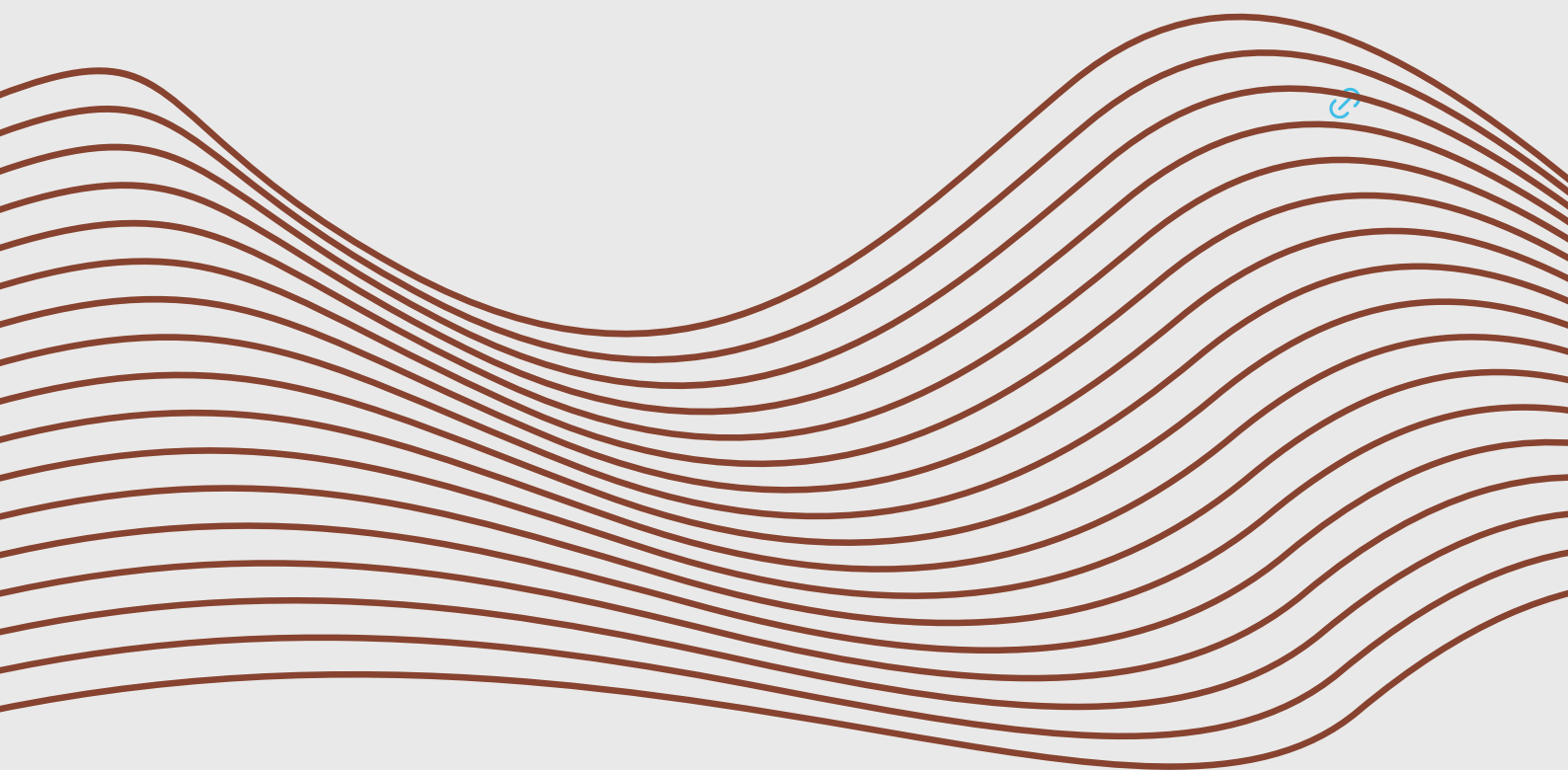




2025-1-PL01-KA210 VET000355378

Guia de Boas Práticas



Cofinanciado pela
União Europeia

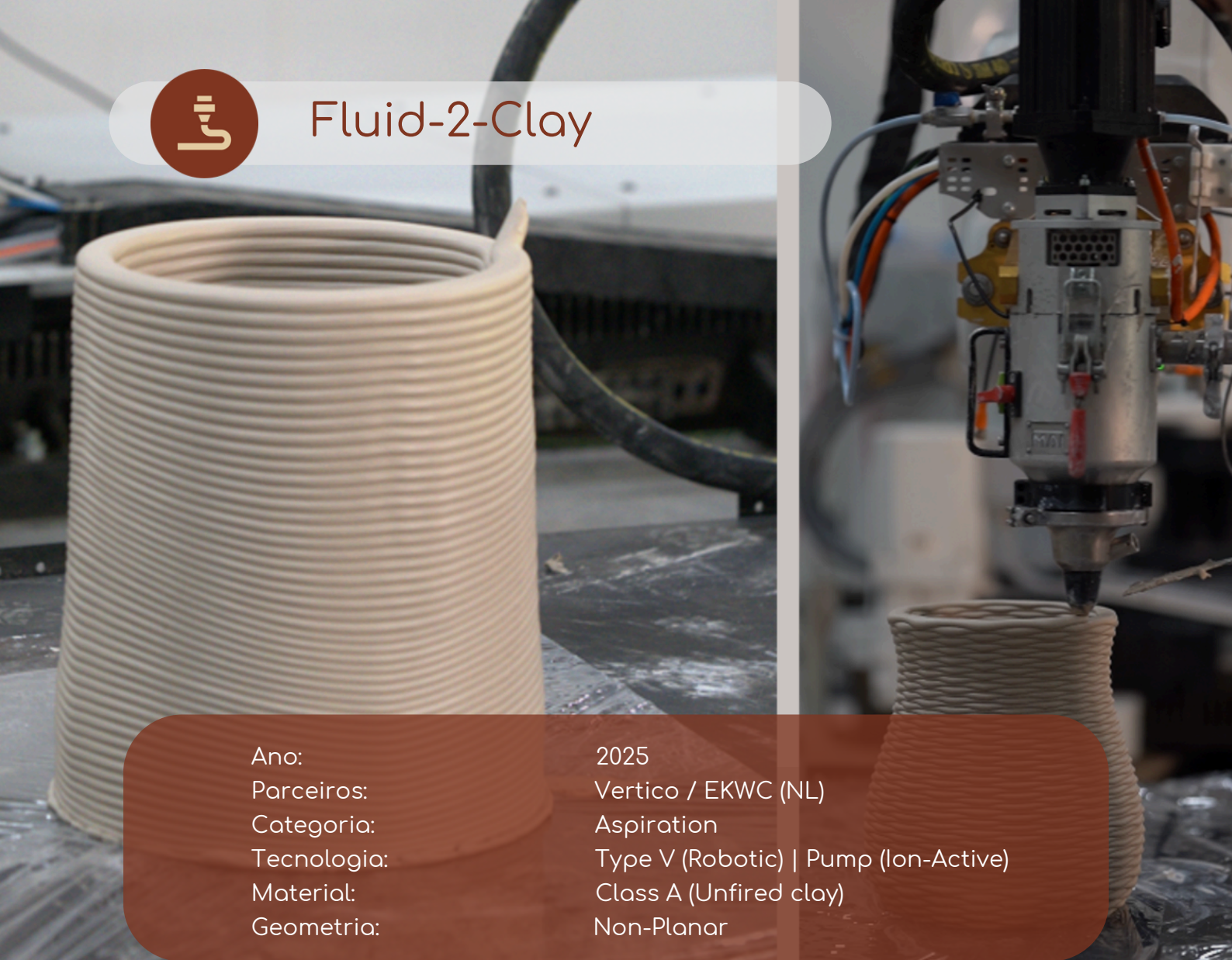


Table of Contents

Fluid-2-Clay	01
ESA Mars Habitat	03
InnovA58 Acoustic Barrier	05
Hope Village Center	07
Lib Earth House Model B	09
To Grow a Building	11
Intrusion Earth AM	13
Living Soil Wall	15
TOVA	17
Skylos	19
Urban Reef Bio-Composites	21
TECLA	23
Muddy Robots	25
Casa Covida	27
Terramia	29
Wall with Staircase	31
Hearth (Mud Frontiers)	33
Clay Rotunda	35
B. Impact Printed Earth	37



