

PROÁFRICA E NEXUS, PROJETO E CONSTRUÇÃO EM PROL DA RESILIÊNCIA

PROAFRICA AND NEXUS, DESIGN AND CONSTRUCTION AIMING RESILIENCE

 Karina Trevisan Latosinski ¹

 Andrea Naguissa Yuba ²

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil, karina.latosinski@ufms.br

² Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil, naguissa.yuba@ufms.br

Resumo

A resiliência é um tema aplicável em muitos campos do conhecimento estimulando a elaboração de soluções que contemplem previsões otimistas e pessimistas sobre o futuro, observando a superação das dificuldades. Nas regiões mais pobres do mundo, fatores como a fome, extremas temperaturas, secas ou excesso de chuvas, além de outros infortúnios estimulam ações humanitárias associadas ao conceito integrativo NEXUS (alimento-água-energia) para o desenvolvimento sustentável do planeta. Esta pesquisa explora tal conceito, buscando a resiliência no caso do projeto financiado pelo Programa ProÁfrica aplicado na comunidade Campada Maria em Guiné-Bissau. Nesta localidade, mulheres produtoras de hortaliças sofrem grande desgaste físico para buscar água e irrigar as culturas. Considerando tais questões e problemas, claramente definidos e reais, este trabalho tem o objetivo de analisar os produtos construídos neste contexto, bem como o processo de projeto e gestão realizado por um Canteiro Experimental. As ações desenvolvidas foram enquadradas nos passos do Design Science Research (DSR), tendo sido analisadas as contribuições da experimentação na definição do produto para o projeto. Verificou-se que as soluções produzidas para o caso não se definiram apenas pelo produto técnico, mas pelo seu conjunto, considerando processo de produção de acordo com o que era possível para os prazos e recursos estipulados no projeto. Estas ações resolveram o problema local, eliminando grande parte do esforço diário na comunidade-alvo e o produto está em funcionamento. O produto é passível de replicação, com flexibilidade para se adaptar a diferentes cenários. E, desta forma, podem ser estabelecidas conexões com os ODS.

Palavras-chave: transferência de tecnologia, terra, adobe, água, desenvolvimento sustentável.

Contribuição dos autores:

KTL: conceituação, curadoria de dados, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, validação, visualização, escrita – rascunho original, escrita – revisão e edição. **ANY:** conceituação, curadoria de dados, análise formal, aquisição de financiamento, investigação, metodologia, administração de projetos, supervisão, validação, visualização, escrita – rascunho original.

Fomento: Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Declaração de conflito: nada foi declarado.

Editora Responsável:

Vanessa Gomes da Silva 

Abstract

Resilience is an applicable theme in many fields of knowledge, stimulating the development of solutions that contemplate optimistic and pessimistic forecasts about the future and observing overcoming difficulties. In the world's poorest regions, factors such as hunger, extreme temperatures, drought or excessive rainfall, and other misfortunes stimulate humanitarian actions associated with the integrative concept of NEXUS (food-water-energy) for the sustainable development of the planet. This research explores this concept by seeking resilience in the case of this project, funded by the ProAfrica Program project applied in the Campada Maria community in Guinea-Bissau. There, women who are vegetable producers suffer great physical stress to fetch water and irrigate the crops. Considering such questions and clearly defined real problems, this work aims to analyze the products built in this context and the process of design and management carried out by an Experimental Site. The actions developed were framed in the steps of Design Science Research (DSR), and the contributions of experimentation in product definition to the project were analyzed. It was verified that the solutions produced for the case were not defined only by the technical product but by a set of solutions considering the production process according to what was possible to meet the deadlines and resources stipulated in the approved proposal. These actions solved the local problem, eliminating much of the daily effort in the targeted community, and the product is in operation. The product is replicable, with the flexibility to adapt to different scenarios. Therefore, connections with the SDGs can be established.

Keywords: technology transfer, earth, adobe, water, sustainable development.

How to cite this article:

LATOSINSKI, K. T.; YUBA, A. N. Proáfrica e Nexus, projeto e construção em prol da resiliência. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, p. e023015, 2023. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v14i00.8668910>

Submitted 04.04.2022 – Approved 15.06.2023 – Published 23.06.2023

e023015-1 | **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 14, p. e023015, 2023, ISSN 1980-6809



Introdução

O campo da psicologia trata a resiliência como um processo dinâmico de adaptação positiva em contextos de significativa adversidade. Luthar, Cicchetti e Becker (2000) destacam, neste processo, as etapas: 1) noção de adversidade, ou ameaça ao desenvolvimento humano; 2) superação da adversidade; 3) dinâmica entre diversos mecanismos, entre eles os socioculturais que influenciam o desenvolvimento humano. É possível se apropriar desta temática na implantação de projetos em comunidades de extrema pobreza atuando nestas três frentes para atingir resultados em prol do bem-estar de tal população.

