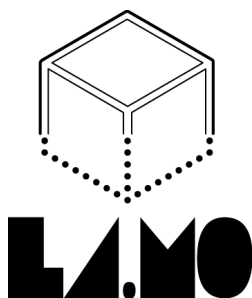


A natureza do algoritmo nas investigações do LAMO/ UFRJ: redes, ações e fluxos



Autores:

Gonçalo Castro Henriques
Andres Passaro
Pedro Engel

Bolsistas atuais LAMO (2022):

Ana Moro, Ana Lobato, Hugo Reis, João Fraga, Luca Bispo, Pedro Dionísio, Victor de Luca, Taiane Nepumoceno |

Voluntários: Lais Kaori, Lucas Monserrat, Pedro Maciel Xavier, Ronaldo Lee Menna, Thiers Freire

Parceiros locais: Adriana

Sansão (LabIt, PROURB), Rodrigo Cury (LAURD, PROURB), Guto Nóbrega (EBA, NANO), Romildo Toledo (NUMATS, COPPE) Leonardo Melo (Parque Tecnológico, UFRJ)

Parceiros externos: Gabi Celani

(UNICAMP, LAPAC), José Duarte (PSU, US), José Pedro Sousa (DFL-FAUP, PT), Mauro Chiarella (FADU-UNL, ARG), Rodrigo Alvarado (Bio-Bio, CL).

1. Prólogo da participação no livro

No LAMO (PROURB, UFRJ) temos interesse na natureza como processo sistemático de projeto. Quando pensamos em natureza de maneira livre, associamos provavelmente à ideia de harmonia, do lado sensorial e orgânico do meio que nos rodeia. Algumas abordagens da natureza destacam a sua forma, sobrepondo a mesma aos seus processos. Contudo, a forma isolada na natureza não existe, sendo sim um resultado da interação com o meio, ao longo do tempo. O conceito de natureza orgânica, passou a incluir mais recentemente a natureza sintética, incluindo seres inorgânicos. Esta inclusão é fundamental do nosso ponto de vista, sendo que a mesma interessou também os cientistas da computação como Alan Turing que estudou a morfogênese, em um dos primeiros artigos sobre biologia sintética (Turing, 1952).

Esta visão inclusiva da natureza como um sistema holístico, incluindo a sua versão orgânica e sintética é herdeira da teoria dos sistemas, da cibernética, incorporado também os avanços de inteligência artificial. Em síntese, interessam-nos os processos generativos de fontes múltiplas, com inputs analógicos, sensitivos, sociais, humanos ou tecnológicos.

O cruzamento destes fenômenos em escalas múltiplas permite explorar o projeto como processo de conhecimento e de teste de possibilidades. Nesse sentido gostamos de pensar no projeto como uma segunda natureza, trabalhada em rede, em que natural e artificial se mesclam com o cultural e o Tecnológico.

2. LAMO: rede, ações e fluxos

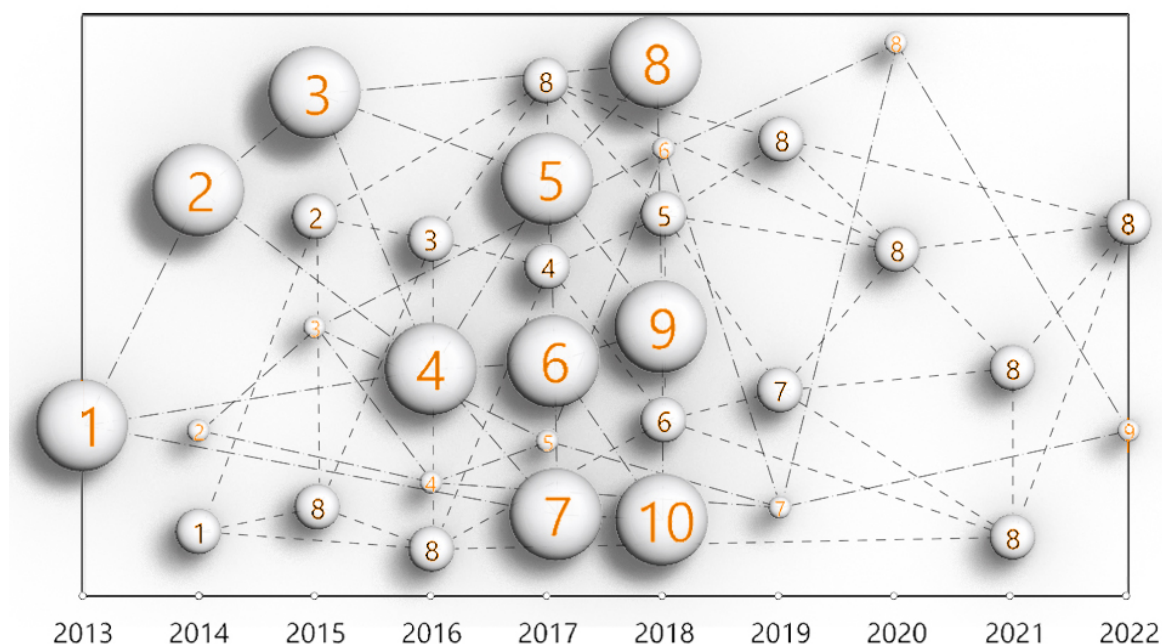
O LAMO - *Laboratório de Modelos 3d e Fabricação Digital* - é um laboratório e grupo de pesquisa do **Programa de Pós-Graduação em Urbanismo** da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ). O LAMO foi fundado em 2013 por Andres Passaro. Em 2015, entrou como pesquisador Gonçalo Castro Henriques que é desde 2017, o coordenador do LAMO. Pedro Engel é pesquisador do grupo desde 2016.

O laboratório trabalha numa rede aberta e distribuída, numa dinâmica horizontal entre os seus membros. Fomentamos a partilha de conhecimento através de um conjunto de **ações em rede** *CAPACITAR, PROGRAMAR, CONSTRUIR*. Cada ação é um **ponto nodal** da rede que estimula o fluxo de conhecimento. Esta estratégia pretende promover a integração tecnológica e cultural, entre a *academia, a prática e a indústria*. Esta visão do conhecimento sem compartimentos, conta com diferentes parceiros locais/globais e participantes de diferentes origens e ciclos de ensino, para promover a inovação social e humana.

Figura 1. Ações em rede, CAPACITAR, PROGRAMAR, CONSTRUIR, representação das atividades através de esferas de tamanho crescente ((Esferas menores-capacitar, médias-programar e grandes construir)

3. Ações em rede

As mudanças tecnológicas atuais são disruptivas, sendo que a sua rapidez supera a capacidade de atualização das faculdades de arquitetura, como acontece na FAU-UFRJ. Para as incorporar estas mudanças contamos com as *ações em rede* para trazer conhecimento relevante que está frequentemente fora da grade curricular, para trazer *know-how* e instrumentos de capacitação para a universidade, para o nosso grupo de pesquisa, o grupo de docentes, discentes e afins.



CAPACITAR	PROGRAMAR	CONSTRUIR
Capacitação Corte a Laser (11 edições)	1 - Abrigos Sensíveis 2014	1 - Oficina 3 abrigos, 2013
	2 - Desafiando a Gravidade, 2015	2 - Casa Revista / Wiki-House, 2014
Capacitação Impressora 3d (5 edições)	3 - Construindo Proto-Ecologias, 2016	3 - Helicoidal Surfaces / Butterfly Galleries 2015
	4 - Em Busca da Forma Sistemas Generativos, 2017	4 - Telebiosfera / Tentáculos (1 e 2), 2016
Capacitação router CNC (3 edições)	5 - Workshop Tropical Gridshell, 2018	5 - INSITU: Fachada Cobogó do Consulado Português no Rio, 2017
	6 - Workshop OCA Traditional Brazilian Construction Reinvented, 2018	6 - DATA-ART Instalação artística reflexiva, 2017
Capacitação robótica (1 edição)	7 - Superfícies Mutáveis, 2020	7 - Tornado, pavilhão de superfi- cie regradada 2017
	8 - Disciplinas oferecidas	8 - Wiki-House curva, SIGraDi IAU-USP, 2018
(Ações entre 2013-20)	- Projeto Habitação Emergencial, DPA-UFRJ 2013, 2014 e 2015	9 - Tropical Gridshell Pavilion, 2018
	- Modelagem Digital Arquitetura, DARF-UFRJ 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2021	10 - OCA Traditional Brazilian Construction Reinvented, 2018
	- Arquiteturas (In)úteis, PROURB/UFRJ 2016, 2017 e 2019.	
	- Computação Arquitetura Python I, DARF 2019, 2021 e 2022.	
	- Processos Computacionais e Fabricação Digital em Projeto, LAMO Sessions PROURB/ URFJ 2021 e 2022	
	- Computação Arquitetura Python II, DARF 2023	
	9 Trabalhos finais de graduação, e pesquisa	