Fluid-2-Clay

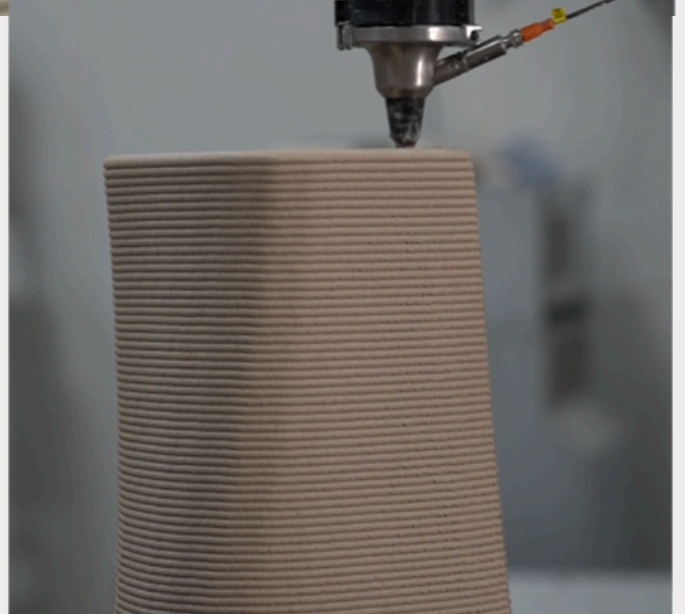
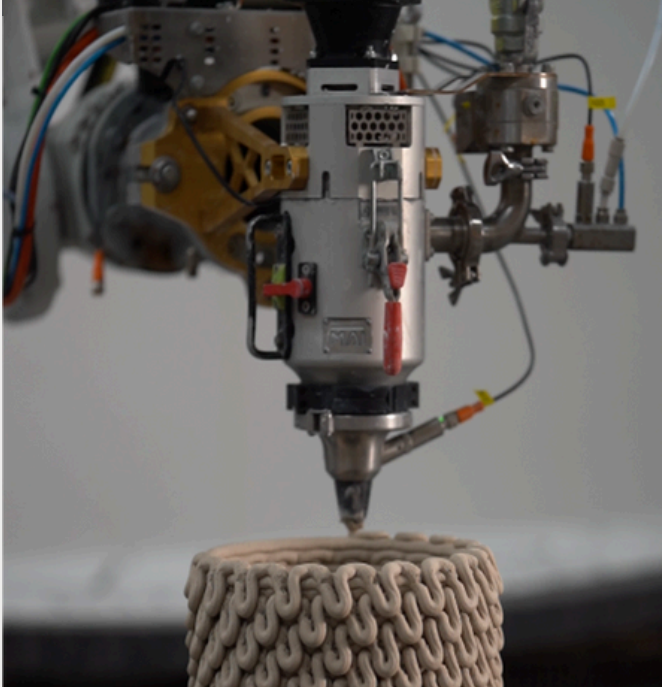


Ano:	2025
Parceiros:	Vertico / EKWC (NL)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type V (Robotic) Pump (Ion-Active)
Material:	Class A (Unfired clay)
Geometria:	Non-Planar

TO projeto Fluid-2-Clay, desenvolvido em colaboração entre a Vertico, especialista em impressão 3D em betão, e o EKWC (European Ceramic Workcentre), representa um avanço significativo na ciência dos materiais aplicados à construção em terra. Enquanto a impressão convencional em terra recorre a forças mecânicas elevadas para extrudir pastas viscosas, este projeto introduz uma abordagem química inovadora: a deposição de argila ativada por iões (Ion Activated Clay Deposition).

Utilizando um sistema robótico articulado de 6 eixos (Type V), o processo baseia-se num sistema de alimentação especializado de dois componentes (2K). Em vez de uma pasta rígida, a máquina bombeia continuamente uma suspensão líquida de argila. A principal inovação reside no bico de extrusão, no qual a suspensão é misturada in situ com eletrólitos. Esta interação explora a teoria da Camada Dupla Elétrica (EDL), desencadeando uma reação tixotrópica rápida que transforma o fluido bombeável num gel estruturalmente estável no momento exato da deposição.

De forma crucial, esta investigação centra-se no processo de impressão 3D em si, e não na cozedura do material. Ao dominar essa mudança de fase por meio de processos químicos, em vez de térmicos, o projeto atende aos critérios da Classe A (Raw). O sistema permite obter a resistência necessária para geometrias complexas e não planas, mantendo, simultaneamente, a reversibilidade do material. Embora o processo de impressão seja totalmente circular (argila não cozida), aplicações no exterior, em contexto real, necessitam de soluções adicionais de proteção climática ou de estabilização superficial para garantir a durabilidade da estrutura.





ESA Mars Habitat

Ano:	2024
Parceiros:	Vertico / TU Delft (NL)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type V (Robotic) Pump + Screw
Material:	Class B (Regolith)
Geometria:	3D (Voronoid)

O projeto ESA Mars Habitat, desenvolvido em colaboração com a Vertico, a TU Delft e a Agência Espacial Europeia, investiga a impressão 3D com solo marciano, em bruto, como estratégia construtiva para ambientes extraterrestres. O objetivo central consiste em reduzir drasticamente a necessidade de transportar materiais da Terra, maximizando a utilização de recursos in situ (In-Situ Resource Utilisation – ISRU), através da impressão direta com o solo disponível em Marte.

O sistema experimental recorreu a um robô articulado de 6 eixos (Type V), acoplado a um sistema de bombagem contínua. A investigação procurou determinar em que medida a mistura base da Vertico — um material normalmente utilizado na impressão 3D em betão — poderia ser substituída por solo marciano, sem comprometer a aptidão para a impressão 3D. Os resultados demonstraram uma taxa de substituição notável de 70%, atribuída principalmente às características granulométricas do solo marciano, que apresenta partículas extremamente finas e elevada área superficial específica (SSA). Estas propriedades promovem uma mistura coesa e aderente, desde que o teor de água seja ajustado cuidadosamente.

Com a definição precisa da dosagem de água, a equipa conseguiu atingir esta taxa de substituição utilizando o solo simulador MGS-1, mantendo o teor de ligante hidráulico abaixo do limite de 8%. Esta condição permite classificar o material como Classe B (Stabilised). Para além do contexto marciano, o projeto oferece uma aprendizagem fundamental para a construção em Terra: demonstra que a distribuição granulométrica é um fator determinante para o desempenho da impressão e que solos locais podem alcançar integridade estrutural com níveis mínimos de estabilização química.



ESA Mars Habitat





InnovA58 Acoustic Barrier

Ano:	2025
Parceiros:	Terrestrial (Netherlands)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type V (Robotic) Jetting (Shot-Earth)
Material:	Class B (Stabilised)
Geometria:	3D (Wall)

O projeto InnovA58 Acoustic Barrier resulta de uma colaboração entre a Terrestrial (desenvolvimento de processo), a Vertico (robótica) e a Summum Engineering (engenharia estrutural), por encomenda da ProRail, com o objetivo de promover infraestruturas mais sustentáveis. O projeto representa uma mudança significativa em relação à pré-fabricação estática, introduzindo a fabricação autónoma in situ por meio de um robô móvel personalizado, desenvolvido pela Vertico, capaz de imprimir continuamente a estrutura à medida que se desloca ao longo da infraestrutura rodoviária.

O processo construtivo utiliza o Shot-Earth 3D Printing (SE3DP), um método de deposição de alta velocidade, distinto da extrusão convencional. Em vez de depositar uma pasta viscosa, o sistema projeta pneumáticamente uma mistura de terra, gravilha e fibras naturais (cânhamo ou miscanthus). A energia cinética gerada durante a projeção assegura uma compactação imediata e uma densidade elevada, permitindo alcançar a integridade estrutural sem recurso a cofragens ou ligantes cimentícios.

A Summum Engineering otimizou o desenho estrutural através de uma geometria dupla-curva do tipo crinkle-crinkle. Esta forma sinusoidal foi concebida para trabalhar exclusivamente à compressão, permitindo que a parede resista a cargas extremas de vento e de vibração ferroviária sem necessidade de armaduras metálicas. Ao combinar a adaptação granulométrica de solos locais com este sistema cinemático móvel, o projeto valida a escalabilidade da construção em terra, alcançando uma redução estimada de 90% nas emissões de CO₂ em comparação com barreiras acústicas convencionais em betão.