Associada ao contexto de resiliência, a sustentabilidade das ações desenvolvidas em comunidades vulneráveis está atrelada à disponibilidade de recursos – humanos e materiais – para a superação das adversidades encontradas (YUBA *et al.*, 2021). Principalmente nos casos mais extremos, a concepção de projetos que envolvem a construção de um produto deve primar por empregar materiais e técnicas locais, já aceitas pelos usuários finais. A repetição de soluções aprimoradas ao longo de sucessivas gerações, conceituada como arquitetura vernácula, demonstra estratégias de adaptação ao meio (FERNANDES; MATEUS; BRAGANÇA, 2012) que podem ser promovidas com maior tecnologia e eficiência.

Assim, ao objeto construído associa-se um saber-fazer dominado (ou conhecido) pela comunidade local. Na visão de Howard (AGUIAR; FAVEIRO, 2018) quando se analisa o conceito forma-estrutura podem ser consideradas estruturas mínimas que possuem máxima eficiência mecânica e mínimo uso de material, que atendem requisitos arquitetônicos específicos em detrimento da máxima eficiência estrutural. Os autores apontam que, sendo considerada como gênese projetual, a relação entre a estrutura espacial e a estrutura portante implicará na expressão tectônica da obra criada.

As relações entre o projeto de estruturas e o saber-fazer devem ser estimuladas em Canteiros Experimentais dos cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo. Bessa e Librelotto (2021) destacam que, no Brasil, apenas 12% dos cursos mais bem conceituados realizam experimentos do tipo “aprender fazendo” capazes de fortalecer a multidisciplinaridade e a relação entre universidade e comunidade. Entre experiências internacionais analisadas por Laverde e Oliveira (2020), tais como as desenvolvidas pela Faculdade de Artes e Design da Universidade de Kioto com uma escola temporária estruturada em tubos de papel e a realização do Instituto de Estruturas da Construção e Projeto Estrutural da Universidade de Stuttgart, um protótipo com placas leves de madeira pré-fabricadas roboticamente, identifica-se que o caráter exploratório pode resultar em experiências criativas mesmo decorrentes de processos complexos.

Em alguns casos, o ensino de estruturas é designado por profissionais não arquitetos que exploram excessivamente a conceituação matemática e física, mas ensinam insuficientemente a aplicação disto na concepção do projeto (REBELLO; LEITE, 2015). Para a compreensão de questões específicas e locais, a metodologia projetual baseada na lógica experimental/científica é necessária diante de projetos sem precedentes, conforme afirma Laverde (2017). Buscando fortalecer estas relações, o Canteiro Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul participou do Programa de Cooperação em Ciência, Tecnologia e Inovação com Países da África – ProÁfrica, inserido na Chamada MCTI/CNPQ Nº 46/2014. Esta ação apoiou o desenvolvimento científico e tecnológico dos países envolvidos, para combater a situação de pobreza da comunidade alvo e afirmar o desenvolvimento sustentável em promoção da segurança alimentar, relacionada ao provimento de água e energia dentro da abordagem integrativa NEXUS (SPERLING; BERKE, 2017).

Objetiva-se neste trabalho analisar a atuação multidisciplinar do Canteiro Experimental frente ao desafio de implementar um projeto de âmbito internacional e identificar os principais impactos desta atuação. Com isto, avalia-se o processo de projeto, a experimentação, a execução dos produtos e a implementação realizada em Guiné-Bissau para a solução do abastecimento de água local e superação das adversidades impostas no desenvolvimento da proposta.

Método

O desenvolvimento do trabalho se deu considerando as etapas experimentadas na metodologia do *Design Science Research* (DSR) apontadas por Peffers *et. al.* (2014), que são: 1) Identificar o problema; 2) Definir solução; 3) Projeto e desenvolvimento; 4) Demonstração; 5) Avaliação; 6) Comunicação.

Para assegurar o domínio do caso a solucionar, foi necessária uma visita inicial realizada pela equipe brasileira em solo africano (etapa 1). Por meio de percepção visual, vistorias e observações foi possível identificar o problema, verificar os materiais locais disponíveis e o contexto de vida da comunidade. Esta visita foi realizada em outubro de 2016, e a execução *in loco*, em fevereiro de 2018. Devido à distância e limitações orçamentárias, outras visitas não foram possíveis ao longo do processo de projeto.

O edital aportou recursos financeiros para a proposta que englobaram gastos com viagem, estadias, material de consumo e serviços. O recurso humano utilizado no projeto uniu uma equipe multidisciplinar responsável por definir uma solução (etapa 2) e elaborar o projeto (etapa 3): alunos de graduação, alunos de pós-graduação, profissionais liberais e pesquisadores.

Para a experimentação (etapa 4), os espaços físicos do Canteiro Experimental e outros locais mais amplos foram utilizados para o desenvolvimento dos modelos reduzidos, todos dentro do terreno da instituição de ensino superior. A terra empregada na elaboração dos adobes do experimento foi retirada do local, e as fôrmas e ferramentas pertenciam ao Canteiro Experimental. Na execução final, a terra foi retirada do local, as ferramentas utilizadas eram dos próprios moradores da comunidade, e os insumos empregados foram adquiridos no comércio varejista mais próximo da comunidade, para minimizar o impacto com transporte. A ação fundamenta-se na adequação sociotécnica, associando aspectos sociais, técnicos e materiais de uma determinada localidade (DUQUE; VALADÃO, 2017), em consonância com as definições de tecnologia social apontada por Novaes e Dias (2009).