A primeira ação é **CAPACITAR** o grupo para incorporar conhecimento sobre o novo maquinário de fabricação digital como Impressoras 3d de vários tipos e materiais, corte a laser, router cnc, braço robótico. A ideia destas atividades é aproximar a escola da utilização de equipamentos de fabricação digital, visando desenvolver um fazer construtivo. O foco está principalmente na utilização do maquinário e a primeira capacitação é

Tabela 1. Resumo das principais ações realizadas

realizada por um professor do LAMO/PROURB, que capacita de acordo com o equipamento um pequeno grupo de estudantes. Logo as próximas capacitações são realizadas pelos próprios estudantes com supervisão dos professores. Nesta concepção o uso das máquinas de impressão e corte a laser ficou assim garantido, contudo sem explorar profundamente as possibilidades reais de um processo de projeto paramétrico. São utilizadas máquinas cnc, controladas numericamente por computador, mas para que haja uma mudança de paradigma, é necessário conceber o processo de projeto e de desenho dentro de uma lógica digital.

A segunda ação é **PROGRAMAR** para promover a literacia digital e a atualização tecnológica. A partir do momento que o grupo começa a programar, sabendo construir pode passar a construir as suas próprias máquinas. Ou seja, pode fazer máquinas, que fazem máquinas, sejam estas físicas, digitais ou biológicas. Introduzimos a programação visual para fomentar em projeto o pensamento algorítmico, desenho paramétrico e associativo, sistemas generativos, otimização e performance computacionais. Esta é uma ação de implementação gradual, que foi iniciada com seminários/workshops, ganhou continuidade com a criação de disciplinas eletivas na graduação e com disciplinas mistas entre a graduação e a pós-graduação. Estas três ações em conjunto, têm como estratégia aumentar o número de pessoas capacitadas e a massa crítica. Os estudantes, pesquisadores e arquitetos formados tem impacto na pesquisa e na pós-graduação, onde existe ainda uma forte resistência ao pensamento digital integrado, e à programação. Os pontos nodais da ação programar são seminários/workshops tendencialmente anuais.

A terceira ação é **CONSTRUIR** para aplicar os recursos oferecidos pelo maquinário para construir pavilhões na escala 1/1. Em geral são atividades coletivas, que incluem a participação de outros parceiros e laboratórios. A sequência entre estas ações não é linear, mas são ações interdependentes, uma não funciona sem as outras.

3.1. Capacitar

Uma das maiores angústias dos espaços makers públicos é o de verem a sua produção apontar massivamente na confecção de chaveiros personalizados cortados e gravados na cortadora laser, ou corações e flores impressos em 3d (CAMPOS, 2018). O que acontece após concluída a capacitação para o uso do maquinário. Superar esta situação nos coloca num ponto de passagem, de mudança de paradigma, entre o que a Oxman (2006) chama Modelo CAD que é um modelo representacional, para um Modelo Formativo, que é um modelo dinâmico com interatividade, e que se afasta dos processos representacionais. Esta discussão nos deixa na mesma encruzilhada de 30 anos atrás;

“Utilizar o CAD para «passar a limpo» o desenho feito à mão, não foi considerado uma mudança de paradigma, tal como não há mudança de paradigma quando substituímos o estilete pela máquina de corte a laser. Para haver mudança de paradigma é necessário incorporar um discurso que legitime as intervenções instrumentais. Enquanto não tivermos esse discurso legitimador estaremos, como a inícios do século XX, desenhando carruagens puxados por cavalos, ao invés de carros. A procura de um discurso ou de uma narrativa legitimadora do

produto é sem dúvida melhor do que opção da técnica pela técnica. Só este entendimento nos permite perceber a mudança que os novos processos e ferramentas poderão trazer para o projeto, expandindo as possibilidades anteriores. (PASSARO, HENRIQUES, 2015). Assim sendo após o ensino ferramental, procuramos associar o processo de projeto com as potencialidades de cada um dos equipamentos. Passamos a instrumentar em cursos internos, com tutoriais de desenho paramétrico para capacitar nestas técnicas, estudantes e docentes próximos das atividades do nosso laboratório, em que transitamos por modelos formativos, generativos, performativos e compostos. (Oxman 2006). A transição de modelos é aprofundada com a ação de PROGRAMAR.

A Capacitação Laser já tem onze edições na escola e começou logo após o PROURB adquirir a primeira máquina de corte a laser em 2013, um ano depois já com a ajuda de seis estudantes estava a serviço de toda a produção acadêmica e de pesquisa da escola, e de outros laboratórios da universidade. A capacitação se resume ao ensino de software e da plataforma de interface computador – máquina, às limitações e possibilidades de uso de corte e gravação nos diferentes materiais, calibragem de velocidade, potência, foco, e domínio das tarefas básicas de limpeza e manutenção da máquina o que obriga ao entendimento de um pacote suplementar de exaustor, ar comprimido, lentes e espelhos. A capacitação é realizada na primeira semana do semestre letivo, com acompanhamento tirando dúvidas de índole práticas já na segunda semana; ao longo do semestre estes estudantes adquirem domínio pleno sobre o uso do laser. Atualmente há **109** estudantes (e ex-estudantes) capacitados para o uso correto de corte a laser. Em vários momentos pensamos em mudar a rotina destas tarefas, dado os problemas que vivenciamos semestre a semestre. Por exemplo; porque não deixar o corpo inteiro de estudantes utilizar a máquina de corte a laser de forma direta; ou porque o turno de corte é de uma hora por semana; ou o que fazer com quem marca turno e não vem; cobrar ou não cobrar (nunca cobramos); são questionamentos que surgem semestre a semestre. Contudo estes questionamentos ao longo destes cinco anos nos fizeram corrigir rumo constantemente. Atualmente o laboratório administra duas cortadores Laser VLS6.60 uma de propriedade do PROURB e outra do PROARQ.

A capacitação em impressão 3d surgiu também em 2013 com a chegada ao PROURB de uma Rapman da 3d System, que envolveu três estudantes de graduação, que montaram a impressora. Estes estudantes fizeram cinco capacitações ao longo desse período inicialmente para os pesquisadores do LAMO/PROURB. Adquirimos ao longo deste tempo duas impressoras Delta uma impressora genérica oferecida, e mais recentemente uma impressora Félix em parceria com o CCS. O trabalho de mantê-las em funcionamento é muito mais árduo do que da cortadora a laser. O uso e a calibragem destas máquinas é mais especializado, e a prototipagem à base de filamento extrudado é demorada, comparando com a cortadora laser, há problemas de manutenção frequentes, pelo que o uso é mais restrito às pesquisas do LAMO/PROURB. É requerida uma constante manutenção de rolamentos, bicos extrusores, sensores, motores, fontes, etc. Atualmente estamos desbravando uma impressora 3d para materiais pastosos (argilas e argamassas) de médio porte, construída no LAMO/PROURB baixo a tutela da Koios / Plástico Precioso, que está ainda em fase de testes com os estudantes envolvidos unicamente na pesquisa de pastosos.

A capacitação da router CNC deu-se a partir da necessidade de prototipar a Casa Revista / Wiki House em escala real para a sua construção. Fizemos uma parceria com a empresa Foco Design, através da qual os professores capacitaram 6 estudantes encarregados do corte das peças. Este know-how permitiu ao LAMO ainda a execução do Pavilhão Butterfly e de algumas versões da WikiHouse Parametrizada. Devido à dificuldade de acesso ao braço robótico, realizamos apenas uma capacitação para o mesmo num workshop em parceria com o Museu do Amanhã, com o NANO e a Bartlett de Londres, denominado Hiperorgânicos.

A maior dificuldade do laboratório é a manutenção do maquinário de ponta em funcionamento, sem investimento da graduação desde 2014. A verba para manter a estrutura funcionando provém da Pós-Graduação, de editais esporádicos aplicados por professores do PROURB.

