

Mayara Maluf Gomes, Wener Miranda Teixeira
dos Santos, Denilson Moreira Santos *

Reaproveitamento de resíduos - um estudo de caso sobre pesquisas da linha Design: materiais, processos e tecnologia do Programa de Pós-Graduação em Design da UFMA

*

Mayara Maluf Gomes é mestranda em Design pela Universidade Federal do Maranhão na linha de pesquisa Materiais, Processos e Tecnologia. Arquiteta e Urbanista com graduação sanduíche pela Universidade Estadual do Maranhão (conclusão em 2019) e Monash University (Melbourne - Austrália, 2014/2015). Atua como Arquiteta na área de Habitação de Interesse Social, Projetos Arquitetônicos e Interiores. Atualmente pesquisa o Design Sustentável através da produção de telhas de concreto com resíduo de bauxita, visando a aplicação futura em Habitações de Interesse Social e Moradias Populares.

<mayara.maluf@discente.ufma.br>

ORCID 0000-0002-7610-5613

Resumo Este artigo busca refletir sobre a importância das pesquisas em design voltadas para sustentabilidade e inovação social, tendo como objetivo a ênfase no estudo de materiais, especificamente no reaproveitamento de resíduos, a partir de pesquisas realizadas no Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDg) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) na Linha de Materiais, Processos e Tecnologia. A metodologia utilizada aciona a revisão de literatura e o estudo de caso que explanará 3 dissertações desenvolvidas no PPGDg (UFMA), visando um maior embasamento teórico sobre o reaproveitamento de resíduos no setor da construção civil. Nas considerações finais houve a elaboração de uma tabela que contém os autores e títulos das pesquisas desenvolvidas no PPGDg (UFMA) ao longo dos últimos anos com foco em materiais, visando auxiliar novos pesquisadores e/ou entusiastas do assunto.

Palavras chave Sustentabilidade, Design, Resíduos, Inovação social.

Wener Miranda Teixeira dos Santos é doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, (2012). Área: Desenvolvimento de processos químicos (Recursos naturais e meio ambiente). Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande (2006). Graduação em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Projetos e Indústria: ARCADISlogos - Coordenador de planejamento Projeto Ferroviário S11D; Consórcio de Alumínio do Maranhão: Engenharia de projetos (Capex) e processo (Redução); Poyry Tecnologia - Líder de Projetos; Acumuladores Moura S.A. - Engenheiro de processo (Metalurgia e termoplásticos); Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais - Ex vice-diretor regional Maranhão - Pará.

<wener.santos@ufma.br>

ORCID 0000-0003-3587-9919

Denilson Moreira Santos possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual do Maranhão (1990), Graduação em Física Licenciatura Plena pela Universidade Federal do Maranhão (1990), Especialista em Engenharia Clínica pela Universidade Federal do Maranhão (2010), Mestrado em Ciência e Engenharia dos Materiais pela Universidade Federal de São Carlos (1999) e Doutorado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2005). Atualmente é Professor Associado II do departamento de Desenho e Tecnologia e Professor permanente do Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal do Maranhão. Experiência na área de Engenharia de Materiais e Metalúrgica, com ênfase em materiais poliméricos, cerâmicos e compósitos.

<denilson.santos@ufma.br>

ORCID 0000-0003-2247-5106

Reuse of waste – a case study about researches from the Design: materials, processes and technology line of the Graduate Program in Design at UFMA

Abstract *This article seeks to reflect on the importance of design research aimed at sustainability and social innovation, with the aim of emphasizing the study of materials, specifically the reuse of waste, based on researches developed in the Graduate Program in Design (PPGDg) from the Federal University of Maranhão (UFMA) in the Materials, Processes and Technology Line. The methodology is a combination of the literature review and the case study that will explain 3 dissertations developed at PPGDg (UFMA), aiming at a greater theoretical basis on the reuse of waste in the civil construction sector. In the final considerations, there was the elaboration of a list that contains the authors and titles of the researches developed at the PPGDg (UFMA) over the last few years with a focus on materials, aiming to help new researchers and/or enthusiasts of the subject.*

Keywords Sustainability, Design, Waste, Social innovation.