A avaliação do projeto (etapa 5) ocorreu em duas fases: na demonstração inicial, descrita na etapa 4, e após a demonstração final, a partir da percepção dos pesquisadores envolvidos. Para o primeiro grupo, foram identificadas questões sobre o grau de relevância da ação e sua influência sobre o entendimento de estruturas. Os resultados apontados não revelam dados com relevância estatística, mas abrem canais de discussão para a abordagem sobre a construção de estruturas e comunidades remotas. Questões sobre a execução foram avaliadas durante o processo de desenvolvimento do modelo reduzido. Com isto, foram estimuladas mudanças para a execução final.

A Figura 1 apresenta o fluxo de realização das atividades na ação. O presente estudo faz parte da fase de comunicação (etapa 6), ainda não totalmente concluída.

Figura 1 – Representação das etapas e equipes atuantes na pesquisa



Fonte: as autoras.

Resultados e discussão

Edital ProÁfrica, conceito NEXUS e o background da solução

A proposta aprovada no edital excita a tecnologia social em prol da Comunidade Campada Maria, localizada no município de São Domingos, em Guiné Bissau. Esta região é chamada de Cachéu, e fica próxima à divisa com Senegal. Ali existe ativa participação coletiva feminina na produção de hortaliças durante o período de seca (inverno), enquanto os homens dedicam-se individualmente ao comércio local e outras plantações em diversas épocas do ano. Assim, identificou-se a necessidade de melhorias na condição de irrigação para a produção dessas hortaliças (Quadro 1).

Quadro 1 – Identificação do problema

Contexto	Condicionantes locais	Problema estabelecido
<p>A horta coletiva da associação Kamchete, mantida por mulheres, é responsável pela alimentação das famílias da comunidade além de ser a única fonte de renda destas mulheres com a venda do excedente;</p> <p>Após o plantio e preparo da terra, a rega das hortaliças é feita com água retirada manualmente de poços em baldes.</p> <p>Como é uma cultura de inverno, é necessária a rega duas vezes por dia.</p>	<p>Habitações locais majoritariamente feitas em adobe;</p> <p>Terra local apta para arquitetura de terra; Madeira disponível, mas exemplares curtos e retorcidos ou pouco resistentes (palmáceas);</p> <p>Recurso humano abundante, mas grande parte sem nenhuma experiência em construção;</p> <p>Ausência de energia elétrica;</p> <p>Predomínio de construções térreas/baixas (desafio construir em altura);</p> <p>Relevo majoritariamente plano;</p> <p>Difícil acesso a equipamentos e materiais industrializados.</p>	<p>O desgaste físico e a sobrecarga de tempo de trabalho na horta impedem que as mulheres da comunidade tenham outras atividades, principalmente aquelas relacionadas ao seu bem-estar.</p> <p>A atividade é vital para o local, há domínio dos cultivos e existe água disponível, mas não estão sendo empregadas alternativas para minimizar o desgaste diário das trabalhadoras.</p>

Fonte: as autoras.

Aliando o empoderamento feminino, a melhoria na segurança alimentar e tecnologia para a produção de energia renovável, estabeleceu-se a necessidade de um sistema de captação de água movido à energia solar com reserva e distribuição de água por gravidade. Então, a lógica da solução concebida para o projeto foi utilizar a energia disponível durante o dia para transportar água até um ponto alto o suficiente para que depois a energia potencial gravitacional fosse suficiente para realizar o restante do trabalho, sem uso de baterias ou bombeamento para distribuição da água. Assim, a solução arquitetônica proposta foi uma torre com altura de 7 m, que abarca um reservatório com capacidade de 4.000 litros. Em função da tecnologia empregada, tal solução implica em intensiva participação da comunidade local, impulsionando o sentimento de pertencimento, além da possibilidade de ser reproduzida em construções posteriores, com menor ou nenhuma participação da equipe brasileira.

A transferência de tecnologia incentivada no projeto não foi vista como um evento instantâneo, nem mesmo isolado. A tecnologia social pode ser caracterizada como um processo adaptado aos consumidores de baixo poder econômico que não promove