InnovA58 Acoustic Barrier





Hope Village Center

Ano:	2025
Parceiros:	Hassell / IAAC (Tanzania)
Categoryia :	Applicability
Tecnologia:	Type IV (SCARA) Pump + Screw
Material:	Class A (Local Earth)
Geometria:	3D (Hub)

O Hope Village Community Building é um projeto desenvolvido pela Hassell, em colaboração com a organização humanitária One Heart, e integrado num plano diretor mais amplo concebido pela ClarkeHopkinsClarke. O projeto tem como objetivo apoiar comunidades vulneráveis na Tanzânia, fornecendo infraestruturas destinadas à habitação, à educação, aos cuidados infantis e à formação profissional, com vista à redução da pobreza e à promoção da autonomia local.

O edifício distingue-se pelas suas paredes semipermeáveis, impressas em 3D a partir de argila local, combinadas com uma cobertura metálica ondulada projetada pela Eckersley O'Callaghan. As paredes foram produzidas utilizando um sistema de impressão 3D WASP Crane, recorrendo a argila extraída num raio inferior a 40 quilómetros do local de construção. A impressão 3D foi selecionada para viabilizar uma geometria complexa que permite a entrada controlada de luz solar e ventilação natural, contribuindo para a regulação climática passiva do edifício.

A seleção dos materiais baseou-se numa abordagem holística à sustentabilidade, considerando impactos ambientais e sociais ao longo de todo o ciclo de vida da construção. A utilização de argila local de baixo impacto, aliada ao planeamento do fim de vida do edifício, garante que o material permaneça 100% reciclável. O resultado é uma construção altamente sustentável, enraizada no contexto local, que responde às necessidades da comunidade e amplia os limites da impressão 3D em terra à escala arquitetónica global.



Hope Village Center





Lib Earth House Model B

Ano:	2025
Parceiros:	Lib Work / WASP (Japan)
Categoryia :	Applicability
Tecnologia:	Type IV (SCARA) Pump + Screw
Material:	Class B (Earth + Lime)
Geometria:	2.5D (Planar)

O Lib Earth House Model B é uma experiência construtiva desenvolvida pela Lib Work que combina impressão 3D de grande escala com uma estrutura tradicional em madeira, resultando numa habitação baseada em terra. O processo inicia-se com uma fundação convencional, sobre a qual é instalado um sistema de impressão 3D do tipo pórtico, responsável pela produção das paredes exteriores, camada a camada. A trajetória programada da impressora permite executar tanto paredes retas como formas curvas, mantendo uma espessura constante e controlada.

Após a conclusão da impressão, o equipamento é removido e é construída uma estrutura portante em madeira no interior do invólucro impresso. Esta abordagem híbrida é determinante: a estrutura de madeira absorve as principais cargas estruturais, enquanto as paredes impressas em terra funcionam como envolvente arquitetónica e elemento formal. O material de impressão é composto por uma mistura de solo, cal e fibras vegetais, sem o uso de cimento Portland, o que permite uma redução significativa do carbono incorporado em comparação com os sistemas convencionais de betão armado.

A Lib Work apresenta este projeto como uma resposta direta à escassez de mão de obra no setor da construção, bem como como uma estratégia para acelerar e padronizar a produção habitacional in situ. O Lib Earth House Model B demonstra, assim, o potencial da impressão 3D em terra estabilizada como solução construtiva eficiente, replicável e alinhada aos princípios de sustentabilidade ambiental.



Lib Earth House Model B





To Grow a Building

Ano:	2025
Parceiros:	MIT / WASP (Italy)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type IV (SCARA) Pump + Screw
Material:	Class A (Living Soil)
Geometria:	Non-Planar

O projeto To Grow a Building, desenvolvido pela WASP em colaboração com a arquiteta Nof Nathasohn, explora um novo limiar entre a precisão mecânica da fabricação digital e a imprevisibilidade dos processos naturais. Criado no âmbito do WASP Residency Programme para a Bienal de Veneza, o projeto investiga o conceito de arquitetura viva, em que o edifício evolui ao longo do tempo.

A investigação combina um material inovador, impresso em 3D e composto exclusivamente por solo local de Massa Lombarda, com a incorporação de sementes selecionadas de 14 espécies vegetais distintas. Em vez de uma construção inerte, o sistema permite que, com o tempo, as sementes germinem e que raízes e rebentos se desenvolvam no interior da estrutura, formando um sistema natural de reforço que consolida o material impresso.

O desenho arquitetónico baseia-se em dados botânicos, assegurando que cada elemento construtivo oferece as condições específicas de humidade e de luz necessárias ao desenvolvimento das plantas. À medida que o crescimento ocorre, a estrutura transforma-se num ecossistema vivo, capaz de atrair insetos ao fornecer abrigo e alimento, promovendo a biodiversidade. Ao colaborar com os processos naturais, em vez de controlá-los, o projeto assume o tempo como um componente ativo do desenho arquitetónico, permitindo que a construção se adapte e evolua em sintonia com as estações.



To Grow a Building





Intrusion Earth AM

Ano:	2024
Parceiros:	TU Munich (Germany)
Categoria:	Accessibility
Tecnologia:	Type V (Robotic) Batch (Intrusion)
Material:	Class A (Earth Paste)
Geometria:	3D (Volumetric)

O projeto Intrusion Earth AM (IEAM), desenvolvido no âmbito do enquadramento de investigação A10 da TU Munich, estabelece uma lógica de fabrico distinta no contexto da manufatura aditiva em terra. Ao investigar as interações entre material e processo, introduz-se uma estratégia baseada num leito de partículas, que se diferencia dos métodos convencionais de deposição contínua e combina-a com técnicas de extrusão.

O sistema utiliza um braço robótico articulado de 6 eixos (Type V), responsável pela extrusão de um material Classe A (pasta de terra) composto por argila, areia e fibras de palha. O processo construtivo segue um ciclo repetitivo de cinco etapas: inicialmente, a pasta de terra é depositada por impressão; em seguida, procede-se à deposição de agregados provenientes de tijolo reciclado; posteriormente, ocorre uma fase de compactação, na qual a pressão mecânica impulsiona a intrusão da pasta nos vazios dos agregados. Após o nivelamento da superfície, o ciclo se repete.

O aspeto central desta estratégia de intrusão mecânica consiste na dissociação entre a capacidade de bombagem e a capacidade de ser autoportante. Ao depender da compactação, em vez do escoamento do material, o processo permite reduzir significativamente a quantidade de água de mistura, diminuindo retrações e tempos de secagem, ao mesmo tempo em que aumenta a resistência inicial (green strength). Validado por meio de demonstradores à escala 1:4, o projeto comprova que o controlo preciso das interdependências entre a reologia da pasta e a distribuição granulométrica dos agregados permite alcançar uma elevada fidelidade estrutural sem recurso à estabilização química.



Intrusion Earth AM

1:20 Model

(a)



(b)



(c)



1:4 Prototype





Living Soil Wall

Ano:	2022
Parceiros:	Univ. Virginia (USA)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type V (Robotic) Pump (Paste)
Material:	Class A (Soil + Seeds)
Geometria:	3D (Vessel)