Reutilización de residuos – estudio de caso de investigación de la línea Diseño: materiales, procesos y tecnología del Programa de Posgrado en Diseño de la UFMA

Resumen *orientada a la sostenibilidad y la innovación social, con el objetivo de enfatizar el estudio de materiales, específicamente la reutilización de residuos, a partir de la investigación realizada en el Programa de Posgrado en Diseño (PPGDg) de la Universidad Federal de Maranhão (UFMA) en la Línea de Materiales, Procesos y Tecnología. La metodología utilizada desencadena la revisión de la literatura y el estudio de caso que explicará 3 tesis desarrolladas en el PPGDg (UFMA), con el objetivo de una mayor base teórica sobre la reutilización de residuos en el sector de la construcción civil. En las consideraciones finales, se realizó la elaboración de una tabla que contiene los autores y títulos de las investigaciones desarrolladas en el PPGDg (UFMA) durante los últimos años con un enfoque en los materiales, con el objetivo de ayudar a los nuevos investigadores y / o entusiastas del sujeto.*

Palabras clave Sustentabilidade, Design, Resíduos, Inovação social.

Introdução

Mediante o panorama socioambiental dos últimos anos, a inovação social e o design sustentável vêm se mostrando grandes aliados rumo à uma sociedade mais atuante e que vise minimizar os impactos negativos no meio ambiente. Segundo Manzini (2008, p.12), o design para a sustentabilidade requer mudanças sistêmicas e afirma: “hoje em dia, a sustentabilidade deveria ser o meta-objetivo de todas as possíveis pesquisas em design”. Os estudos de reaproveitamento de resíduos contribuem significativamente para a redução dos impactos ambientais na Terra, visto que atuam diretamente na concepção de novos produtos, influenciando desde o seu processo de produção até à sua aplicação, descarte e reaproveitamento.

Na construção civil, por exemplo, estes impactos ambientais têm repercussões relevantes e reafirmam que as pesquisas em design voltadas para este setor precisam continuar a serem desenvolvidas, pois os resultados até então obtidos apontam que estamos no caminho “certo”, seguindo o tripé do Ensino, Pesquisa e Extensão para alcançar a sustentabilidade através do design e da inovação social.

A transição rumo à sustentabilidade será um processo de aprendizagem social no qual os seres humanos aprenderão gradualmente, através de erros e contradições – como sempre acontece em qualquer processo de aprendizagem –, a viver melhor consumindo (muito) menos e regenerando a qualidade do ambiente, ou seja, do ecossistema global e dos contextos locais onde vivem (MANZINI, 2008, p.27).

O Conselho Internacional de Construção (CIB), aponta a indústria da construção civil como “o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza a energia de forma intensiva”, o que, consequentemente, gera numerosos impactos ambientais de acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2016). Segundo John (2004), estima-se que a construção civil utiliza algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade na Terra e, de acordo com o CIB (2002), presume-se que 50% dos resíduos sólidos encontrados também sejam provenientes da construção civil. É neste ponto que surge um dos paradigmas do design sustentável, que também possui o intuito de reduzir os impactos ambientais significantes gerados pela construção, especialmente durante o seu processo de produção.

O estudo da reutilização de resíduos vem sendo uma saída sustentável na produção de novos produtos no setor da construção civil à custos mais baixos, com menores danos ao meio ambiente nos seus processos de produção e com qualidade equivalente e/ou superior aos produtos tradicionais já inseridos no mercado. O papel do designer se faz importante na busca por soluções mais sustentáveis através de seus meios de produção e de novos produtos, pois é “justamente por serem os atores sociais que, mais

do que quaisquer outros, lidam com as interações cotidianas dos seres humanos com seus artefatos.” (MANZINI, 2008, p.16).

Desta forma, o presente artigo tem como objetivo refletir sobre a importância do estudo de materiais, especificamente no reaproveitamento de resíduos, a partir de pesquisas realizadas no Programa de Pós-Graduação em Design (PPGDg) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) na Linha de Pesquisa Design: materiais, processos e tecnologia.