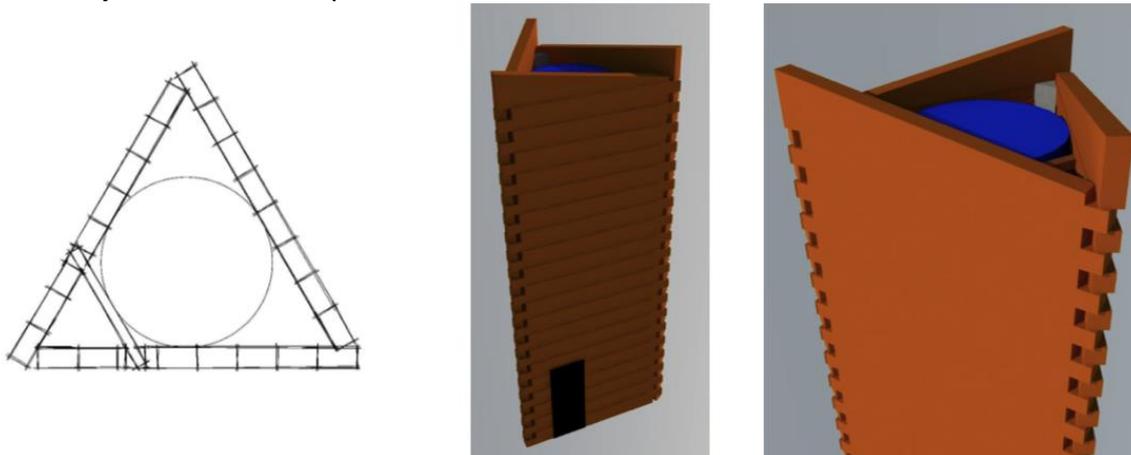
segmentação, hierarquização e nem dominação dos trabalhadores; é destinada à satisfação das necessidades humanas; e incentiva o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários, sendo capaz de viabilizar economicamente pequenos produtores (NOVAES; DIAS, 2009). Para aliar a oportunidade da massiva participação e aproveitamento das soluções já utilizadas localmente à produção de uma estrutura robusta, para suportar o reservatório e resistir às intempéries, a solução apontada foi o emprego de alvenaria de adobes na construção da torre.

Ressalta-se que o foco principal deste trabalho reside na atividade de um Canteiro Experimental, portanto, no impacto do projeto e execução da estrutura associada à torre de abastecimento. Assim, questões relacionadas ao abastecimento de energia solar, inversor de potência e demais instalações elétricas e hidráulicas não serão amplamente abordadas aqui. Igualmente, as impressões e avaliações pela comunidade beneficiária não são objeto desse trabalho.

Processo de projeto e desenvolvimento

Tendo em vista os condicionantes locais, os recursos humanos e financeiros disponíveis, além da classificação de Howard para uma estrutura mínima com alta resistência e menor uso de material, elaborou-se um primeiro esboço de torre com seção triangular. Sendo esta uma forma bastante estável e que possibilita menor área construída, o reservatório ficaria inscrito na seção da torre, e, sob ele, um depósito de ferramentas, conforme Figura 2.

Figura 2 – Esboço inicial do reservatório: planta baixa e volumetria



Fonte: Santos e Ramos (2017).

Algumas questões foram identificadas ao longo do desenvolvimento desta solução: Como fortalecer as amarrações de blocos nos vértices? Para que cada empena tivesse altura variável no alto, como poderia ser elaborada uma cobertura na torre que cobrisse o reservatório para a proteção da parede de terra? Como manter segura uma escada interna sem danificar as amarrações nas fiadas de adobes?

Tentando resolver estes pontos, esta solução foi experimentada em modelo reduzido. Algumas destas questões chegaram a ser solucionadas, mas a consulta aos profissionais envolvidos e a experimentação apontaram para melhorias na solução executiva e, com isto, também para alterações na forma.

Demonstração inicial: experimentação acadêmica

A torre inicialmente triangular envolvia aproximadamente 1200 adobes para a construção, enquanto a proposta final chegava a 1500. Como ainda não eram disponíveis dados de produtividade para a elaboração desta grande quantidade de

elementos, optou-se pela fabricação dos blocos e construção em escala 1:4, como forma de avaliar a solução e o processo executivo em um modelo que ainda não necessitasse de andaimes. Uma vez que a versão de planta triangular era a que estava com maior riqueza de detalhes no projeto e representava maior desafio devido ao assentamento dos adobes nos vértices, optou-se por experimentar esta versão em modelo reduzido.

Também foram testados o traço mais adequado e o método de fabricação destes adobes. A atividade foi realizada e capitaneada por alunos de graduação que criaram um evento “Workshop Adobes PROÁFRICA”, com participação de 26 discentes do primeiro ao quinto ano do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFMS, ao longo de três dias de trabalho. A mistura utilizada contém cimento e terra arenosa do município de Campo Grande/MS e fibra sintética de polipropileno. Optou-se por utilizar cimento, mesmo que não seja uso corrente na produção de adobe, para que os blocos atingissem uma resistência mecânica maior, suficiente para suportar as cargas atuantes sem o auxílio de pilares ou vigas. O uso de terra arenosa, em princípio não ideal para produção de adobes, foi proposital pela semelhança com o solo da Campada Maria.

Nesta etapa, para orientar o processo de fabricação foram formadas as seguintes frentes de trabalho: I) Controle da granulometria da terra (peneiramento); II) Mistura dos componentes no traço estipulado; III) Pisoteio; IV) Aplicação de desmoldante nas formas; V) Lançamento da mistura e desmoldagem; VI) Transporte e secagem. Além de permitir maior agilidade na fabricação, esperava-se que tais frentes pudessem ser replicadas durante a ação na comunidade, porém foram necessárias algumas adaptações.