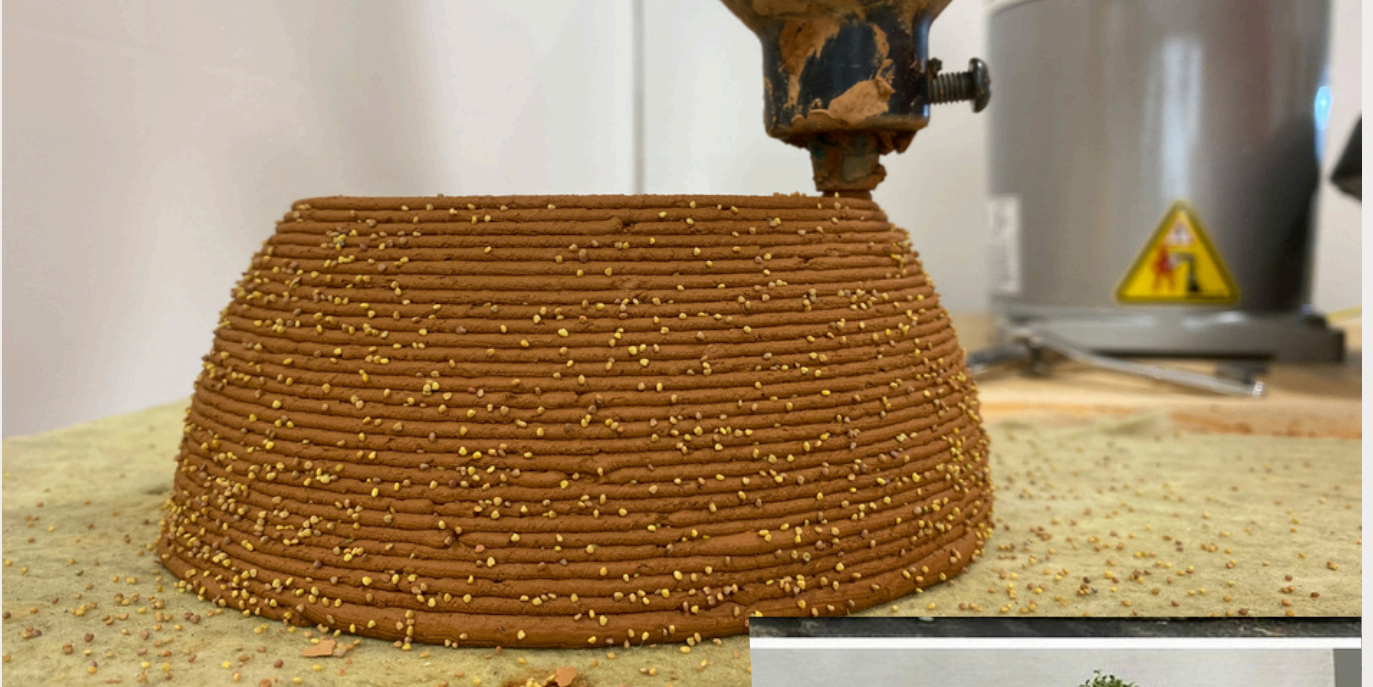
O projeto Living Soil Wall, desenvolvido por investigadores da University of Virginia (UVA), explora uma abordagem inovadora de impressão 3D em terra, na qual as estruturas construídas funcionam simultaneamente como sistemas vivos de plantação. Em vez de adicionar vegetação numa fase posterior — por meio de floreiras ou coberturas verdes — o projeto propõe construir diretamente com o território, imprimindo formas no solo que suportam o crescimento vegetal desde a sua génese.

O processo consiste na criação de uma “tinta de solo” imprimível, obtida pela mistura de solo local com água, posteriormente extrudida camada a camada por meio de um bico de deposição, de forma semelhante à impressão 3D em betão, mas utilizando a terra como material principal. Do ponto de vista educativo, esta abordagem apresenta vantagens significativas: trata-se de um processo potencialmente de baixo consumo energético e circular, uma vez que a impressora necessita essencialmente de energia para o movimento e a bombagem, e os ensaios mal-sucedidos podem ser desagregados, reidratados e impressos novamente.

Para ativar biologicamente as estruturas, a equipa testou duas estratégias distintas: a impressão de solo e sementes em camadas separadas e a incorporação direta das sementes na mistura antes da impressão. Ambas as abordagens resultaram em protótipos com germinação efetiva. Um dos principais desafios técnicos identificados prende-se com a gestão da água: o processo de extrusão compacta o solo e reduz os vazios de ar, acelerando a secagem e limitando as espécies viáveis a plantas com maior tolerância à seca.



Living Soil Wall





TOVA

Ano:	2022
Parceiros:	IAAC (Spain)
Categoria:	Applicability
Tecnologia:	Type IV (SCARA) Pump + Screw
Material:	Class A (Earth + Aloe)
Geometria:	3D (House)

O projeto TOVA resulta de uma colaboração entre o Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC), a WASP e a UN-Habitat, e investiga a manufatura aditiva em grande escala com terra crua como sistema construtivo reversível. Sendo o primeiro edifício impresso em 3D em Espanha, o projeto tem como objetivo alcançar uma pegada de carbono quase nula e gerar zero desperdício ao longo do seu ciclo de vida.

A construção foi realizada com um sistema do tipo Type IV: Polar System (Crane WASP), que permite grandes áreas de trabalho e deposição contínua, mantendo um controlo rigoroso da geometria do percurso de impressão. Do ponto de vista material, o TOVA enquadra-se nos critérios da Classe A (Raw/Reversible), recorrendo a solo escavado localmente, processado e calibrado no próprio local com estabilizadores naturais, incluindo celulose e aloé. Dado que o edifício está exposto à chuva, foi aplicada uma cobertura em madeira e um revestimento natural à base de claras de ovo, garantindo proteção contra a erosão.

A geometria arquitetónica foi deliberadamente concebida com superfícies curvas, espessamentos de parede e cavidades internas, de modo a alcançar estabilidade estrutural pela forma, e não por meio de armaduras. Deste modo, o projeto demonstra um ciclo construtivo sem resíduos: no final de sua vida útil, a estrutura pode ser triturada, reidratada e devolvida ao solo. O TOVA posiciona, assim, a construção aditiva em terra como uma alternativa circular viável aos sistemas construtivos convencionais.



TOVA



www.earth3d.eu



Skylos

Ano:	2022
Parceiros:	Emerging Objects (USA)
Categoria:	Aplicability
Tecnologia:	Type IV (SCARA) Pump + Screw
Material:	Class A (Adobe)
Geometria:	3D (Shell)

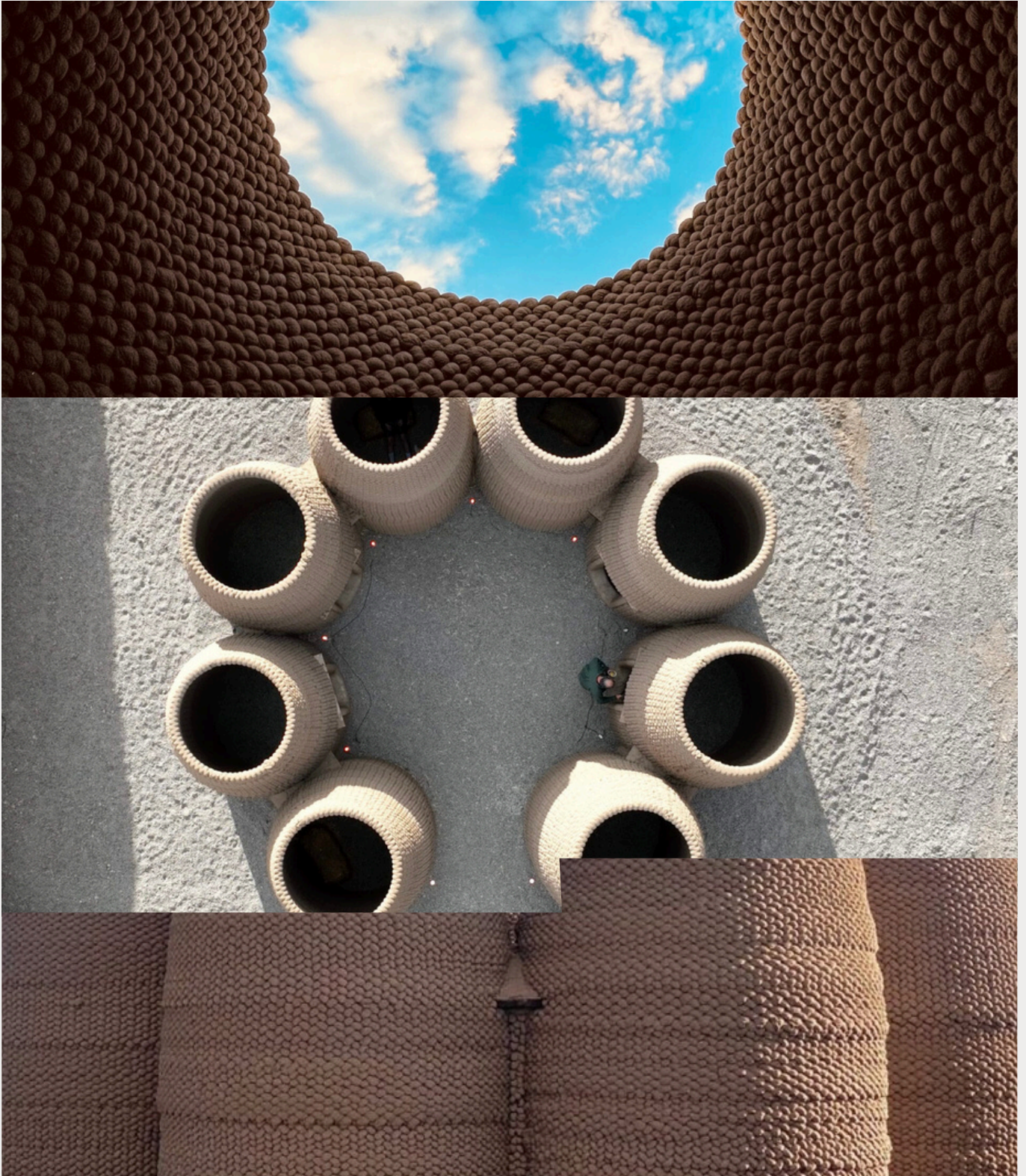
O projeto Skylos, desenvolvido pela Emerging Objects em colaboração com o Frontier Drive-Inn, explora a manufatura aditiva como estratégia para a criação de abrigos sustentáveis de carácter vernacular. Afastando-se da dependência de infraestruturas industriais pesadas, o projeto privilegia a mobilidade e a rápida implementação, permitindo a fabricação in situ em contextos remotos.