Os métodos abordados no artigo serão a revisão de literatura e o estudo de caso. A revisão de literatura embasará os estudos de sustentabilidade no design a partir de materiais e resíduos, e o estudo de caso se pautará em três pesquisas de mestrado desenvolvidas no PPGDg da UFMA que abordam produtos voltados para o setor da construção civil (bloco de solo-cimento, ladrilho hidráulico e telha) a partir do reaproveitamento de resíduos, sendo finalizada com discussões sobre a importância das pesquisas do PPGDg (UFMA) sobre materiais ao longo dos anos.

O artigo caracteriza-se como descritivo e de acordo com Rudio (1985), a pesquisa de cunho descritivo visa observar, descrever, classificar e interpretar um fenômeno e/ou estudo, assim como “(...) analisar a realidade a partir desta teoria, contribuindo para a ampliação da validação externa dos resultados.” (SANTOS, 2018, p.28). Possui uma abordagem qualitativa, pois busca proporcionar uma melhor visão e compreensão do contexto do problema, ou seja, ela é caracterizada pela “não preocupação com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social ou de uma organização” (GERHARDT E SILVEIRA, 2009, p.31).

Quanto a revisão de literatura, de acordo com Lakatos e Marconi (2003), é através das referências bibliográficas que o pesquisador possui o acesso direto a todos os tipos de estudo sobre determinado assunto, sejam eles escritos, falados, gravados, etc., possibilitando assim um embasamento teórico mais apurado. Segundo Minayo (2000), a análise de conteúdo vem sendo muito utilizada e a autora aponta as suas três finalidades em: compreender os dados coletados, confirmar ou negar os pressupostos da pesquisa e ampliar conhecimento. O estudo de caso por Martins (2008b) é muito mais que um método, ele pode ser interpretado como uma estratégia de pesquisa, e segundo Yin (2010) esse método só é considerado como estratégia exatamente por estar mais interessado no fenômeno: “como”, “porquê” e “de que forma”.

“É a pesquisa que alimenta a atividade de ensino e a atualiza frente à realidade do mundo. Portanto, embora seja uma prática teórica, a pesquisa vincula pensamento e ação” (MINAYO, 2000, p. 17). Sendo assim, a revisão de literatura e o estudo de caso são métodos essenciais para colaborar efetivamente na descrição a ser desenvolvida no artigo, visando alcançar o objetivo proposto.

Revisão de Literatura

Sustentabilidade no design

Para compreender de forma significativa a questão ambiental no planeta é necessário falar, primeiramente, sobre as relações entre o homem, os objetos por ele produzidos e utilizados e a natureza em si, pois esses três pontos são inerentes à sustentabilidade de forma geral. O cenário mundial atual, por ter se percebido em um contexto onde o meio ambiente encontra-se passível de colapsar, urgiu a necessidade de desenvolver um intelecto mais preocupado e atento aos processos, produtos e medidas sustentáveis, de forma a contribuir para uma sociedade cada vez mais eficiente e menos poluente. No período pós Revolução Industrial, o capitalismo foi se desenvolvendo nos países de forma tão dinâmica que não havia outra preocupação além de produzir com eficiência e rapidez a maior quantidade de produtos possíveis para suprir as demandas locais da época.

Muitas das consequências advindas desse período são passíveis de serem analisadas do ponto de vista contemporâneo: a falta do pensar e agir para um desenvolvimento sustentável deixou sequelas para a geração futura – vivemos a era do aquecimento global, da grande poluição das águas e do ar, das catástrofes ambientais, dos desmatamentos, da grande produção de lixo e, conseqüentemente, dos imensos aterros e lixões à céu aberto. “Os prejuízos ao meio ambiente foram tão vultosos ao longo dos anos que seus efeitos retornam ao homem, alterando o ecossistema e prejudicando a vida humana.” (RODRIGUES; BELLIO; ALENCAR, 2012, p.95).

A definição de sustentabilidade mais difundida é a da Comissão Brundtland (WCED, 1987), a qual considera que o desenvolvimento sustentável deve satisfazer às necessidades da geração presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras. Essa definição deixa claro um dos princípios básicos de sustentabilidade, a visão de longo prazo, uma vez que os interesses das futuras gerações devem ser analisados (CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008, p. 289).