Foi fabricada a quantidade de adobes necessária para a elaboração da torre mais um adicional de 10%, para cobrir eventuais problemas na secagem ou quebras. O traço de 1:14 (cimento: terra) mostrou-se adequado, sem incidência de falhas de integridade dos blocos, que passaram por cura úmida em área sombreada.

A construção do modelo reduzido foi realizada sobre uma base de concreto existente no local, eliminando a sapata corrida projetada. Foi executado o gabarito, o transporte dos blocos, preparo da argamassa de assentamento, o assentamento dos adobes. A argamassa utilizada também foi elaborada com cimento e terra acrescidos de cal na proporção 0,5:1:14 (cal: cimento: terra). Apoiada na alvenaria, uma pequena laje de terra simulava o local de apoio do reservatório. A estrutura foi realizada com varas de bambu atuando como armaduras e cobertura com uma mistura de terra e cimento.

Na finalização da torre experimental foram observadas falhas de prumo na porção superior dos planos inclinados de alvenaria. Além disto, algumas fissuras na laje foram identificadas em locais que receberam insolação direta logo após a execução. Mesmo assim, o produto inicialmente proposto foi finalizado de maneira satisfatória (Figura 3). Após tal experimentação, foram realizadas alterações no projeto no sentido de tornar mais simplificada a execução da alvenaria, já que a produção dos adobes em grande escala mostrou-se viável dentro dos prazos e custos do projeto.

A capacidade de entendimento da sensação de solidez de uma construção, como expressão tectônica, pode se dar por inquietações provocadas por condições de equilíbrio não compreendidas de imediato ou por provocações sobre o funcionamento estrutural (AGUIAR; FAVERO, 2019). Assim, a percepção da estrutura dá-se pela experiência empática, além da sensação de estabilidade e equilíbrio, como um sistema viável de conduzir as cargas aos equipamentos de apoio. Logo, ao se construir em um ambiente com distinta cultura construtiva e influência arquitetônica, a torre em questão necessitava transmitir total impressão de segurança e firmeza. Isto não só foi verificado

durante a execução, como também se confirmou ao passar do tempo, visto que o desempenho da torre experimental se mantém íntegro com o passar dos anos.

Figura 3 – Experimentação e construção do modelo reduzido



Fonte: as autoras.

Esta experiência suscitou significativo interesse acadêmico pelo desafio da construção, a novidade em associar projeto e execução juntamente com o processo de fabricação do elemento principal e todas as suas particularidades. A fabricação dos blocos fortaleceu conhecimentos vistos em sala de aula e, dentre os pontos mais significativos estão: percepção que o adobe não se aplica somente às habitações; necessidade de controle de textura e proporção da mistura para aplicação nos moldes; influência do tipo, procedência e característica do material natural para a elaboração da mistura; e simplicidade do processo de produção, feito manualmente.

Produzir adobes contribuiu para a integração de conhecimentos sobre o uso de materiais locais e concepção estrutural do projeto. Comprova-se que a razão central do fazer arquitetônico, o ato de projetar, pode ser de certa forma influenciado com este tipo de ação, visto que compreender o uso sustentável de materiais e conectar tais escolhas com a concepção é um progresso significativo na formação do arquiteto. Muitas vezes esta dinâmica só é compreendida após a prática profissional, no âmbito externo à academia.

Curiosamente, apontou-se que iniciativas tais como esta suprem as necessidades de experimentações práticas que demanda o Curso de Arquitetura e Urbanismo e as disciplinas relacionadas às estruturas. Esta avaliação expõe satisfação com tal tipo de atividade técnica e reforça a necessidade de outras ações de cunho similar para que as descrições e imagens apresentadas em sala de aula possuam real sentido. Logo, o ensino de estruturas precisa contemplar a questão experimental como fator de motivação e interação entre as turmas, além da abordagem dos conteúdos. Observou-se um interesse sobre executar ações semelhantes empregando sistemas construtivos com bambu, taipa de mão e alvenaria armada. O que não ocorre igualmente para os sistemas tradicionais, reforçando que a academia pode ser o campo de experimentações e o espaço ideal para uma mudança de padrões no ato de construir, sem utilizar somente os métodos convencionais.