A investigação recorre a um sistema robótico leve do tipo Type IV (SCARA), equipado com um mecanismo de bombagem e um parafuso de extrusão. Esta configuração cinemática foi concebida para extrudir uma mistura tradicional de Classe A (Adobe). Ao utilizar lama, silte e palha de origem local, sem estabilizadores cimentícios, o projeto assegura um ciclo construtivo totalmente reversível e de baixo carbono. O processo de extrusão baseia-se nas propriedades tixotrópicas da terra húmida, que permitem a retenção imediata da forma após a deposição, eliminando a necessidade de aceleradores químicos.

Do ponto de vista estrutural, o Skylos caracteriza-se por uma geometria tridimensional do tipo casca (Shell). O desenho incorpora corrugações sinusoidais e texturas superficiais, o que aumenta a estabilidade global da estrutura. Este reforço geométrico compensa a reduzida resistência à tração do material, viabilizando a construção vertical de cascas delgadas. Ao articular conhecimento material ancestral à robótica acessível, o projeto demonstra o potencial da terra crua para responder às necessidades habitacionais contemporâneas por meio de processos construtivos automatizados e resilientes.



Skylos



www.earth3d.eu



Urban Reef Bio-Composites

Ano:	2022
Parceiros:	Urban Reef (Netherlands)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type III (Delta) Continuous (Screw)
Material:	Class A (Raw / Bio)
Geometria:	3D (Complex)

O projeto Urban Reef Bio-Composites é uma iniciativa de investigação orientada a repensar a forma como as cidades podem evoluir para ambientes bioinclusivos, capazes de acolher múltiplas formas de vida. Em resposta à perda de biodiversidade associada a contextos urbanos densos, o projeto questiona modelos de desenho urbano centrados exclusivamente no ser humano e propõe estruturas vivas, adaptativas e ecologicamente integradas.

A investigação recorre à impressão 3D em grande escala por LDM (Large-Scale Deposition Modelling), utilizando um sistema Delta WASP 40100 Clay. Através deste processo são fabricados “recifes” — micro-habitats gerados algoritmicamente — caracterizados por geometrias altamente complexas e porosas. Estas formas são concebidas para reter água, regular a humidade e criar microclimas diferenciados, atuando como microrefúgios urbanos que favorecem o desenvolvimento de plantas, fungos e microrganismos.

A composição material enquadra-se estritamente nos critérios da Classe A (Raw/Bio), integrando compósitos de argila, micélio, sementes e matéria orgânica reciclada. A ausência de ligantes cimentícios assegura a compatibilidade química com o crescimento biológico e preserva a reversibilidade do material. Ao articular a fabricação digital à investigação em materiais ecológicos, o Urban Reef propõe um modelo escalável para cidades resilientes às alterações climáticas, demonstrando como a manufatura aditiva pode ultrapassar a função de abrigo estático e contribuir para infraestruturas urbanas regenerativas que beneficiam todos os organismos vivos.



Urban Reef Bio-Composites





TECLA

Ano:	2021
Parceiros:	WASP / MCA (Italy)
Categoria:	Applicability
Technologia:	Type III (Delta) Pump + Screw
Material:	Class B (Earth + Lime)
Geometria:	3D (Dome)

O projeto TECLA é uma investigação experimental em habitação que demonstra como a fabricação digital e os materiais naturais podem transformar os processos construtivos contemporâneos. Desenvolvido pela WASP e concebido pelo estúdio Mario Cucinella Architects (MCA), o projeto responde à necessidade global de soluções habitacionais acessíveis e de baixo impacto ambiental por meio de um modelo construtivo circular.

Construído em Massa Lombarda, Itália, o TECLA é o primeiro habitat totalmente impresso em 3D, utilizando múltiplas impressoras colaborativas em simultâneo, por meio do sistema Crane WASP. O objetivo central do projeto foi transformar a terra crua num sistema arquitetónico de elevado desempenho. A solução formal baseia-se numa geometria de dupla cúpula, que integra estrutura, cobertura e envolvente num único elemento contínuo. Esta abordagem morfológica otimiza a estabilidade estrutural, ao mesmo tempo em que assegura isolamento térmico e ventilação natural.

A estratégia material recorre à Classe B (Earth+Lime), combinando solo local com uma pequena percentagem de cal hidráulica, suficiente para garantir durabilidade face à exposição climática, sem comprometer a redução da pegada de carbono. O projeto TECLA constitui um marco relevante na construção digital in situ, demonstrando que sistemas modulares com múltiplas impressoras podem viabilizar a produção de estruturas em grande escala a partir de materiais locais, reutilizáveis e recicláveis. Trata-se de um modelo replicável de habitação sustentável, adaptável a diferentes contextos climáticos e sociais.



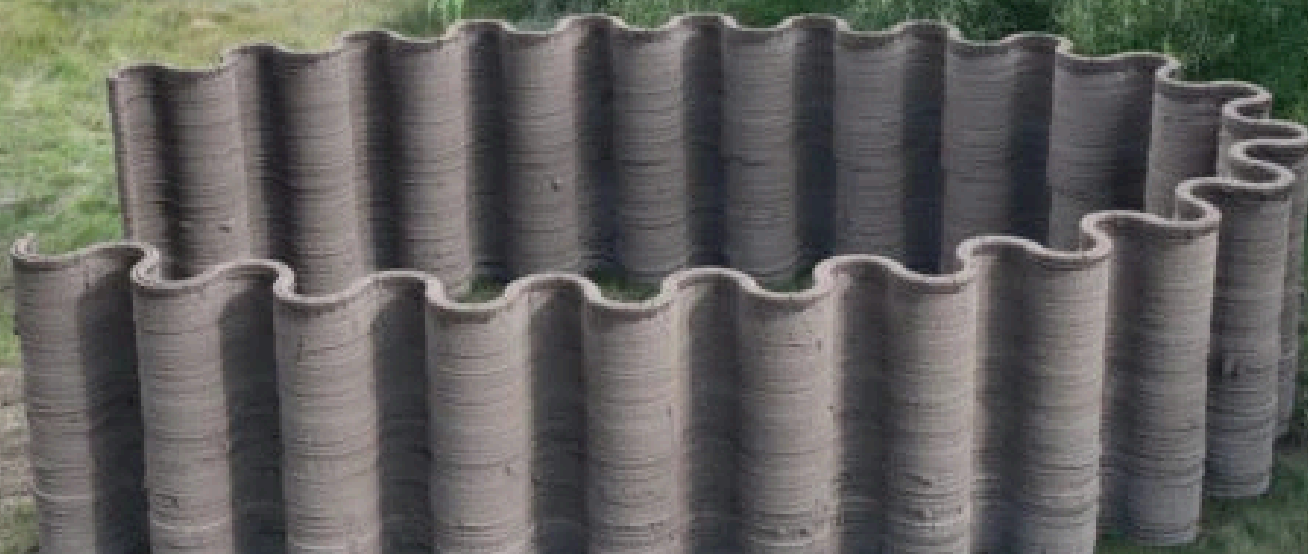
TECLA



www.earth3d.eu



Muddy Robots



Ano:	2021
Parceiros:	UC Berkeley (Rael)
Categoria:	Applicability
Tecnologia:	Type V (Robotic) Pump + Screw
Material:	Class A (Adobe)
Geometria:	3D (Dome)