Uma vez que a indústria da construção civil é a responsável por mais de 50% dos resíduos sólidos de acordo com o CIB (2002), fez-se necessário pensar na inserção da sustentabilidade de forma ainda mais prática, visando reduzir os impactos ambientais sem perder a qualidade no resultado final dos produtos, mantendo (e regenerando, se possível) o meio ambiente para as gerações futuras e, tudo isso, com custos baixos – levando em conta o tripé da sustentabilidade.

A primeira pergunta é: “Como fazer isso?”. Através do design estratégico, Manzini (2008) traz parte dessa resposta, uma vez que ele busca conceber e desenvolver novas soluções que sejam sustentáveis e que pos-

sam ser implementadas, de fato, em nossa sociedade. A outra parte da resposta se dá na ação de fato, na resposta da pergunta literalmente: quando se fala de sustentabilidade na construção civil, é preciso pesquisar e testar, pois errar e acertar fazem parte do processo até que o resultado esperado (ou um resultado melhor) seja obtido. Uma segunda pergunta pode ser feita quase que de imediato: “Por onde começar?”. Um bom começo seria partir do pressuposto que desde a concepção de um produto é possível implementar a sustentabilidade, ou pelo menos tentar. “Usar materiais não exauríveis (esgotáveis), usar materiais não prejudiciais (danosos, perigosos), usar materiais reciclados, usar materiais recicláveis, usar materiais renováveis, escolha de técnicas de produção alternativas, e pouca geração de resíduos.” (LIMA; NORONHA; SANTOS, 2018, p. 40).

O papel do designer quanto à sustentabilidade é essencial nesse processo e pode ser entendido como aquele que, “ligando o que é possível tecnicamente/tecnologicamente ao que é ecologicamente necessário, faz surgir novas propostas que sejam apreciáveis na área social e cultural” (MACEDO; FACHINETTO; NASCIMENTO, 2006, p. 1). Coletti et al. (2016), por exemplo, falam sobre a importância da reciclagem e reuso de resíduos no processo de fabricação de um tijolo sustentável, mais especificamente utilizando o lodo cerâmico, desenvolvendo testes em uma fábrica italiana.

Em 2006, Ézio Manzini definiu o termo Ecodesign e apresentou o conceito do ciclo de vida de um produto como sendo um ciclo de “trocas (*input e output*) entre o ambiente e o conjunto dos processos que acompanham o ‘nascimento’, ‘vida’ e ‘morte’ de um produto.” (MANZINI; VEZZOLI, 2002, p. 91). Esse conceito fez com que os profissionais passassem a refletir sobre todas as etapas do processo de produção: desde a escolha dos materiais até o seu descarte, visando também o possível reaproveitamento após o uso do produto, iniciando-se então um novo ciclo e uma nova função. Assim como os autores citados anteriormente, diversos pesquisadores seguem buscando conhecimento acerca da sustentabilidade através da reciclagem, do reuso de resíduos e de formas diferentes de produção e/ou aplicação de um produto nas etapas de uma construção, visando o reaproveitamento de materiais como uma das maneiras possíveis de reduzir os impactos ambientais.

Reaproveitamento de resíduos

De acordo com Chaves e Fonseca (2016), ainda são recentes os estudos sobre a inovação social que possuem o tripé da pesquisa, ensino e extensão do design para a sustentabilidade, área de estudo que vem sendo fomentada no intuito de gerar um embate com os padrões atuais de consumo e produção para então, repensá-los. A necessidade de (re)pensar o design de forma responsável surgiu há mais de 50 anos com Victor Papanek, um dos precursores do design para sustentabilidade, tendo como uma de

suas principais (e mais marcantes) obras o livro “*Design for the real world*” publicado em 1971. As discussões sobre “uso vs. venda”, “estética vs. funcionalidade”, etc., são discussões que Victor Papanek abordou ao longo dos anos trazendo o designer como um dos profissionais responsáveis pela grande quantidade de lixo gerado no planeta.