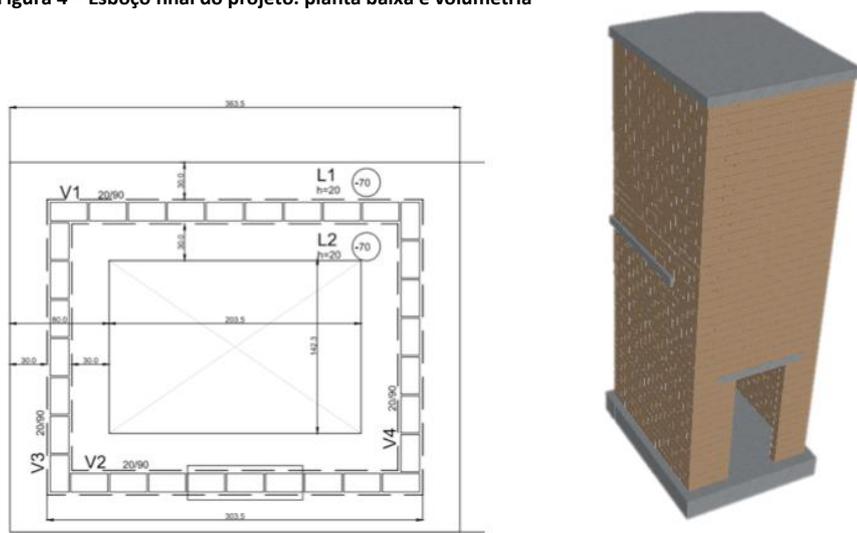
Dada a participação voluntária percebida neste evento, devem ser propostas outras intervenções tais como a executada. Provou-se que iniciativas deste porte garantem envolvimento coletivo, motivação e fixação de conceitos explorados muitas vezes somente em teoria.

Desenvolvimento da solução

Segundo Aguiar e Favero (2019) as imposições da forma, em alguns casos, podem inviabilizar a solução estrutural, seja por inadequação aos esforços solicitantes, por capacitação de mão de obra ou por questões econômicas.

Neste caso, tal conjunto de fatores foi ponderado e decidiu-se passar para o formato retangular, em função da facilidade das amarrações, aproveitando o total contato dos adobes nos vértices (Figura 4). O bloco produzido na região de Cachéu possui aproximadamente 40 cm de comprimento, 20 de largura e 20 de altura. É um elemento pesado e, por segurança e durabilidade, optou-se por mantê-lo no projeto totalmente apoiado e com dimensões de 30 cm de comprimento, 15 de largura e 15 de altura.

Figura 4 – Esboço final do projeto: planta baixa e volumetria



Fonte: as autoras.

Ainda que a proposta tenha se encaminhado para a simplificação formal, as interações que geraram tal mudança partiram: dos calculistas, que atentaram para a grande quantidade de armadura na solução anterior; dos projetistas (equipe de estudantes de graduação e pesquisadores) que, principalmente preocupados com a durabilidade da torre e do reservatório, consideravam imprescindível a cobertura da estrutura e a facilidade de execução; dos exemplos já construídos pela comunidade, entre outros. Esta combinação de perspectivas engrandeceu a elaboração do projeto e trouxe luz a uma solução mais enxuta, permitindo a adequação aos condicionantes. Nota-se que as transformações do projeto contemplaram questões técnicas, econômicas e sociais. Ainda, o número de alterações desde o esboço inicial foi expressivo, dado os múltiplos olhares atentando às várias questões.

Isto foi positivo principalmente para os alunos de graduação, que tiveram a possibilidade de troca de experiências, discussão, reformulação e adequação da solução proposta em função de uma questão real e prática – que é comum na prática profissional. A experiência mostrou que o Canteiro Experimental não está somente associado às práticas construtivas, mas também ao período que as antecede, ressaltando como o projeto e o planejamento da obra são etapas importantes de participação do profissional que se envolverá com construção.

Demonstração final: aplicação na comunidade

Feitas as adaptações no projeto da torre, a implementação no continente africano aconteceu com participação da comunidade local e uma equipe de cinco pesquisadores

brasileiros. No local, houve dúvidas sobre a capacidade resistente dos adobes, já que na comunidade não é comum o uso de cimento na sua produção e há desconhecimento da resistência mecânica provocada por essa adição.

Deste modo, além de provar tal resistência, foi necessário convencer a comunidade de que a torre em adobe, se executada adequadamente, poderia ficar exposta às intempéries suportando a carga do reservatório, tendo a durabilidade adequada ao uso durante muitos anos. Para comprová-lo, impôs-se a necessidade de voltar ao conceito de resiliência e, de acordo com a experimentação feita no Brasil, transmitir os resultados obtidos com o modelo reduzido além das comprovações científicas que existem sobre o tema. Foi preciso apresentar os benefícios futuros do projeto, compreendendo a dinâmica existente e os riscos ao desenvolvimento da ação em um local novo. Apresenta-se uma noção de processo, demandando uma dinâmica entre os fatores de risco e a superação das adversidades nas suas diversas escalas.

As equipes de trabalho montadas inicialmente foram divididas em: I) produção dos adobes; II) escavações e execução de fundação; III) execução da alvenaria; IV) preparo e execução de laje; V) preparo e execução de cobertura. Assim, em 8 dias foram produzidas 1500 unidades de adobe com, aproximadamente, 12 Kg, cada uma.

A execução da fundação e das primeiras fiadas da alvenaria ocorreu com tranquilidade, porém, a dificuldade de assentamento crescia em alturas em que eram necessários andaimes. Foram construídos andaimes com espécies palmáceas abundantes na região. Este era o único exemplar disponível com altura suficiente para a torre, mas a solução não era segura o bastante para a construção das empenas como previsto no projeto. Propôs-se uma alteração no projeto original empregando um fechamento em madeira, com caules de tarrafe (espécie do mangue local) em substituição à alvenaria nas partes mais próximas da cobertura.