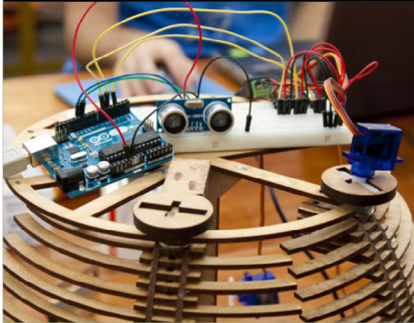
3.2. Programar

Organizamos um Seminário/Workshop anual de imersão para fomentar conhecimento associado ao design algorítmico e fabricação digital. Neste **evento imersivo**, que decorre normalmente durante as férias, os participantes são convidados a mergulhar ativamente, ao longo de 9 dias, nas atividades propostas. De um sábado até ao domingo seguinte propomos que trabalhem em 4 ou 5 grupos, com um máximo de 35 participantes. Entre os participantes, além de estudantes da FAU-UFRJ, estão normalmente estudantes de outros estados, de diferentes formações, estudantes de pós-graduação bem como docentes da FAU, EBA, PUC, etc. A ideia destes eventos anuais é estudar um conjunto de técnicas e processos a partir de um tema definido previamente.

O tema é preparado previamente pelo grupo LAMO, procurando a melhor metodologia de projeto e o ferramental mais adequado para estes eventos curtos, mas intensivos. O Seminário tem a particularidade de incluir tanto “tutores” locais, como tutores externos convidados, que ministram em um módulo ou dois um conhecimento específico com tutoriais de aprendizado curtos, rápidos e efetivos. Estes tutoriais são acompanhados de palestras temáticas em paralelo. Os conhecimentos teórico-práticos passados são testados através de um projeto. Na imagem vemos os cartazes destes seminários.

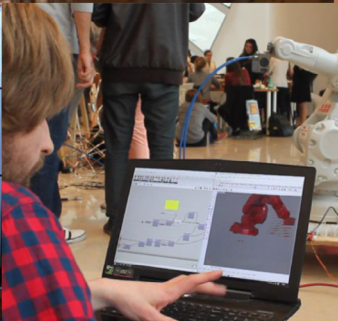
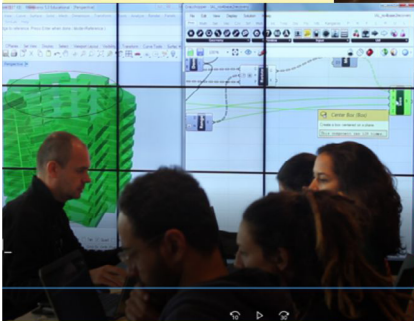
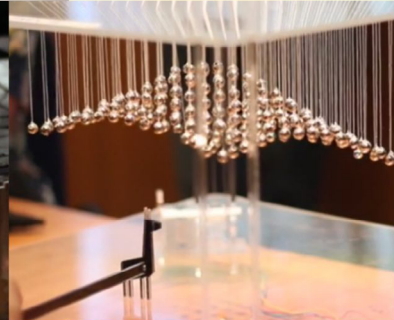
Estas atividades estabelecem relações e fluxos de conhecimento, num modelo *learn-by-doing* e passam a ser incorporadas pelo grupo como know-how. Assim os eventos transformam-se em **pontos nodais** de ancoramento de conhecimento teórico e prático, que nos satisfazem quer pelos resultados, quer pelo seu formato, a que voltamos recorrendo. “Este entendimento nos fez procurar este novo know-how, tentando expandir todas as possibilidades deste novo ferramental o qual é capaz de modificar processos de representação, modificar a utilização de materiais, modificar o processo produtivo e finalmente modificar o entendimento da forma arquitetônica” (PASSARO; HENRIQUES, 2015).

PROGRAMAR, resumo das ações LAMO



LAMO Seminário / Workshop 1ª Ed. «Abrigos Sensíveis, Fabricação Digital e Desenho paramétrico», 26 a 30 Maio 2014. Organização Andres Passaro e Guto Nóbrega. Clarice Rohde, Elisa Vianna, Laura Lago, Rebeca Estrada: UFRJ, FAU, EBA, PROURB, LAMO, NANO LAURD. Apoio CAPES

LAMO Seminário/Workshop 2ªE. «Desafiando a Gravidade», 30mai 7 jun 2015. Coordenação: Andres Passaro e Gonçalo Castro Henriques. Entidades: UFRJ FAU, EBA, PROURB, LAMO, LAURD, NANO. Apoio CAPES PAEP.



LAMO Seminário / workshop 3ªEdi. «Construindo Proto-Ecologias, construindo com robots», 27-30 Abr 2016, 7ª hiperorgânicos. Org. Guto Nóbrega, Ruairi Glynn, Andres Passaro, Gonçalo Henriques, Marcela Sabino. Parceria NANO, LAMO, IAL Bartlett, LMA, UFRJ EBA, FAU. UCL, PPGAV, PROURB.

LAMO Seminário / workshop 4ª Edição, «Em busca da Forma, sistemas generativos», 28 Ago a 7 Set 2018, Coordenação: Gonçalo Castro Henriques, Andres Passaro e Elisa Vianna, LAMO-PROURB, FAU-UFRJ. Pesquisa: UFRJ, UPENN, FAUP, FADU-UNL, UNICAMP, UFES, UP.



LAMO Seminário / workshop Superfícies Mutáveis, 9 a 15 fev 2020. Coordenação Gonçalo Henriques, Andres Passaro, Pedro Engel e Daniel Lenz. Parceria UFRJ (Brasil), Bío-Bío (Chile) FADU-UNL (Argentina) e UCR (Costa Rica). Prof. Rodrigo Alvarado, Mauro Chiarella Carolina Vargas, Juarez Franco

Abrigos Sensíveis, Fabricação Digital e Desenho paramétrico, 2014

Este evento introduziu a programação em Arquitetura na FAU-UFRJ, quando os autores deste texto se juntaram em 2014. Na época não havia um professor, nem estudante na FAU, que aplicasse a programação em projeto. Neste workshop introduzimos, junto com Victor Sardenberg, Lucas de Sordi e Verônica Natividade, a programação visual. Foi fundamental para o seu sucesso a organização de Rebeca Estrada, Clarice Rohde, Elisa Vianna e Laura Lago. Elas sentiram que o ensino precisava mudar, e participaram nesta mudança. O evento foi uma iniciativa conjunta de três laboratórios da UFRJ, LAMO, LAURD e NANO, que se transformou em atividade anual, incorporando contributos distintos de arquitetura, belas-artes ou ciências. Na experiência podemos compartilhar diferentes especificidades e modo de atuação, sobre a integração digital.

Os arquitetos utilizam programas de software, limitados ao que o mercado lhes oferece. Programando podemos abrir a caixa preta, sem ficarmos dependentes da tecnologia. Com a programação associada à fabricação digital podemos construir também novas máquinas, num processo recursivo.

Os participantes aplicaram a programação para desenvolver projetos, Neste Workshop o desafio foi criar um abrigo capaz de interagir com estímulos físicos e digitais, concebendo para além do mecanismo físico, a interface digital, recorrendo a sensores e arduíno. Sugerimos 5 diagramas de movimentos: cortina, polvo, concha, lanterna chinesa e flor-brinco-de-princesa. As metáforas pretenderam estimular a interação físico-digital.

“(..) o ponto de partida do projeto é de índole conceitual. O exercício sugere determinados mecanismos responsivos primários e pretende-se que num período alargado, mas intenso os estudantes concebam, fabriquem e montem a solução. Esta solução deve incluir os mecanismos que permitem o movimento, o que só é possível com a fabricação e testando as soluções com modelos físicos. Assim o ensino destas diferentes áreas, promovendo não só a reflexão como a aprendizagem e uso destes novos processos e ferramentas, mas definindo um conceito. Assim mais do que um instrumento o processo permite múltiplas propostas, em que a tentativa e erro permitem aperfeiçoar a solução dando ao estudante um aprendizado valioso, com base na prática. Este aprendizado poderá ser utilizado futuramente para o estudante conceber, cortar e manufaturar os seus próprios projetos (...)” (PASSARO e HENRIQUES 2015)

Desafiando a Gravidade, Fabricação Digital e Desenho paramétrico, 2015

Desafiando a gravidade desafiou os participantes a conceber e materializar sistemas responsivos. Começou por exemplificar como se pode passar de uma visão objetual da forma isolada, para uma visão da forma como parte de um sistema.