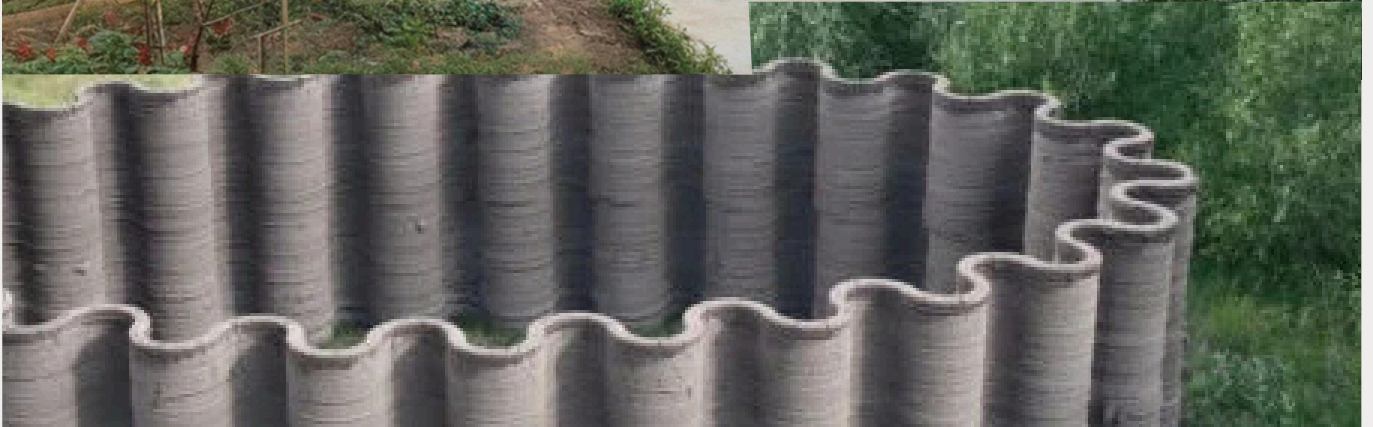
O projeto Muddy Robots, desenvolvido pelo arquiteto e investigador Ronald Rael na Universidade da Califórnia em Berkeley, investiga o potencial da manufatura aditiva robótica para revitalizar a construção em terra como resposta às crises habitacionais contemporâneas. Assente na interseção entre tecnologia e cultura, o projeto propõe uma crítica às práticas construtivas industrializadas, recuperando e reinterpretando conhecimentos ancestrais associados à arquitetura em terra.

O sistema construtivo utiliza uma plataforma robótica do tipo Type V, que integra técnicas avançadas de fabricação digital a métodos tradicionais de construção em adobe. Inspirado pela herança cultural de Rael, o projeto reposiciona a terra como um material saudável e culturalmente significativo para produção à escala arquitetónica. Uma das inovações centrais reside no desenvolvimento de sistemas construtivos móveis e acessíveis, capazes de imprimir diretamente no local, mesmo em terrenos complexos. Entre os resultados, destaca-se a execução do primeiro telhado de terra impresso em 3D in situ, inspirado na tecnologia das abóbadas núbias.

Em vez de se centrar na autoconstrução individual, o Muddy Robots propõe soluções escaláveis e compatíveis com regulamentação técnica para habitação coletiva. Ao defender o uso de materiais naturais, biodegradáveis e de Classe A, o projeto apresenta uma alternativa sustentável aos métodos construtivos intensivos em recursos e emissões. Demonstra ainda que a robótica avançada pode ser utilizada não para eliminar o saber-fazer tradicional, mas para ampliá-lo e adaptá-lo a um ambiente construído mais saudável.



Muddy Robots





Casa Covida

Ano:

2020

Parceiros:

Emerging Objects (USA)

Categoria:

Applicability

Tecnologia:

Type IV (SCARA) | Pump + Screw

Material:

Class A (Adobe / Straw)

Geometria:

3D ((Coiled))

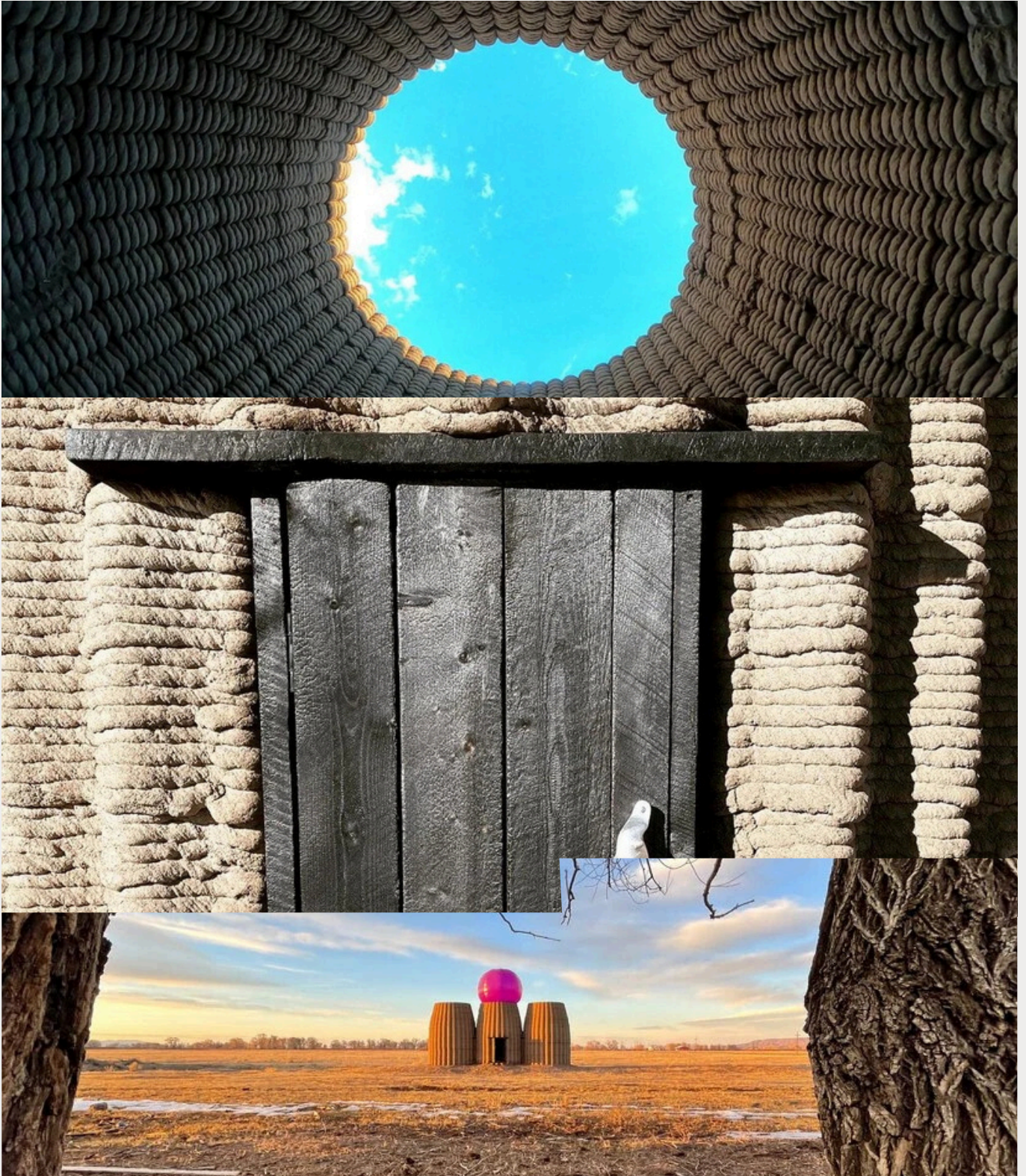
O projeto Casa Covida é uma investigação experimental de habitação localizada no deserto alpino de alta altitude do vale de San Luís, no estado do Colorado. Desenvolvido pela Emerging Objects em resposta às transformações sociais e espaciais emergentes durante a pandemia, o projeto reinterpreta a arquitetura doméstica a partir de conceitos de vida coletiva, de resiliência e de uma forte relação com o lugar.