Esta alteração do projeto em função das adversidades encontradas partiu espontaneamente dos moradores locais e confirmou a dificuldade identificada pelos pesquisadores na experimentação inicial no Brasil: as partes mais altas ou de difícil acesso - sem andaimes adequados e seguros - comprometiam o prumo da alvenaria e a forma concebida. O conhecimento prévio dos colaboradores sobre o recurso disponível na região demonstrou que esta alteração no projeto original não acarretou atrasos no cronograma ou perda de qualidade na proposta. Foram cortados os ramos necessários e rapidamente foi possível fazer a seleção e montagem do fechamento. A solução foi pré-fabricada no solo e fixada na continuação da alvenaria já levantada, a uma distância aproximada de 6m do solo. A Figura 5 demonstra o elemento e a torre finalizada com o emprego dos fechamentos em madeira, mais leves e de fácil fixação nos 4 lados da torre.

Deste modo, o produto finalizado não resultou exatamente igual ao projeto inicial, mas mostrou-se mais adaptado ao meio, mais seguro frente aos problemas executivos, e mais adequado quanto às práticas locais disponíveis e dominadas pelos usuários/construtores. Também foram realizadas alterações na laje que sustenta o reservatório. Projetada inicialmente para ser formada por uma sequência de vigas em concreto armado, a laje foi executada com estrutura metálica, pois os testes demonstraram que a areia do local não estava adequada para uso, fazendo com que as peças de concreto não atingissem a resistência desejada no prazo.

Figura 5 – Pré-fabricação do fechamento e aparência final da torre

Fonte: as autoras.

Em qualquer escala é comum que entraves aconteçam ao longo do andamento de uma obra, entretanto, o gerenciamento e superação dos obstáculos nesta ação foram realizados conjuntamente entre os pesquisadores e comunidade como iguais. Desde a maneira de misturar a terra até as mudanças de impacto visual na torre, houve aprendizado com técnica e desenvolvimento de soluções. Esta relação horizontal durante o período executivo habilitou cocriação da solução final e foi percebida positivamente, fortalecendo a associação deste tipo de tecnologia social com a resiliência e a capacidade humana de se desenvolver e se adaptar às situações adversas.

Conclusão

A experiência realizada na comunidade africana Campada Maria consistiu em uma cooperação entre diversos agentes em prol de uma causa social. Além de permitir melhorar as condições de vida de uma população necessitada, sensibilizou os diferentes participantes e serviu satisfatoriamente de exercício ao ensino de estruturas no curso de Arquitetura e Urbanismo/UFMS. O evento “Workshop Adobes PróÁfrica” fortaleceu a compreensão de uma técnica tradicional e a adequada leitura do uso de materiais locais em regiões com recursos limitados.

Evidenciou-se que as informações coletadas na visita de campo à comunidade de Campada Maria tornaram-se condicionantes para a elaboração do projeto da estrutura da torre, e isto se deu não somente por parte dos pesquisadores que realizaram a visita, mas também por parte dos discentes que souberam compreender tais diretrizes durante a concepção do projeto. Além dos condicionantes locais para solução do problema estabelecido, o teste da proposição em modelo reduzido também promoveu informações importantes para a proposta a ser executada no sítio africano. Entretanto, o projeto passou por diversas alterações promovidas pelas condições locais de execução durante a obra até sua finalização.

Das observações dos pesquisadores restou claro que os estudantes puderam perceber que a experimentação prática foi fundamental para seu amadurecimento frente ao uso de técnicas não-industrializadas. Esta aprendizagem baseada em solução de problemas evidenciados durante o processo de produção pôde ser experimentada durante o projeto e se caracterizou como um importante fator de colaboração entre os envolvidos. Discentes em diferentes pontos do percurso formador no Curso de

Arquitetura conseguiram interagir e somar conhecimentos aos dos profissionais e docentes com formações variadas que participaram da ação.

O produto final elaborado foi uma estrutura mínima, mas adequada ao sistema construtivo, aos materiais disponíveis no local e à necessidade final de irrigação na comunidade. Esta proximidade entre o projeto formal e a adequação estrutural de fato necessita ser estimulada ao longo dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e, muitas vezes, é omitida ou enfraquecida de acordo com a plano pedagógico adotado. Analisando sobre a ótica de um Canteiro Experimental, a atuação aqui relatada foi extremamente rica já que englobou uma demanda social, um saber fazer artesanal, e a interação de diferentes agentes (comunidade/pesquisadores/discentes) interessados no resultado final.

Quanto à transferência de conhecimento, a produção massiva de adobe e a construção da estrutura baseada em uma técnica familiar para a população-alvo - de costumes diferentes e recursos limitados - facilitou o desenvolvimento da solução e sua aceitação. Provou-se que a experimentação inicial foi extremamente importante para a confiança na exequibilidade da ação. Tal projeto trouxe um grande desafio para um laboratório costumeiramente ligado às atividades de ensino, pesquisa e extensão na realidade brasileira em ações locais ou regionais. Por isto, espera-se aplicar rotineiramente a lição da resiliência como um processo para a superação de adversidades nos novos projetos, como uma alternativa de adaptação positiva às condições que o ambiente/contexto impõe.