Na visão do autor, o designer deveria fazer o máximo com o mínimo ao invés de aceitar o que todos foram ensinados a fazer: desenvolver um produto apenas para satisfazer o mercado de consumo sem se importar com os impactos que ele poderia causar (ambiental e socialmente falando). Victor Papanek criou projetos à baixos custos, visando tecnologias alternativas e que reverberam na sociedade até hoje, pois desde a década de 70 ele já enxergava muito além.

Desde 1960 vem sendo estudado que o “não pensar no depois” dos profissionais de diversas áreas acabaria por levar a um colapso ambiental. “Evitar a falência das estruturas de sustentação dos ecossistemas, voltar a ‘caber’ na biosfera, só será possível se desmontarmos a engrenagem socioeconômica expansiva que moldou nossas sociedades desde o século XVI.” (MARQUES, L., 2018, sinopse). Portanto, fez-se necessário não apenas pensar no design para a sustentabilidade, mas para além da teoria, agir. A inovação social surge como essa ação: novas maneiras de pensar, produzir e viver.

O designer nos processos de inovação social para a sustentabilidade torna-se o protagonista e articulador de uma ampla rede de atores que contribuem direta ou indiretamente para o desenvolvimento de estratégias, para a difusão, transformação e reinterpretação contextual de ideias inovadoras na perspectiva da sustentabilidade, (...) (CIPOLLA, 2017, p.85).

De acordo com Manzini (2008), existem dois principais segmentos para direcionar e mover o design rumo à sustentabilidade: abordagem estratégica do design e cumprir os critérios para a sustentabilidade. Estes critérios para a sustentabilidade são, segundo Manzini (2008): consistência com os princípios fundamentais e éticos relacionados às pessoas e sociedade, baixa intensidade de energia e material e alto poder regenerativo. Um exemplo a ser seguido é o de Winarno (2019) que apresenta em sua pesquisa uma análise comparativa de custo e resistência de um bloco de concreto, tendo integrado em sua composição um novo material: a casca do arroz, uma matéria-prima local, abundante e que não tinha um destino de reuso, apenas de descarte. O reaproveitamento de resíduos se encaixa na inovação social em todos os aspectos e, por isso mesmo, muitas pesquisas no design (e em outras áreas afins) vêm sendo desenvolvidas com um único objetivo: a sustentabilidade.

(...) a corrente da sustentabilidade entende ainda que poluição é uma forma de desperdício e ineficiência dos processos produtivos pela perda de matérias primas e insumos, na fabricação de produtos. Assim a busca da qualidade ambiental passa pela concepção do produto e do próprio processo produtivo, através de gerenciamento de resíduos, utilização de forma consciente das matérias-primas, minimização do consumo energético e dos insumos necessários ao processo (LERÍPIO apud MAURO e BORBA, 2008, p.6).

O reaproveitamento de resíduos é um estudo que vem sendo aprofundado cada vez mais dentro da inovação social. Explorando um pouco mais sobre os tipos de resíduos gerados no planeta, existem os resíduos da construção civil, os industriais, hospitalares, nucleares e, por fim, os resíduos sólidos. Para uma boa gestão e utilização destes resíduos como matéria integrante na concepção de um novo produto, faz-se necessária a implementação dos três R's: redução, reutilização e reciclagem, segundo Silva e Joia (2008).

As três pesquisas de mestrado desenvolvidas na UFMA através do PPGDg (duas já concluídas e uma em andamento) que fazem parte do estudo de caso deste artigo, servem de exemplos para ilustrar os três R's: a primeira é de um bloco de solo-cimento a partir de resíduos da construção civil – pesquisa desenvolvida por Julyana da Silva Lima (LIMA, 2019), a segunda e terceira sobre a reciclagem do resíduo de bauxita (lama vermelha) em ladrilhos hidráulicos – pesquisa desenvolvida por Rodrigo Martínez Torres (TORRES, 2020) e em telhas – pesquisa que vem sendo desenvolvida por Mayara Maluf Gomes (em andamento 2020-2022).