A estrutura foi construída com um sistema portátil de impressão 3D in situ, equipado com um braço robótico leve do tipo Type IV (SCARA). Esta configuração permite a alimentação contínua de material, viabilizando a produção de estruturas com dimensões superiores à da própria impressora. A habitação é composta por três unidades interligadas — destinadas ao descanso, à higiene e ao convívio — e é construída com adobe tradicional, composto por areia, silte, argila, água e palha.

Do ponto de vista técnico, o projeto combina processos manuais de baixa tecnologia com fabricação digital avançada. A utilização de um material Classe A (Adobe/Straw) assegura uma forte continuidade entre a construção, o solo e a paisagem envolvente, mantendo simultaneamente um ciclo de vida totalmente biodegradável. Ao articular conhecimento construtivo ancestral com tecnologias contemporâneas, a Casa Covida demonstra um modelo habitacional flexível, acessível e enraizado no contexto local, capaz de ser implementado com infraestruturas mínimas.



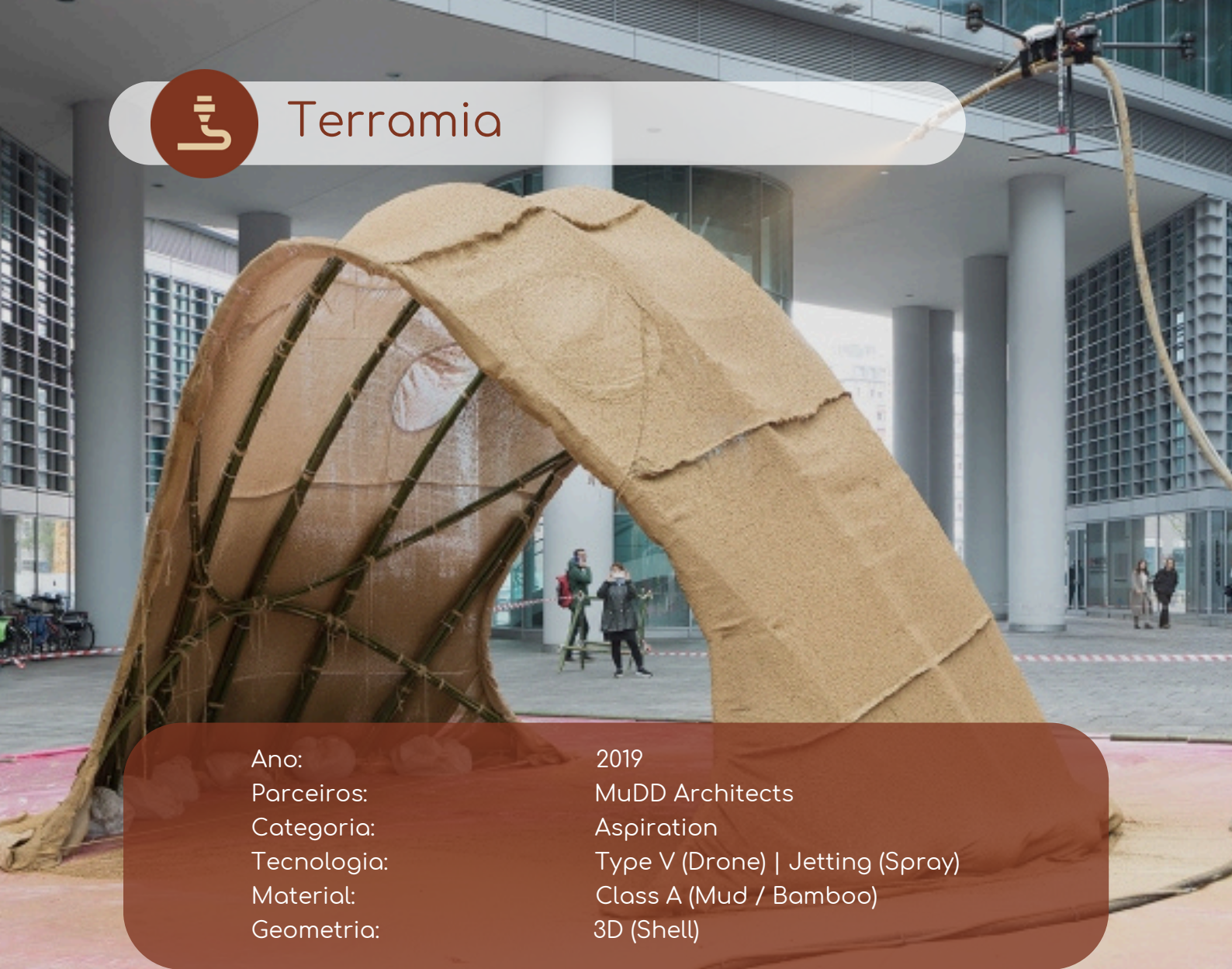
Casa Covida



www.earth3d.eu



Terramia



Ano:	2019
Parceiros:	MuDD Architects
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type V (Drone) Jetting (Spray)
Material:	Class A (Mud / Bamboo)
Geometria:	3D (Shell)

O projeto Terramia é um pavilhão experimental que investiga métodos construtivos rápidos, acessíveis e sustentáveis para habitação de emergência. Desenvolvido pelo atelier MuDD Architects, o projeto distingue-se pela combinação singular de tecnologias de fabricação digital e materiais naturais, propondo uma alternativa robusta às soluções convencionais de abrigo temporário.

A estrutura é composta por três cascas de terra de dupla curvatura, formadas por um sistema de flexão ativa em bambu e tecido de juta cortado por CNC. A inovação central reside no uso de drones aéreos (Type V) para elevar a cofragem têxtil e pulverizá-la com uma argamassa composta por argila, areia e cascas de arroz. Esta abordagem, designada bioshotcrete, elimina a necessidade de maquinaria pesada ou de andaimes complexos, permitindo a formação de uma envolvente estrutural de base biológica (bio-based) e resistente.

Com o apoio da Summum Engineering, o projeto combina princípios do shotcrete com técnicas tradicionais de taipa e de entrançado (wattle and daub), potenciadas pela robótica. Ao recorrer a drones para a deposição de material e o posicionamento da cofragem, o Terramia demonstra como a construção em terra assistida digitalmente pode oferecer soluções resilientes, compatíveis com a regulamentação técnica e escaláveis para habitação temporária, utilizando subprodutos agrícolas e solos locais de forma eficiente.



Terramia



www.earth3d.eu



Wall with Staircase

Ano:	2019
Parceiros:	IAAC / WASP
Categoria:	Applicability
Tecnologia:	Type III (Delta) Pump + Screw
Material:	Class A (Earth)
Geometria:	3D (Stair)

O projeto Wall with Staircase, desenvolvido pela WASP em colaboração com o Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC), explora o potencial estrutural da impressão 3D in situ na construção em terra portante. O protótipo consiste numa parede impressa em 3D, com 40 cm de espessura, que integra, de forma contínua, uma escada funcional, demonstrando como elementos arquitetónicos podem ser incorporados diretamente ao processo de fabricação aditiva.

A estrutura foi produzida utilizando a impressora Crane WASP 3D (Type III), recorrendo a uma mistura de base natural (bio-based) de argila e fibras de arroz, fornecida pela RiceHouse, enquadrada nos critérios da Classe A. O processo de impressão teve duração aproximada de 40 horas e consumiu cerca de 2 metros cúbicos de material. Uma das estratégias de desenho fundamentais foi a modulação da superfície interna da parede, que permitiu otimizar o desempenho estrutural e a estabilidade global, mantendo, simultaneamente, a eficiência material.

O projeto investigou ainda sistemas construtivos híbridos, capazes de integrar elementos em madeira diretamente na parede durante o processo de impressão, sem recurso a fixações mecânicas. Esta abordagem valida o potencial de articulação entre a carpintaria tradicional e a construção em terra impressa. A colaboração contribui para uma agenda de investigação mais ampla, centrada no desenvolvimento de soluções de impressão 3D in situ acessíveis, escaláveis e sustentáveis, com particular relevância para aplicações humanitárias e novos modelos arquitetónicos.