Além da superação das adversidades, outro impacto comprovado após a ação ProÁfrica foi a capacidade multidisciplinar que um Canteiro Experimental admite, assim como diversos outros laboratórios universitários. As concepções estruturais possuem propósitos e devem se conectar com os diversos aspectos das demandas sociais existentes, comprovando que os cursos de Arquitetura e Urbanismo precisam desenvolver parcerias para integração e cumprimento dos objetivos para o desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro (processo 440315/2015-8), ao Instituto de Biodiversidade e Áreas Protegidas (IBAP). Ainda, manifestam reconhecimento aos inúmeros parceiros que permitiram a realização deste projeto no continente africano. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil.

Referências

AGUIAR, M.; FAVERO, M. Forma-estrutura: Matriz de expressão tectônica da FAU USP. **Arquitextos**, São Paulo, v. 19 n. 223.04, dez. 2018. Disponível em: <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/19.223/7247>. Acesso em: fev. 2020.

AGUIAR, M.; FAVERO, M. MAM-Rio: Forma, estrutura, tectônica e empatia. **Arquitetura Revista**, v. 15, n. 2, p. 256-274, jul-dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.4013/arq.2019.152.03>.

BESSA, S. A. L.; LIBRELOTTO, L. I. A importância das práticas construtivas nos canteiros experimentais em cursos de arquitetura e urbanismo. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 12, p. e021028, jul. 2021. DOI: <https://doi.org/10.20396/parc.v12i00.8660850>.

DUQUE, T. O.; VALADÃO, J. A. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 5, p. 1-19, out./dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.12712/rpca.v11i5.962>.

FERNANDES, J.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. Princípios de sustentabilidade na arquitetura vernacular em Portugal. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2012, 4., 2012, Coimbra. **Anais [...]**. Coimbra: ITECONS, 2012. 12 p. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/22290/1/CC2012_Fernandes_Mateus_Braganca.pdf. Acesso em: fev. 2020.

LAVERDE, A. **Os espaços experimentais das escolas públicas de arquitetura do Brasil: realidade ou utopia?** 2017. 320 f. Tese (Doutor em Ciências) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-18122017-153956/publico/AlbeniseLaverde.pdf>. Acesso em 20 nov. 2023.

LAVERDE, A.; OLIVEIRA, C. T. A. Os espaços experimentais das escolas públicas de Arquitetura do Brasil: realidade ou utopia? **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. v. 101, n. 258, p. 436-457, maio-ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.101i258.4357>.

LUTHAR, S. S.; CICCETTI, D.; BECKER, B. The Construct of resilience: A critical evaluation and guidelines for future work. **Child Development**, v. 3, n. 71, p. 543-55, Jan. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00164>.

NOVAES, H. T.; DIAS, R. B. Contribuições ao Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social. In: DAGNINO, R. (org.) **Tecnologia social: contribuições para construir outra sociedade**. São Paulo: FINEP: IDRC CRDI: FAPESP; Campinas: UNICAMP, 2009. p. 17-53.

PEFFERS, K; TUUNANEN, T.; ROTHENBERGER, M. A.; CHATTERJEE, S. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems**, v. 24, n. 3, p. 45-77, Dec. 2014. DOI: <https://doi.org/10.2753/MIS0742-122240302>.

REBELLO, Y. C. P.; LEITE, M. A. D. F. Considerações sobre o ensino e aprendizagem de Estruturas nas Escolas de Arquitetura. **Paranoá - Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v. 15, n. 15, p. 1-14, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n15.2015.01>.

SANTOS; M. B.; RAMOS, L. Esboço inicial do reservatório: projeto PróÁfrica. 2017. Perspectiva tridimensional: Acervo Canteiro Experimental UFMS. Campo Grande, MS.

SPERLING, J. B., BERKE, P. R. Urban Nexus Science for Future Cities: Focus on the Energy-Water-Food-X Nexus. **Current Sustainable/Renewable Energy Reports**, v. 4, p. 173-179, Sept. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40518-017-0085-1>.

YUBA, A. N.; ALVES, G. M.; PINTO, J. O. P.; TRUJILLO, J. C.; LATOSINSKI, K. T. Seeding picoscale solutions for social macro goals: complex thinking in projects for vulnerable communities. In: BRAGANÇA, L.; ALVAREZ, C. E.; CABEZA, L. F. (ed.). **Sustainable Urban Development: topics, trends and solutions**. London: IOP, 2021. cap. 7, p. 1-21

1 Karina Latosinski

Arquiteta e Urbanista. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria. Professora assistente da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Endereço postal: Av. Costa e Silva, Cidade Universitária, Campo Grande, MS – Brasil. CEP 790070-900

2 Andrea Naguissa Yuba

Arquiteta e Urbanista. Doutora em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo. Professora adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Endereço postal: Av. Costa e Silva, Cidade Universitária, Campo Grande, MS – Brasil. CEP 790070-900