais e pesquisas de caráter democratizantes será possível pensar como positivo a implementação de tais inovações tecnológicas nas escolas de arquitetura locais. Caso contrário, a rápida multiplicação dos laboratórios de fabricação digital, servirá apenas como mais um ferramental tecnológico que aprofunda a superespecialização do arquiteto e o seu distanciamento da arquitetura “ordinária” de utilidade da maioria das populações carentes de serem assessoradas, dos projetos coletivos de autogestão comunitária, e de projetos que visem a melhoria dos espaços públicos buscando a inserção social.

### Referências bibliográficas

ARANTES, Pedro Fiori. *Arquitetura na Era Digital-financeira: Desenho, Canteiro e Renda da Forma*. São Paulo: Editora 34, 2012.

BALTAZAR, Ana Paula; KAPP, Silke. *Assessoria técnica com interfaces*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO. 4, 2016, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre,: UFRGS, 2016. BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei n. 11.880, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei n. 11.124, de 16 de junho de 2005. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei n. 11.880, de 24 de dezembro de 2008*. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei n. 11.124, de 16 de junho de 2005. Brasília, DF, 2008.

CELANI, G. *Espaços para a interdisciplinaridade: laboratórios de fabricação digital na pesquisa, ensino e extensão*. In: PHILIPPI JR., Arlindo; FERNANDES, Valdir (Org.). *Práticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa*. 1. ed. São Paulo: Manole, 2014. v. 1, p. 747-764.

CHAUÍ, Marilena. *Aula aberta da professora Marilena Chauí durante o “Domingos Contra o Golpe”*. 2016. Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=0\\_l62Unsuq8](https://www.youtube.com/watch?v=0_l62Unsuq8). Acessado em 11 jul 2017.

DIGITAL SOCIAL INNOVATION. Disponível em <https://digitalsocial.eu/>. Acesso em 8 dez 2017.

EUROPEAN UNION. *Creative Europe Programme*. Fab Lab. [S. l.], 2017. <<https://www.fablabs.io/>>. Acesso em 15 nov /2017.

FEENBERG, Andrew. *A. Ten Paradoxes of Technology* - Simon Fraser University.” 2011. Disponível em <<https://www.sfu.ca/~andrewf/paradoxes.pdf>> Acesso em 15 nov /2017.

FLUSSER, Vilém. *Fenomenologia do brasileiro*. Organização da versão em português

de Gustavo Bernardo. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998. p. 85. SOUZA, Angela Maria Gordilho. *Residência em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia: implantação de um programa em ensino, pesquisa e extensão na UFBA*. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL. 16., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: ANPUR, 2017.

HATCH, Mark. *The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York: McGraw-Hill, 2014.

HARROP, Jeffrey. *Crisis in the machine tool industry: a policy dilemma for the european community*. 1985. The machine tool industry. Disponível em <[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-04255-7\\_3#page-](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-04255-7_3#page-)>. Acesso em 8 set 2017.

HOLDRIDGE, Geoffrey M. *JTEC/WTEC panel on rapid prototyping in Europe and Japan*. Published and Distributed by Rapid Prototyping Association of the Society of Manufacturing Engineers. International Technology Research Institute R.D. Shelton, Director Geoffrey M. Holdridge, WTEC Director. Disponível em: <[http://www.wtec.org/loyola/pdf/rp\\_vi.pdf](http://www.wtec.org/loyola/pdf/rp_vi.pdf)>. Acesso em 15 nov /2017.

LIPSON, Hod; KURMAN, Melba. *Fabricated: the new world of 3D printing*. Indianapolis, Indiana: John Wiley & Sons, 2013.

LOYOLA, Mauricio. *Arquitectura y tecnología*. *Materia Arquitectura*, n. 13, p. 30-31, ago. 2016. Disponível em: <<https://materiaarquitectura.com/index.php/MA/article/view/44>> Acesso em 15 nov /2017.

MOOLEN, Karen van der. *Digital Fabrication for Architecture*. Amsterdam: Waag Society, Nov. 2014. Disponível em: <<http://waag.org/nl/blog/digital-fabrication-architecture> >. Acesso em 15 nov /2017.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *The Engineering Behind Additive Manufacturing and the 3-D Printing Revolution*. Alexandria, USA, 2017. Disponível em: <[http://www.nsf.gov/discoveries/disc\\_summ.jsp?cntn\\_id=129774](http://www.nsf.gov/discoveries/disc_summ.jsp?cntn_id=129774)>. Acesso em 13 nov /2017.

MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *School of Architecture + Planning*. MIT Média Lab. Cambridge, USA, 2017. <<https://www.media.mit.edu/research/groups/0/fab-labs>>. Acesso em 15 nov /2017.

SENNETT, Richard. *Juntos: os rituais, os prazeres e a política da cooperação*. Rio de Janeiro: Record, 2012.

SOUZA, Angela Maria Gordilho. *Residência em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia: implantação de um programa em ensino, pesquisa e extensão na UFBA*. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL. 16., 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: ANPUR, 2017. SOUZA, Jessé. *Ralé brasileira: quem é e como vive*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009.

SPERLING, David M.; HERRERA, Pablo C.; CELANI, Gabriela; SCHEEREN, Rodrigo. *Fabricação digital na América do Sul: um mapeamento de linhas de ação a partir da arquitetura e urbanismo*. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE IBERO-AMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 19., 2015, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2015. p. 119-125.

SPERLING, David M.; HERRERA, Pablo C. (Ed.). *Homo Faber: Digital Fabrication in*

*Latin America* –. Exhibition Caad Futures 2015 > The Next City. São Carlos: Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 2015

TEC/WTEC Panel on Rapid Prototyping in Europe and Japan: analytical chapters. Prototyping Association of the Society of Manufacturing Engineers. Rapid Prototyping Association of the Society of Manufacturing Engineers, Jan 1, 1997.

WAAG SOCIETY. Institute for Art, Science and Technology, develops creative technology for social innovation. Amsterdam, 2017. Disponível em <<http://waag.org/en>>. Acesso em 2 de fev. de 2018.