Wall with Staircase





Hearth (Mud Frontiers)



Ano:	2019
Parceiros:	Emerging Objects
Categoria:	Applicability
Tecnologia:	Type IV (SCARA) Pump + Screw
Material:	Class A (Adobe / Wood)
Geometria:	2.5D (Wall)

O projeto Hearth, integrado no programa de investigação Mud Frontiers da Emerging Objects, analisa de que forma práticas construtivas tradicionais em terra podem ser reinterpretadas por meio da fabricação digital avançada. Desenvolvido nas regiões históricas da bacia hidrográfica do Rio Grande, o projeto inspira-se fortemente nas tradições arquitetônicas e cerâmicas das culturas Pueblo Ancestral e Indo-Hispânicas.

A investigação recorre a um sistema portátil de impressão 3D com braço robótico do tipo Type IV (SCARA), permitindo transformar solos recolhidos localmente diretamente em elementos arquitetônicos no local de construção. O Hearth integra um conjunto de quatro instalações experimentais — Beacon, Lookout, Kiln e Hearth — concebidas para estudar o desempenho estrutural, o comportamento térmico e a expressão cultural da construção em terra impressa em 3D.

O projeto explora o potencial do uso de lama, argila, água e palha na construção de estruturas contemporâneas à escala real. Ao articular o saber-fazer artesanal ancestral à manufatura aditiva robótica, o Hearth demonstra que é possível alcançar soluções construtivas acessíveis, de baixo esforço laboral e ambientalmente responsáveis. O projeto propõe um modelo escalável para a arquitetura em terra do futuro, respeitando o património cultural do território e valorizando materiais locais, abundantes e sustentáveis.



Hearth (Mud Frontiers)





A. Clay Rotunda



Ano:	2021
Parceiros:	ETH Zurich
Categoria:	Aspiration
Tecnologia:	Type V (Robotic) Batch (Place)
Material:	Class A (Unfired Clay)
Geometria:	3D (Cylinder)

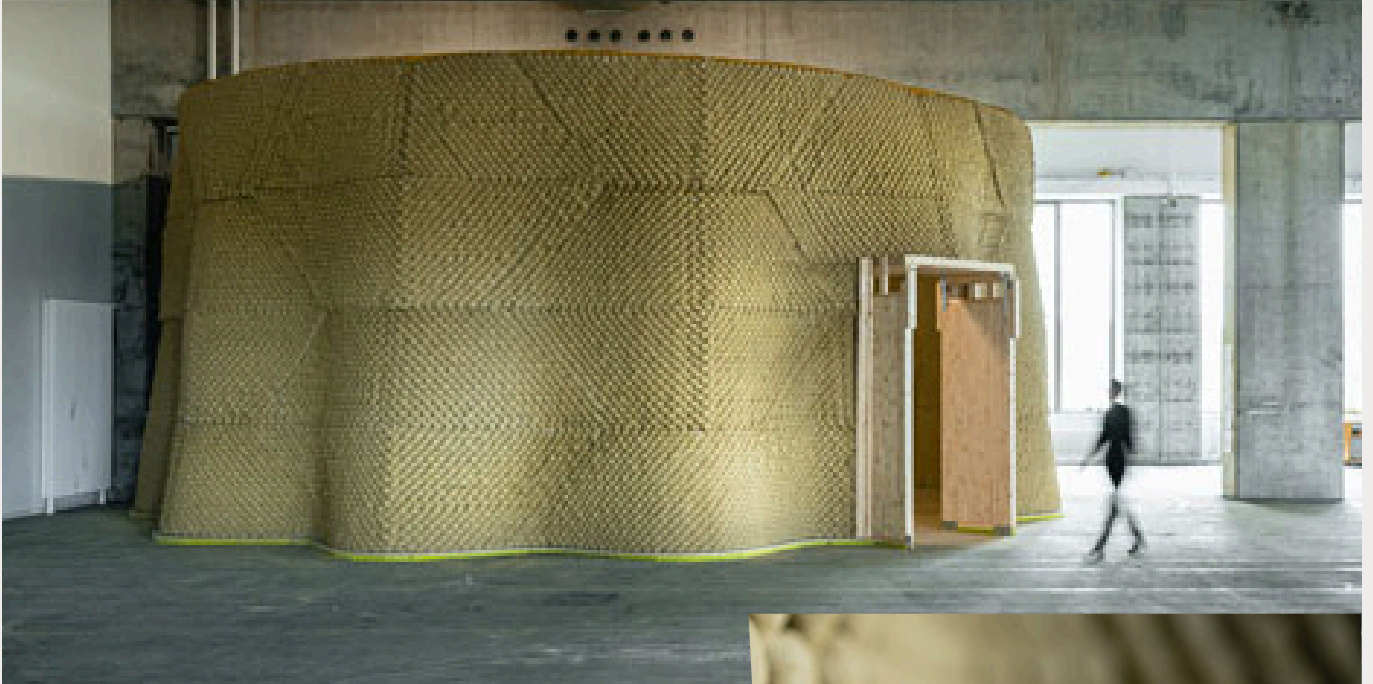
O projeto Clay Rotunda é uma estrutura experimental em terra que constitui o invólucro exterior insonorizante do SE MusicLab, em Berna. Desenvolvido pela ETH Zurich, o projeto responde à necessidade urgente de soluções construtivas de baixo impacto ambiental, combinando o conhecimento tradicional da construção em argila com o desenho computacional avançado e a fabricação robótica.

Ao contrário de projetos baseados em extrusão, esta estrutura utiliza um método de fabrico do tipo Batch (Place). Um sistema robótico móvel (Type V) foi utilizado para posicionar, com elevada precisão, mais de 30 000 tijolos de argila não cozida diretamente no local. O processo de fabricação foi orientado por dados, integrando a análise estrutural e o comportamento do material para definir a colocação individual de cada elemento. O resultado é uma forma cilíndrica autoportante com cerca de 5 metros de altura e quase 11 metros de diâmetro, apresentando uma espessura de parede de apenas 15 cm.

A estabilidade estrutural é assegurada por meio de uma geometria ondulante, dispensando qualquer reforço adicional. O projeto evidencia as propriedades acústicas e de regulação climática da argila não armada, enquadrada na Classe A, bem como o seu ciclo de vida sem desperdício. Ao tratar cada tijolo como um "pixel" digital, o Clay Rotunda propõe um modelo escalável de arquitetura sustentável e sem emissões, estabelecendo uma ponte entre a investigação de alta tecnologia e as práticas construtivas artesanais.



A. Clay Rotunda





B. Impact Printed Earth



Ano:	2024
Parceiros:	ETH Zurich (Switzerland)
Categoria:	Aspiration
Tecnologia :	Type V (Robotic) Jetting (Shooting)
Material:	Class A (Excavated)
Geometria:	Non-Planar

O projeto Impact Printed Earth, desenvolvido pelo grupo Gramazio Kohler Research da ETH Zurich, introduz uma lógica de fabricação inovadora baseada na energia cinética, em oposição aos processos tradicionais de presa química. O sistema recorre a múltiplas plataformas robóticas, enquadradas na categoria Type V (Articulated System), evoluindo de um pórtico laboratorial a um escavador móvel autónomo, com o objetivo de permitir a transição da pré-fabricação para a construção direta in situ.

A inovação central do projeto reside na deposição de material a alta velocidade. Um end-effector personalizado extrude e porciona grânulos de terra que são projetados a velocidades de até 10 metros por segundo. O impacto cinético gera coesão imediata, permitindo processar uma mistura rígida e de elevado limite de escoamento, composta por cerca de 75% de resíduos de escavação, sem as limitações de capacidade de bombagem nem os riscos de liquefação associados à extrusão convencional.

O processo foi otimizado para materiais enquadrados na Classe A (Raw), excluindo ligantes cimentícios, e permite alcançar uma consolidação imediata adequada à construção de estruturas de um a dois pisos. Ao combinar este mecanismo de projeção balística com a potencial integração de reforços estruturais, o projeto demonstra como a deposição por impacto pode ampliar a complexidade geométrica em cadeias de fornecimento circulares. Apesar de a arquitetura robótica permitir a construção em ambiente exterior, o material de terra crua mantém-se hidrofílico, sendo, por isso, necessária a aplicação de acabamentos superficiais protetores para prevenir a erosão.



B. Impact Printed Earth





2025-1-PL01-KA210 VET000355378

Guia de Boas Práticas

Parceiros



COMMUNE
STUDIO



UNIVERSIDADE
BEIRA INTERIOR

VERTICO



Vidipost



Cofinanciado pela
União Europeia