Foram apresentadas aplicações deste princípio utilizando mecanismos simples e mostrando como esses podem interagir com o usuário. Foi oferecida formação aos participantes em projeto assistido por computador (CAAD), fabricação digital (CAM) e interação digital (Arduíno). Estes instrumentos são necessários para conceber, fabricar e operar uma estrutura responsiva.” (HENRIQUES, PASSARO, 2016)

Em relação ao workshop anterior este solidificou a ideia de utilizar diagramas, mas com uma diferença conceptual importante, considerando em vez de objetos, sistemas. Os sistemas obrigam a desenvolver um tipo de interação menos autocentrada e objetual, mas focando mais no comportamento de um conjunto de partes que interagem, com o ambiente, e com o observador. Pensamos sistemas materiais, em que um conjunto de partes pode ter um efeito inesperado, através de um controlo indireto. Desenvolvemos o **conceito de mecanismo**:

“A articulação entre as partes de um sistema é feita através de mecanismos. Holland define um mecanismo como um dispositivo que responde a ações (input ou entrada informação) processando esse input, produzindo ações como resultado (output ou saída de informação). Esta definição está relacionada com a definição de sistema proposta por Bertalanffy. Holland (1999) providencia uma descrição de mecanismos citando exemplos desde os gregos (alavancas simples), passando pelos árabes (relógios e mecanismos dentados) até aos processos computacionais (Jogo da vida Conway).” (HENRIQUES, PASSARO, 2016).

A pesquisa prévia definiu uma base conceptual e operativa recorrendo de arquitetura, teoria de sistemas, programação, robótica, interação, mecânica, fabricação digital, entre outras. Participou a equipe do LAMO/PROURB e alguns tutores convidados, para definir a base conceptual e operativa do workshop, nomeadamente estudos de vários tipos de mecanismos físicos e digitais. Pesquisa preliminar com autores deste texto: Elisa Vianna, Rebeca Estrada, Clarice Rohde, Carina Carmo, Vitor Sardenberg, Ernesto Bueno, Verônica Natividade, Lucas de Sordi, Daniel Lenz, Marlus Araújo e monitores do LAMO.

“Desde que começou a construir, o homem utilizou a tecnologia para criar um novo solo. Organizou o espaço, estabelecendo uma nova ordem, aparentemente em contraste com a desordem natural. Vitruvius incluiu as máquinas da guerra no seu tratado de arquitetura. No entanto há muito que a natureza é estudada como uma máquina. Com o desenvolvimento da teoria dos sistemas e cibernética

passou-se a considerar a interação dos sistemas naturais ou artificiais. O desafio do workshop foi definir superfícies mutáveis, constituídas por conjuntos de objetos que interagissem no espaço e no tempo com o homem. O material escolhido e a geometria influenciam a relação destas superfícies com o contexto, mas os seus mecanismos de software também. Estes mecanismos atribuem um novo vitalismo à matéria, estas máquinas ganham animismo.” (HENRIQUES, PASSARO, 2016)

Construindo Proto-Ecologias, construindo com robôs, 2016

“Avanços na inteligência artificial, fabricação robótica, carros driverless, drones, e outras formas de robótica móvel e incorporada estão prestes a coabitar nosso ambiente construído. À medida que estas tecnologias se tornam parte das ferramentas de projetos arquitetônicos, nossas típicas considerações estéticas sobre espaço, forma e superfície, se expandem para abarcar preocupações comportamentais. Cada vez mais ativo, responsivo e cinético, o material do ambiente construído vem ganhando vida e autonomia próprias”. O workshop “Construindo Proto-ecologias” introduziu uma abordagem comportamental em projeto, programação, eletrônica, redes, mecânica, materiais e métodos de fabricação. Os quatro dias de evento foram uma oportunidade para que arquitetos, designers, artistas e o público mais amplo explorem questões tais como a robótica irá mudar a maneira como construímos as nossas casas e cidades (Nóbrega, Lynn, Passaro, Henriques e Sabino, 2016).

Em busca da Forma, sistemas generativos, 2017

Este seminário / workshop pretendeu aprofundar o desenvolvimento teórico e prático de algoritmos em projeto. Explorou os avanços da matemática do final do séc. XX, nomeadamente da teoria da informação e teoria geral dos sistemas para procurar soluções de projeto. Embora estas técnicas já sejam aplicadas em engenharia, design ou urbanismo - dado o seu teor matemático e computacional – a sua aplicação na arquitetura é ainda escassa. Este evento procurou traduzir técnicas computacionais, como autômatos-celulares, L-systems, algoritmos genéticos e gramática da forma, para ferramentas generativas, de busca da forma. A ideia foi entender através da prática, como estas técnicas podem ser aplicadas para resolver problemas de projeto. A pesquisa foi suportada por um comitê científico internacional de referência, com um conjunto de pesquisadores com experiência nas referidas técnicas. Foi desenvolvida uma nova metodologia que foi testada através do workshop, avaliando as potencialidades e limitações de cada técnica, pensando em desenvolvimentos futuros. O LAMO definiu o contexto do workshop, convidando pesquisadores/tutores para cada técnica: Ernesto Bueno e Gonçalo Castro Henriques (L-systems), Victor Sardenberg (Autômatos celulares), Jarryer de Martino (Algoritmos Genéticos), Daniel Lenz (Gramática da Forma). Paralelamente tivemos pesquisa sobre realidade virtual e aumentada realizada pela Rebeca Estrada, Lucas de Sordi e Laura Lago.

Juntos procuramos definir o que é um sistema generativo, e aprofundar as técnicas. Esta pesquisa despertou interesse da comunidade científica, no Congresso SIGraDi +eCAADe no Porto (HENRIQUES, BUENO, LIMA e SARDENBERG, 2019). Os resultados permitiram testar e aprofundar a aplicação de ferramentas e processos, que são apropriados em projeto.

Workshop Superfícies Mutáveis, 2020

Workshop realizado na FAU-UFRJ, de 9 a 15 de fevereiro 2020. Evento LAMO coordenado por Gonçalo Henriques, Andres Passaro, Pedro Engel e Daniel Lenz. Teve como parceiras 4 universidades, de 4 países, Universidade Federal do Rio de Janeiro (Brasil), Universidad del Bío-Bío (Chile) Universidad Nacional del Litoral (Argentina) e Universidad de Costa Rica (Costa Rica). Contou com a participação dos Professores convidados Rodrigo Alvarado (Bio-Bio), Mauro Chiarella (FADU-UNL), Carolina Vargas (UCR), Juarez Franco (COPPE) e dos tutores externos Alexis Salinas, Paula Ochoa (Bio-Bio), Luciana Gronda, Martín Veizaga (FADU-UNL). Não tendo apoios externos, o evento foi viabilizado por uma parceria entre os pesquisadores com a entreaajuda dos participantes locais e externos numa versão mais curta, em escala intermédia, ficando o objetivo inicial de pavilhão 1: 1 para próxima ocasião. Aprofundou um intercâmbio entre vários países e parceiros da região ibero-americana (ALVARADO, HENRIQUES, CHIARELLA 2022). Teve assim, participantes de vários países, e universidades, com alunos de graduação, mestrado e professores da FAU-UFRJ (8 participantes), Engenharia COPPE-UFRJ (2 participantes), Belas Artes EBA-UFRJ (2 participantes), Universidad Bío-Bío (6 participantes), Universidad Costa Rica (6 participantes).

LAMO, disciplinas eletivas oferecidas (data de início):

- **Projeto de Habitação Emergencial DPA-UFRJ 2013, 2014 e 2015.** Sistemas construtivos para protótipos utilizando a tecnologia de fabricação digital. Pesquisa e construção de protótipos de refúgio emergencial desmontável e reutilizável, para catástrofe. Andres Passaro, eletiva 90 horas.
- **Modelagem Digital Arquitetura, MDA DARF-UFRJ 2015,2016,2017,2018, 2019 e 2021.** Introdução à modelagem digital em arquitetura e urbanismo. Processos digitais integrados de modelagem, simulação e fabricação. Geometrias complexas e introdução aos processos paramétricos e algorítmicos.
- **Arquiteturas (In)úteis, PROURB/UFRJ 2016, 2017 e 2019.** Intervenção temporária, geração e fabricação digital, parceria PROURB /UFRJ com FAUL Lisboa e Parque Tecnológico UFRJ. Disciplina mista de pós-graduação, graduação e extensão. Participantes de diversos cursos e universidades.