Trazendo-as como estudos de caso, pode-se afirmar que segundo a pesquisa de Torres (2020), os ladrilhos hidráulicos com o resíduo de bauxita conseguem igualar o resultado final (e em alguns casos específicos até superar) a qualidade do produto original, minimizando assim os impactos ambientais e utilizando um resíduo que o Brasil possui em abundância e que por muito tempo foi considerado como “inaproveitável”, acumulando mais de 37 milhões de toneladas por ano, de acordo com ABAL (2017). Assim como o resíduo de bauxita é encontrado em grande escala no Brasil, os resíduos da construção civil também o são:

(...) o reaproveitamento de resíduos de construção e demolição em composições de solo-cimento possibilita o surgimento de alternativas construtivas viáveis, tanto do ponto de vista tecnológico quanto ecológico. Além de propor uma destinação mais adequada à grande demanda de resíduos resultantes da indústria da construção civil, proporciona a redução de impactos ambientais resultante do processo de fabricação de tijolos cerâmicos tradicionais (LIMA, 2019, p. 112).

Estas são duas pesquisas já concluídas (dentre outras do PPGDg) que reafirmam a importância do estudo de resíduos nos processos de concepção de um produto com resultados finais eficazes, viabilizando assim um novo passo não apenas na sustentabilidade para a construção civil, mas especialmente na sustentabilidade para o design, no desenvolvimento de estudos de materiais, processos e tecnologias, uma vez que é através das pesquisas em design (sustentável) e da inovação social que novas formas de pensar tiveram o seu pontapé inicial, percorrendo caminhos até então inimagináveis – fazer do “lixo”, do “descartável” e do “inaproveitável” uma nova fonte de materialidade, de qualidade de vida e de ciência. O tópico seguinte abordará de forma mais aprofundada as três pesquisas de mestrado no estudo de caso.

Estudo de caso

Compósito de solo-cimento e resíduos de construção e demolição: perspectivas de materiais sustentáveis

A pesquisa intitulada “Compósito de solo-cimento e resíduos de construção e demolição: perspectivas de materiais sustentáveis” foi desenvolvida pela autora Julyana da Silva Lima. O seu objetivo geral é:

Obter um compósito constituído pela mistura dos materiais do tijolo de solo-cimento e a adição de resíduos de construção e demolição (RCD) através de sua avaliação de viabilidade técnica, visando aplicação futura em blocos não-estruturais de alvenaria para habitações populares na Ilha de São Luís (LIMA, 2019, p.20).

A metodologia da pesquisa divide-se em três etapas: fundamentação teórica, experimentação e análise de resultados. A autora parte da hipótese que busca “verificar a eficiência do material resultante da mistura de solo-cimento e resíduos de construção e demolição (RCD) em compósitos” (LIMA, 2019, p.20) no intuito de aplicação futura para Habitação de Interesse Social na cidade de São Luís no estado do Maranhão, além da sua contribuição científica na produção de materiais no setor da construção civil que possam ser desenvolvidos a partir da reciclagem. Os métodos utilizados nas etapas do experimento (maior parte da pesquisa) são:

Preparação dos resíduos e solos (seleção, limpeza, trituração, mistura); ensaios granulométricos para caracterização do solo; definição do traço para a mistura dos materiais; moldagem dos corpos de prova; cura dos corpos de prova; e os ensaios físicos: retração, absorção de água e resistência à compressão simples. Os procedimentos realizados em laboratório avaliarão as variáveis das composições de solo-cimento e RCD (LIMA, 2019, p.81).

Na sua conclusão, Lima (2019) afirma que de acordo com a análise geral dos corpos de prova desenvolvidos em laboratório, é possível reiterar a possibilidade de confecção de materiais de vedação alternativos aos que tradicionalmente já são utilizados, no intuito de contribuir com as necessidades socioeconômicas locais, especialmente as Habitações de Interesse Social. Assim como “o sucesso obtido nos ensaios estimula a fomentação de novos estudos e melhorias nos compósitos para que a aplicação em blocos se torne uma realidade mais concreta.” (LIMA, 2019, p.112).