- **Computação para a Arquitetura em Python, DARF-UFRJ 2019, 2021 e 2022.**
Introdução ao pensamento computacional aplicado à arquitetura. Algoritmos e processos de tomada de decisão aplicados ao projeto de arquitetura e urbanismo. Programação visual e textual.
- **Processos Computacionais e Fabricação Digital em Projeto, PROURB 2021 e 2022.**
Ciclo palestras – as LAMO SESSIONS – com pesquisadores da comunidade nacional e internacional que desenvolvem trabalho de referência sobre processos computacionais (Processos algorítmicos e paramétricos) e a fabricação digital em projeto.
- **Computação para a Arquitetura em Python II, DARF-UFRJ 2022 e 2023 (previsão).** Aprofundamento do pensamento computacional aplicado à arquitetura. Desenvolvimento de projeto de arquitetura e urbanismo utilizando algoritmos. Metodologias e técnicas de pesquisa algorítmica, com exploração de algoritmos aplicados em projeto, na geração, simulação e/ou fabricação digital.

Trabalhos Finais de Graduação

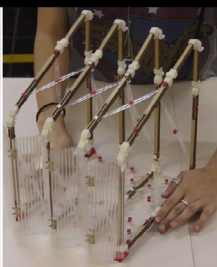
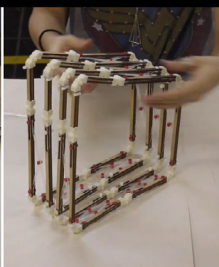
Destacamos entre diversas pesquisas: Clarice Rohde “Casa Revista / Wiki House”, 2015; Rebeca Duque Estrada “Flat Pack Studio, dispositivo portátil de trabalho” 2015; Maria Elisa Vianna “Pré-fabricação de componentes construtivos para construção de abrigos” 2016; David Mendonça, “Ferramenta Generativa para Wiki House” 2016, Giordana Pacini “Fab!t - Pavilhão itinerante de Ensino Maker” 2017; Isadora Tebaldi, “Superfícies de contato, processos de transmutação de terrenos residuais do BRT transcarioca” 2018. Estes trabalhos de TFG aqui citados foram desenvolvidos até 2018, sendo que entretanto foram desenvolvidos outros trabalhos interessantes, bem como como dissertações de mestrado e teses de doutoramento.

3.3. Construir

Desde a sua formação em 2013 o LAMO/PROURB promove a construção anual de pavilhões. Esta proposta surge da escassez de atividades construtivas para os estudantes da escola, e como oportunidade de pensar o projeto na escala real. Esta preocupação surge em 2012 na sequência da construção de um pavilhão com pallets descartáveis, para a **Conferência das Nações Unidas Para o Desenvolvimento Sustentável Rio+20**, sob a coordenação da Professora Flávia de Faria, e Diego Portas, na Oficina 3 Abrigos, realizada pela FAU-UFRJ antes da criação do LAMO/PROURB. O rigor do elemento utilizado apenas permitia estudar regras de encaixe, de acoplamento e crescimento. Sem uma consciência plena do que estávamos fazendo projetamos um pavilhão cujo produto foi resultado da procura.

Dentro desta preocupação ainda algo ingênua produzimos em série alguns workshops com ênfase construtiva como o Senta aí, e Acende aí, e outros em parcerias como Oficina Seres Rio e Espaços Extremos, assim como a criação de uma nova disciplina chamada Projeto de Refúgio Emergencial.

PROGRAMAR / CONSTRUIR, resumo ações LAMO



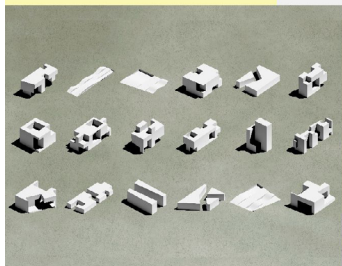
Rebeca Duque Estrada: Flat Pack Studio, dispositivo portátil de trabalho, 2015; Trabalho Conclusão Curso Arquitetura e Urbanismo- UFRJ; Orientador: Gonçalo Castro Henriques, Co-orientador Guto Nobrega

David Mendonça, Ferramenta Generativa para Wiki House, 2016; Trabalho Conclusão Curso Arquitetura e Urbanismo, UFRJ; Orientador: Andres Passaro, Co-orientador: Gonçalo Castro Henriques



Maria Elisa Vianna, Pré-fabricação de componentes construtivos para construção de abrigos, 2016; Trabalho Conclusão Curso Arquitetura e Urbanismo, UFRJ; Orientador: Gonçalo Castro Henriques, Co-orientador: Andres Passaro

Giordana Pacini, FabIt - Pavilhão itinerante de Ensino Maker, 2017; Trabalho Conclusão Curso Arquitetura e Urbanismo, UFRJ; Orientador: Gonçalo Castro Henriques; Orientador: Andres Passaro, Co-orientador: Gonçalo Castro Henriques



Isadora Tebaldi, Superfícies de contato, processos de transmutação de terrenos residuais do BRT transcarioca, 2018; Trabalho Conclusão Curso Arquitetura e Urbanismo, UFRJ; Orientador: Gonçalo Castro Henriques, Co-orientador: Andres Passaro

Em maio de 2013 chegam ao LAMO/PROURB a primeira impressora 3d Rapman da 3d System e a primeira máquina de corte a laser VLS6.60 da Universal Laser System situação que colocaram o laboratório em outro patamar de pesquisa onde o conceito de “**prototipagem**” de “**fabricação digital**” foram pontos de partida para uma nova abordagem. Finalmente uma parceria com Architectural Association de Londres realizada com Franklin Lee por ocasião do chamado “AA Visiting School: Infrastructure Padrão FIFA, nos levou ao entendimento das três as ações para manter um laboratório de ponta: *Capacitar, Programar e Construir*.

Dentro destes conceitos do LAMO/PROURB surge uma proposta de parceria do Laboratório de Educação do Olhar/PROARQ coordenado pela Professora Maria Angela Dias, em que foi construída a geometria de “**Torus**”, um pavilhão inflável, sob o nome de Formalismos Anacrônicos & Ficções Arquitetônicas, coordenado pelo Professor William O’Brien Jr, da Escola de Arquitetura e Planejamento do MIT. A experiência foi enriquecedora, mas o workshop somente abordava a questão construtiva e não o processo de projeto como um todo, situação que tentamos modificar nas parcerias seguintes. A carência construtiva da escola, a percepção de novos processos de projeto envolvendo possibilidades algorítmicas, somado à aquisição de equipamentos de fabricação digital nos leva a um entendimento, quase emergencial de absorção e incorporação de um novo discurso projetual. As limitações de um laboratório deste tipo são gigantescas, em função da aquisição de equipamentos de ponta, mas principalmente de know-how de desenho paramétrico e fabricação digital em estado inicial no Brasil.

Casa revista Wiki-House, UFRJ, 2015

Este foi um marco importante do LAMO foi a construção da Casa Revista (PASSARO, ROHDE. 2015 – 2016), que parte de uma pesquisa do LAMO/PROURB que se desdobra num trabalho final de graduação e culmina com um Summer-Camp em 2015 onde é tropicalizada e construída uma WikiHouse a partir da pesquisa de TFG da estudante Clarice Rohde. Por outro lado, olhando o uso de braços robóticos do ETH de Zurich a partir de 2006 ou do IAAC de Barcelona um pouco mais tarde, entendemos que a construção arquitetônica necessita atualizar a prática construtiva (PASSARO, RHODE. 2016).

“O projeto Casa Revista, desenvolvido no Laboratório, propõe uma atualização da produção independente de habitações, inserindo uma nova tecnologia de fabricação e explorando seus potenciais. Baseado no sistema de construção WikiHouse, desenvolvido em Londres e de fonte aberta, o estudo busca seu abasileiramento, sua aclimação e a solução de questões básicas que envolvem o morar. Com seu primeiro protótipo construído em escala real, a primeira WikiHouse da América Latina, o projeto chega à fase de estudos sobre sua aplicação prática para a solução da moradia rápida e barata, aperfeiçoando a técnica e sua adaptação a condições locais. Com o intuito de renovar o debate sobre a produção habitacional no Brasil, o projeto Casa Revista visa aplicar as novas tecnologias à produção de habitação de forma autônoma, baseada no empoderamento do construtor-morador que se torna hábil a construir sua própria casa através do uso intuitivo

de novas tecnologias que já se encontram consolidadas. O projeto da casa, de livre acesso, pode ser produzido em qualquer oficina de fabricação equipado com uma router CNC, e então montado tendo como guia um manual de montagem, tão simples quanto um jogo de montar”. (PASSARO, ROHDE. 2015)

A Casa Revista foi um marco, porque a partir desse momento a SIGraDi passa a reconhecer o LAMO/PROURB como um dos quatro laboratórios da América Latina a trabalhar o chamado IN-FORMING SPACES “tem quatro obras de laboratórios que exploram design e fabricação, por um lado, de pequena e grande escala de espacialidades experimentais e, por outro, de interfaces espaciais responsivo em referência ao usuário” (SPERLING, HERRERA, 2015 p 11-13). Com estas considerações o LAMO/PROURB é um laboratório pioneiro a produzir prototipagem responsiva na escala real.

Novamente em parceria com o LAMO/PROURB a Professora Maria Angela Dias, Coordenadora do Grupo de Pesquisa Educação do Olhar / PROARQ organizou, em setembro de 2015, a construção do projeto “**The Butterfly Gallery–Helicoidal Surfaces**”, sob a coordenação do Professor Andrés Martín Pastor da Universidade de Sevilha, Espanha. Este workshop teve como um dos requisitos prévios, a transferência de tecnologia, junto com um entendimento dos processos de projeto dos participantes, através de tutoriais de desenho paramétrico realizados pelo professor visitante.

Computorização	Computação
<i>Processo Design</i>	
Subjetivo, percepção	Redução racional
Informação qualitativa	Informação quantificável
Geometria representação	Geometria geração
<i>Ferramentas</i>	
Instrumental	Processual
Automação, repetição, mecanização	Processos generativos
Hierárquico, todo>parte	Emergente, parte>todo
<i>Resultado</i>	
Estilo individual, autor tangível	Autoria difusa, indeterminada
<i>Exploração ou invenção</i>	
Descobrir o existente	Criar o novo, artificial

Tabela 2. Resumo e interpretação da diferença entre computadorização e computação segundo Terzidis.

CONSTRUIR, resumo ações LAMO



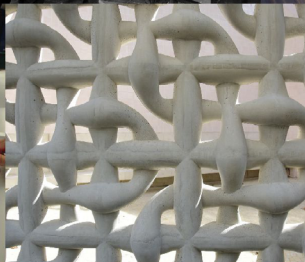
Oficina 3 abrigos, pavilhão com pallets descartados, Conferência Nações Unidas Para o Desenvolvimento Sustentável Rio +20, coordenação Flávia de Faria, Diego Portas e Andres Passaro 2012, antevendo a formação do LAMO em 2013.

Casa Revista / Wiki-House, trabalho final de graduação Clarice Rohde, orientação Andres Passaro e Marcos Silvano. Montagem Summer Camp Planejamento, fabricação e montagem, equipe LAMO, 2014.



Helicoidal Surfaces / Butterfly Galleries, superfície desdobrável, projeto Andres Pastor, organização Maria Angela Dias- Educação do Olhar, assessoria de fabricação e montagem LAMO 2015.

Telebiosfera, Tentáculos, estrutura biomórfica e telemática, pesquisa de Guto Nobrega, com Gonçalo Henriques, Andres Passaro e Carina Carmo, modelação algorítmica e paramétrica da estrutura e fabricação digital desenvolvida LAMO +NANO, 2016.



INSITU Fachada cobogó consulado Português do Rio, Parceria PUC-Rio, Arq. Pedro Campos Costa, Verônica Natividade com Gonçalo Castro Henriques / LAMO, Botafogo 2017. Workshop criação e manufatura de peças de concreto branco, depois contruído na escala 1:1.

Tentáculos: recriando criaturas híbridas, analógico-digitais 2016

Este pavilhão partiu de um convite do Professor Guto Nóbrega e a Professora Malú Fragoso do Núcleo de Arte e Novos Organismos, Laboratório vinculado ao programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da Escola de Belas Artes da UFRJ.

O projeto foi desenvolvido em parceria, sendo que o desenvolvimento da estrutura pelo LAMO abordou uma lógica organicista e anatômica no processo de desenho e de montagem.

“Durante o desenvolvimento das articulações funcionais foi utilizada uma lógica que remete para elementos genéricos existentes na natureza (Figura 2). Esta lógica utilizou designações como disco, vértebra, tendão e tentáculo. Este artigo pretende refletir sobre a metodologia utilizada, procurando tornar explícitas as analogias utilizadas. Estas analogias estão inseridas numa longa tradição iniciada por D’Arcy Thompson que compara aspetos funcionais entre várias espécies.” (HENRIQUES, PASSARO, NÓBREGA. 2017).

Este trabalho também nos permitiu transitar entre processos analógicos e digitais abordados por Kostas Terzidis (2003) que no seu livro *Algorithmic Architecture* diferencia os conceitos de Computorização e Computação, conforme tabela anexa. *“sintetiza as diferenças relativas aos processos e uso de ferramentas, aos resultados esperados e sobre a natureza da procura da forma: se a forma é uma descoberta ou uma invenção.”* (HENRIQUES, PASSARO, NÓBREGA. 2017). A estrutura tentáculos foi montada em diversos locais, como o Museu do Amanhã, numa parceria com Marcela Sabino Coordenadora do Laboratório do amanhã.

Tornado, Pavilhão Superfície Regrada, Parque Tecnológico da UFRJ 2016-2017

Foi uma instalação realizada no âmbito da disciplina Arquiteturas (in) uteis. Esta disciplina resultou de uma parceria com o Parque Tecnológico da UFRJ e o LABiT/PROURB, coordenado pela Professora Adriana Sansão, e a Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa. Nela exploramos geometrias originadas por superfícies regradas. A geometria do projeto construído tem origem na rotação de uma série de quadros, em duas direções alternadas. O **Tornado** se encaixa no conceito SIMPLEXITY com usado por Kolarevic (2016), apresentando uma forma complexa, que, contudo, é resultado da aplicação de regras de modelagem e de fabricação simples. O projeto foi realizado a partir de uma linha de 3m de comprimento, com operações simples de movimento e rotação em série que definem a forma original. Durante o processo de modelagem passamos de um processo que Oxman (2006) define como modelo formativo topológico para um modelo generativo baseado numa transformação gramatical simples. A fabricação foi realizada à semelhança da modelagem, ou seja, com uma sobreposição de quadros rotacionados. A única prerrogativa que nos permitimos para romper esta condição foi a execução do piso, o qual foi modelada com uma seção horizontal no plano XY para permitir o trânsito de pessoas. Neste caso, utilizamos 660 sarrafos de pinus de 4cm x 8cm x 3m.

O workshop foi executado em duas fases, a primeira como parte da disciplina com estudantes de graduação e pós-graduação, na disciplina **Arquiteturas (In) uteis**, e a segunda fase de prototipagem foi realizada no LAMO/PROURB e montagem no Parque Tecnológico da UFRJ. O pavilhão foi selecionado para o Homo Faber 2.0 (SCHEEREN, SPERLING, HERRERA, PACHECO, VASCONSELOS, 2018), e ganhou o terceiro lugar no prêmio internacional IASP 2019, atribuído pela Network of Science Parks and Innovation, com a Galeria Curto Circuito.

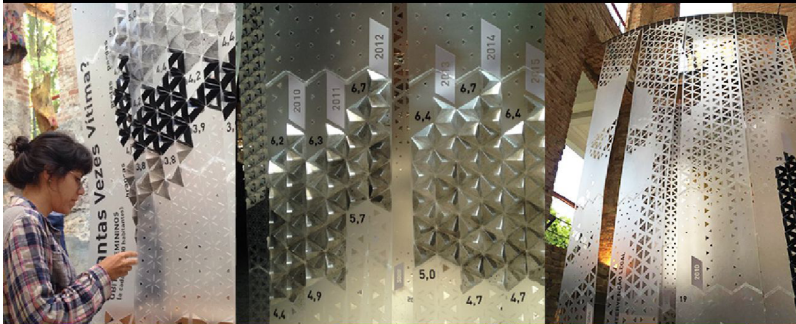
Wiki-House construção Pavilhão, IAU-USP 2018

A experiência do LAMO/PROURB em técnicas de fabricação nos permitiu oferecer um workshop designado por Wiki House no SIGraDi 2018 realizado em São Carlos, a convite de David Sperling e Simone Vizioli. Logo depois da Casa Revista, que abordou a construção desde um ponto de vista da fabricação digital, mas não do desenho paramétrico desenvolvemos uma pesquisa que procurava parametrizar a Wiki House, essa pesquisa teve desdobramentos em um trabalho final de graduação prototipado em escala 1/1. “Na plataforma on-line da WikiHouse estão disponíveis desenhos que permitem cortar as peças utilizando a tecnologia CNC e a fabricação digital. O nosso Laboratório LAMO/PROURB vem testando e desenvolvendo este sistema WikiHouse desde 2013, tendo executado o sistema na sua totalidade na escala 1:1 na sua versão 3.0 em 2015 com a construção da WikiHouse “Casa Revista”. Ao longo deste tempo fomos testando diferentes encaixes em modelos reduzidos.