Reciclagem de resíduos da bauxita em ladrilhos hidráulicos

A pesquisa intitulada “Reciclagem de resíduos da bauxita em ladrilhos hidráulicos” foi desenvolvida pelo autor Rodrigo Andrés Martínez Torres. O seu objetivo geral é:

Tem-se como objetivo geral fornecer subsídios técnicos, com vistas à viabilização do uso de resíduo da bauxita como agregado fino, para a confecção de composições cerâmicas para pavimentação, determinando as questões do design sustentável por meio de ensaios de propriedades físico-mecânicas e químicas (TORRES, 2020, p.21).

A metodologia da pesquisa se divide em três etapas: revisão bibliográfica, produção de corpos de prova e ensaios de comportamento mecânico e análise de resultados. Os procedimentos metodológicos para a produção dos corpos de prova foram os testes de: resistência à compressão axial e flexão, análise de fluorescência de raios X-FRX, análise de difração de raios X, granulometria ou análise granulométrica e teste de flexão para ladrilho hidráulico. De acordo com Torres (2020), as propriedades físico-químicas do resíduo foram enfatizadas na pesquisa levando em consideração o objetivo do estudo de substituir parcialmente a areia como agregado fino na confecção de ladrilhos hidráulicos, e avaliar seu comportamento quanto ao uso.

Na sua conclusão, o autor afirma que:

São factíveis os produtos cerâmicos feitos com acréscimo de resíduo de bauxita reciclado, visto que conseguem igualar ou superar os padrões em alguns casos específicos, encapsular o PH da lama vermelha e permitir outro modo de disponibilizar esse rejeito de uma forma limpa e ecológica, além de ajudar a diminuir o impacto ambiental, cumprir com os requisitos do Design Sustentável e viabilizar o uso de resíduo da bauxita como agregado fino para a confecção de composições cerâmicas para pavimentação (TORRES, 2020, p.87).

Perspectivas no design sustentável: uma análise comparativa entre telhas convencionais e telhas de concreto com resíduo de bauxita

A pesquisa “Perspectivas no design sustentável: uma análise comparativa entre telhas convencionais e telhas de concreto com resíduo de bauxita” está em fase de desenvolvimento pela autora Mayara Maluf Gomes, cujo objetivo geral é:

Analisar de forma comparativa as telhas convencionais e a telha de resíduo de bauxita (a partir de um experimento já realizado), obtendo subsídios teóricos para avaliar os resultados obtidos em laboratório quanto à qualidade final do produto, no intuito de viabilizar a sua aplicação em Habitações de Interesse Social e/ou Moradias Populares no Maranhão (GOMES, 2021, p.15).

A metodologia da pesquisa divide-se em três etapas: revisão bibliográfica, análise comparativa entre as propriedades físico-químicas das telhas convencionais (telhas cerâmicas) e telhas de concreto com resíduo de bauxita e avaliação a possibilidade de aplicação no segmento popular. Este trabalho terá como estudo de caso os resultados da pesquisa do autor Paulo Rafael Nunes e Silva, mestrando da Universidade Federal do Pará, UFPA, que aborda o tema na linha de telhas de concreto com resíduo de bauxita. Com os resultados, Mayara Maluf Gomes desenvolverá uma análise comparativa entre as telhas convencionais e a telha de concreto com resíduo de bauxita no intuito de futura aplicação em Habitação de Interesse Social e/ou Moradias Populares.

Discussão

O tópico anterior é apenas uma síntese das três pesquisas abordadas no estudo de caso que explana os respectivos objetivos, as metodologias utilizadas e os resultados encontrados. É necessário compreender a sustentabilidade para além do senso comum que a enxerga apenas como meio de incentivar a preservação ambiental. Esses estudos nos mostram exatamente como o design para a sustentabilidade engloba o tripé que envolve a sustentabilidade econômica e social juntamente à ambiental para que, no futuro, possa de fato haver uma sociedade mais preocupada, que repensa os seus meios de produção e consumo visando a sustentabilidade no planeta: o meta-objetivo da geração atual.

O estudo de resíduos é um exemplo de inovação social que repensa o ciclo de produção desde a concepção de novos produtos a partir da escolha de materiais, da reciclagem de resíduos e do reaproveitamento de matéria-prima local, por exemplo, e que segue em constante estado de fomentação

devido à sua importância dentro das pesquisas em design voltadas para a sustentabilidade, pois é uma área que dialoga com profissionais de diversas áreas e com infinitas possibilidades.