Pavilhão “Tropical Gridshell Experience”, UFRJ 2018

O seminário e workshop “*Tropical Gridshell Experience*” foi um evento organizado no âmbito do Programa BRAGFROST – *Brazilian- German Frontiers of Science and Technology* – numa parceria entre os professores Gonçalo Castro Henriques (FAU-UFRJ / LAMO) e Tobias Wallisser (ABK Stuttgart / LAVA). O workshop decorreu no LAMO, entre 5 e 12 de março de 2018. Esse programa pretendeu repensar processos tradicionais de construção em cada um dos países, combinado com a utilização de design algorítmico e fabricação digital. Os participantes tiveram como desafio conceber um abrigo em bambu com base na tecnologia construtiva das gridshells. Cada grupo desenvolveu um projeto, sendo a melhor proposta construída por todos na escala 1:1, no átrio da FAU-UFRJ – o pavilhão Tropica Gridshell, de bambu, com a forma de parabolóide hiperbólico. Os participantes vieram de diversos estados do Brasil e da Argentina, numa mescla de alunos de graduação e pós-graduação e professores. O workshop contou com o apoio de Daniel Lenz (LAMO – PROURB) e com palestras de Tobias Wallisser, além do professor Felipe Tavares (UFBA) e da arquiteta Celina Llerena (Ebiobambu). Essa parceria teve como desdobramento o workshop “*OCA: Traditional Brazilian Construction Reinvented*”, realizado na universidade ABK-Stuttgart, entre 15 e 19 de outubro de 2019, em que os participantes reinventaram a tipologia da OCA com novos materiais, com um grupo misto de alunos do Brasil e da Alemanha.

CONSTRUIR, resumo ações LAMO



“Data Art” Instalação artística reflexiva, exposição Parque das Ruínas, Rio de Janeiro. Coordenação Pedro Engel com Marinah Raposo, Isadora Tebaldi, Elisa Vianna e Laís Kaori, Dezembro 2017

Pavilhão superfície regradada “Tornado”, resultado da disciplina conjunta de graduação e pós-graduação, LAMO + LABiT + Parque Tecnológico UFRJ, 2017.



LAMO Seminário / workshop «Tropical Gridshell Experience/ 5-9 Mar 2018. Organização: Gonçalo Castro Henriques e Tobias Wallisser, com Daniel Lenz, Felipe Tavares. UFRJ, ABK, PROURB, LAMO, LAVA. Apoio V. Humboldt.

LAMO Seminário/ workshop «OCA Traditional Brazilian Construction Reinvented», 15-9 Out 2018. Organização: Tobias Wallisser e Gonçalo Castro Henriques e, com Daniel Lenz, Sebastian Schott, e Arnold Walz. ABK, UFRJ, LAVA, LAMO, PROURB. Apoio V. Humboldt e DAAD.



Wiki-house: geração e construção digital-material, pavilhão no SIGraDi 2018 no IAU-USP, convite David Sperling Simone Vizioli. Coordenação Gonçalo Castro Henriques e Andres Passaro, Tutores David Mendonça, Giordana Pacini, Gabriele Landim e Dyego Domenico.

Pavilhão “OCA: *Traditional Brazilian Construction Reinvented*”, Stuttgart 2018

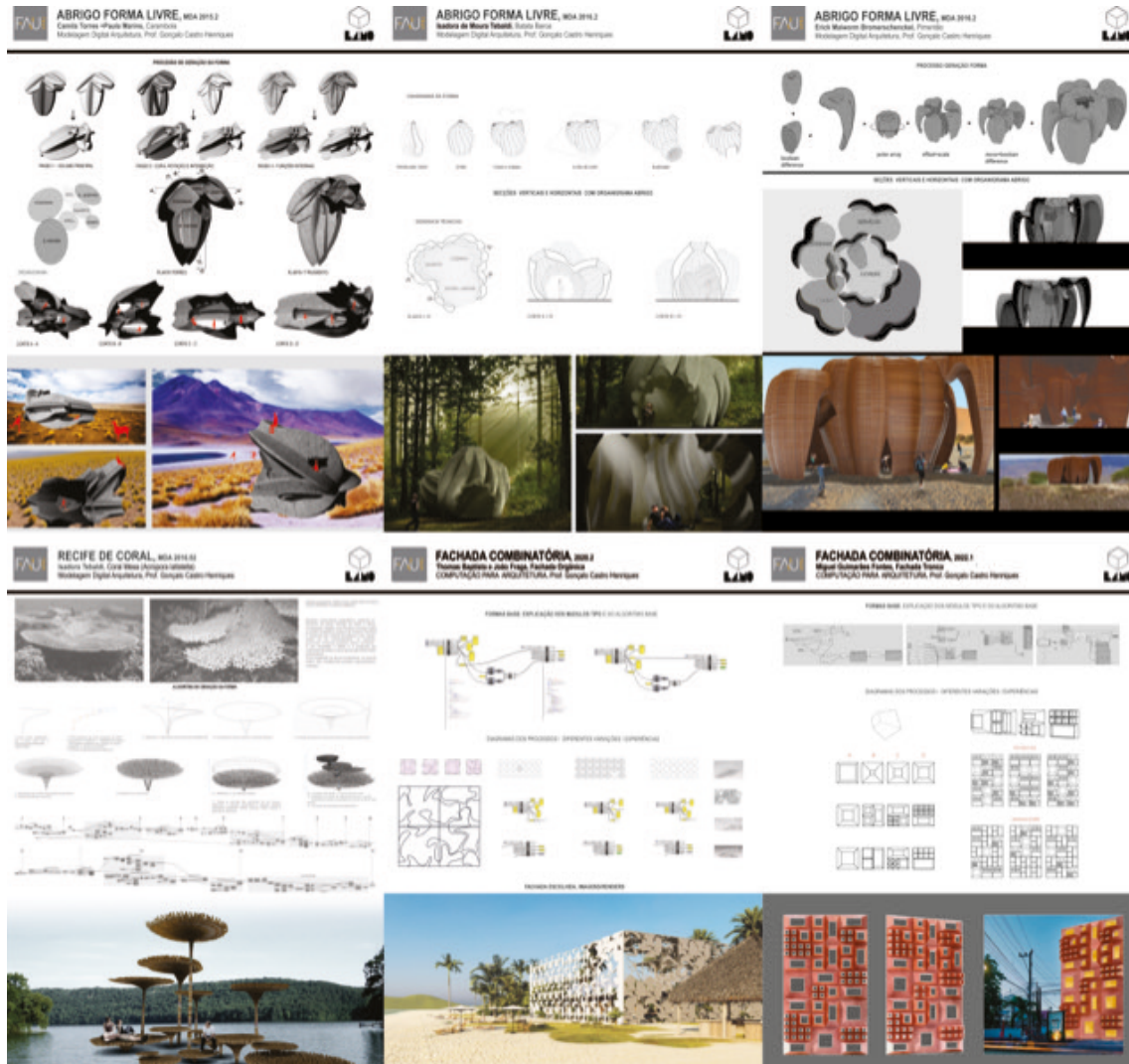
Neste workshop que foi um desdobramento do anterior o desafio foi reinventar a tipologia da oca indígena com novos materiais. Dando sequência à parceria com a Academia de Belas Artes de Stuttgart (ABK-Stuttgart), o workshop incluiu uma viagem de estudo à Alemanha com 10 membros do LAMO. Visitas de pesquisa a universidades bem estabelecidas no campo de Design Computacional e Fabricação Digital – ABK Stuttgart, ICD Stuttgart, UDK Berlin – e a empresas e laboratórios, como o LAVA – Laboratory for Visionary Architecture (Berlin e Stuttgart) permitiram entrar em contato com o estado da arte, tecnologias e pesquisadores da área. Além disso, o desenvolvimento do trabalho com um grupo misto de alunos do Brasil e da Alemanha proporcionou a aprendizagem sobre design integrado e colaborativo, promovendo sinergias e propiciando o desafio de lidar com diferentes critérios técnicos e culturais.

No workshop definiu-se como problema de projeto a consideração de uma tradição brasileira, a construção vernacular indígena, pensada através de condicionantes técnicas da Alemanha. Partiu-se do conceito da oca como abrigo e da utilização da técnica de flexão com tubos de seção redonda. O desenvolvimento do projeto considerou um material industrializado e acessível, testado para propósitos diferentes dos originais, uma vez que os tubos selecionados eram utilizados na rede elétrica.

Esses tubos de polímero com diferentes secções foram escolhidos devido à sua conexão e instalação fáceis. Essa foi a alternativa ao material pensado inicialmente, o bambu, que não existe na Alemanha e teria de ser importado de outro continente. Os estudantes brasileiros e alemães projetaram e montaram juntos uma nova oca, reinterpretada.

O pavilhão construído combinou aspectos das 5 propostas para uma nova oca. Definiu uma superfície que se divide num conjunto de pétalas, com um espaço central de reunião. Para construir esse abrigo, os tubos foram dobrados e entrelaçados, gerando uma grelha de dupla-curvatura. Faltou apenas adicionar uma cobertura com uma manta de polímeros, o que aumentaria a capacidade de proteção visual e física. Foi montado com sucesso no pátio da Universidade e hoje é utilizado pelos estudantes locais (Wallisser, Henriques et al., 2019). Esta foi uma oportunidade de intercâmbio cultural e uma experiência humana entre os participantes, que foi oficialmente encerrada com cerimônia tradicional alemã.

Esta parceria, que resultou na construção de dois pavilhões, é uma fusão entre as ações de *capacitar, construir e programar*. Desde o início procuramos promover a integração inclusiva da geração algorítmica com a fabricação digital. Embora, nestes artigos estas ações sejam descritas separadamente, a sua sequência não é linear, mas estas ações em conjunto são indissociáveis do algoritmo LAMO.



Trabalhos desenvolvidos em disciplinas ministradas pelo LA MO, FAU-UFRJ 2015-2022

4. Ações e resultados

Analizando a quantidade de cada ação, considerando o período antes da pandemia de 2020, podemos saber qual a sua influência no fluxo de conhecimento que pretendemos criar.

Capacitar: nesta linha de ação predomina a capacitação na Laser, CNC, braço robótico (21) os Workshops internos (18), a que se juntam palestras de pesquisadores convidados (23), e outras ações como visitas técnicas a laboratórios, empresas e universidades (18). Entre estas visitas estão: o laboratório PRONTO (SC-BR), Lab SC (IAU-USP-BR), FAB-LAB USP (SP-BR), LAGEAR (MG-BR), DFL (Digital Fabrication Lab FAUP - Porto), DCG (FAUTL, Portugal), ICD (Stuttgart), LAVA (Stuttgart e Berlin), Design-to-Production (Stuttgart), BIG-Rep/NOWlab (Berlin), ILEK (Instituto Frei Otto, Stuttgart), FABHAUS (Universidade PUC-chile) FAB-LAB (Núcleo empresas Chile), Lab Museu do Amanhã (LMA-Rio), Canteiro Experimental (PUC-RIO), FABULOSA, IED-RIO, INT, SENAI e FIRJAN (Rio) ou os grupos locais do NUMATS, LABiT, HUB, NANO, EDO, LAURD, etc.

Programar: como vimos programar é uma ação fundamental no laboratório, onde se destacam os seminários/workshops (8), com uma periodicidade anual. Este aprendizado vem sendo consolidado com as disciplinas eletivas (5) e os projetos (7) que advêm de parcerias visando também a construção

Construir: neste item vemos que das três ações a que tem maior preponderância, são as construções/instalações na escala real 1/1 (18, que incluem além dos pavilhões citados um conjunto de peças nesta escala), que para serem desenvolvidas requerem normalmente protótipos de desenvolvimento (46). Estas realizações devido ao maquinário e recursos limitados, foram na maioria feitas em parceria (15 parcerias). Esta preponderância de artefatos construídos sobrepõe-se aos resultados teóricos ou escritos, o que está associado com a vocação de pesquisa aplicada, que é simultaneamente uma característica e um objetivo do laboratório.

Produtos da ação em rede

Os trabalhos do laboratório resultam numa presença frequente em Congressos (12), esta presença mostra interesse nos trabalhos que desenvolvemos, sendo que para o laboratório é importante partilhar conhecimento e saber também o que os outros grupos produzem. Recebemos também inúmeros convites para palestras (15), os trabalhos são apresentados por alunos na Jornadas de Iniciação Científica SIAC (9), publicamos regularmente artigos em anais e periódicos (21), livros (2) e capítulos de livros (4). Nos resultados também se deveria incluir as construções na escala real, mas estas foram identificadas no item construir – e num certo sentido, são tanto um meio, como um fim em si mesmo. Outros resultados da pesquisa com a graduação tem sido

os trabalhos finais de graduação de estudantes (TFG **12**) -relacionados com a pesquisa do laboratório, entre estes trabalhos, estão os TFG de Clarice Rohde, Rebeca Estrada, David Mendonça, Filipe Madeira, Giordana Pacini, Camila Bueno, Elisa Vianna, Isadora Tebaldi, pesquisas em novos temas. A pesquisa realizada criou massa crítica que se pretende passar para o próximo nível de (pós)graduação, tendo o laboratório começado a orientar pesquisa de pós (**2** dissertações de mestrado, **1** doutorado em andamento). As exposições (**7**) e produção multimídia (**10** vídeos), junto como os prêmios (**10**) e a divulgação da nossa página de mídia social, com **2.827** seguidores. Este número demonstra a importância da comunicação e da partilha, importantes para fortalecer a comunidade em rede.

5. Perspetivas futuras

Fomos a primeira Universidade Pública de Arquitetura do Brasil a receber um braço Robótico de dimensão industrial em Junho 2021 (Passaro, Henriques, Alvarado, Bohme 2022).

O **algoritmo AMO**, é uma definição viva, em permanente transmutação, que procura estabelecer uma dialética entre tecnologia e projeto. Nesse sentido o laboratório demarca-se de espaços Makers e FabLabs que não têm uma estratégia de projeto. A nossa estratégia usa as ações CAPACITAR, PROGRAMAR, CONSTRUIR para criar uma rede e o fluxo de conhecimento vinculado com o projeto. É o sentido comunitário de desenvolvimentos no contexto do *Sul Global* de uma revolução tecnológica, mas também cultural e humana.

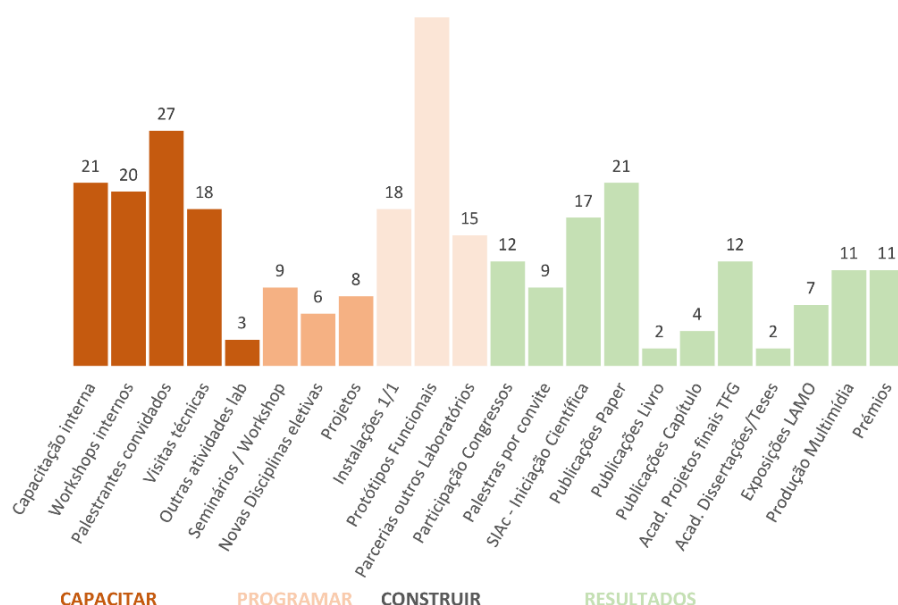


Fig. 6 . Ações em rede LAMO e produtos/resultados (2013-2020)