O estudo de pesquisas já realizadas é essencial para o embasamento teórico mais assertivo de uma dissertação, que serve para o desenvolvimento de qualquer contribuição científica: artigos, monografias, capítulos de livros, teses, entre outros. No caso da dissertação da Mayara Maluf Gomes (primeira autora deste artigo), foi essencial o conhecimento e aprofundamento no assunto de materiais a partir das dissertações dos autores Rodrigo Torres e Julyana Lima, pesquisas desenvolvidas no PPGDg UFMA nos últimos quatro anos.

Estas dissertações são estudos relevantes não apenas por apresentarem os objetivos alcançados e pela aproximação dos temas abordados, mas por permitirem à autora um novo olhar sobre as metodologias utilizadas, os métodos adotados, o desenvolvimento da pesquisa em si e, especialmente, o referencial teórico.

O quadro 1 tem o intuito de deixar uma lista com as dissertações desenvolvidas no PPGDg UFMA ao longo dos anos, como contribuição para este artigo e com ênfase em estudos voltados sobre materiais de modo geral, para que futuros pesquisadores possam acessá-la e assim encontrar estudos que também possam embasar teoricamente a sua pesquisa e impactá-la positivamente, como foi o caso citado no tópico anterior que conta com o relato do desenvolvimento da dissertação de Gomes a partir das dissertações já concluídas da Lima (2019) e de Torres (2020), frisando mais uma vez a importância da continuidade das pesquisas em design quando fala-se sobre Materiais, Processos e Tecnologia – linha de pesquisa que guia os estudos aqui mencionados.

Quadro 1. Dissertações do PPGDg UFMA com ênfase em materiais e sustentabilidade

Fonte: Os autores, 2021

Autor(a) PPGDg – UFMA	Título da pesquisa
Glauba Alves do Vale Cestari	Cerâmica do quilombo de Itamatatuiua: interações do design com o artesanato voltadas à sustentabilidade (2014)
Karoline de Lourdes Monteiro Guimarães	Análise da adição de resíduo de ossos bovinos e rochas ornamentais em massa cerâmica branca para utilização em processos de conformação (2015)
David Guilhon	Análise da adição de resíduos de rochas ornamentais em massa cerâmica vermelha para a utilização em processos de conformação por prensagem (2016)
Jamerson Araújo Farias	Avaliação de compósito obtido de resíduos da construção civil e PET (2016)
Francisco Armond do Amaral	Bloco de adobe: efeitos da adição de fibra do epicarpo do babaçu (2017)

Julyana da Silva Lima	Compósito de solo-cimento e resíduos de construção e demolição: perspectivas de materiais sustentáveis (2019)
Mauro Souza Reis	O aproveitamento do resíduo sólido de polietileno de baixa densidade na produção de ladrilhos hidráulicos (2019)
Railde Paula Diniz Araujo	Desenvolvimento de vidro cerâmico mediante incorporação de resíduos sólidos (2019)
Samuel da Silva Miranda	A tradição do punhado: avaliação da incorporação da cinza de taqui-pé (<i>Triplaris</i> sp.) em argila vermelha na produção artesanal
Rodrigo Martínez Torres	Reciclagem de resíduos da bauxita em ladrilhos hidráulicos (2020)
Caroline Pedraça Santos	Experimento com resíduos de juçara: design participativo e práticas de correspondências na comunidade do Maracanã – MA (2021)
Mayara Maluf Gomes	Perspectivas no design sustentável: uma análise comparativa entre telhas convencionais e telhas de concreto com resíduo de bauxita (2022)

Considerações finais

Para além de ser “apenas” importante, é urgente a continuação e investigação das pesquisas em design voltadas para a sustentabilidade no Maranhão, pois existem múltiplas áreas de estudos que ainda podem (e devem) ser desenvolvidas no estado. A Amazônia Legal, segundo Oeco (2014), é um exemplo de iniciativa que visa promover o desenvolvimento social e econômico dos estados que fazem parte da região amazônica, minimizando impactos negativos no meio ambiente, preservando os biomas locais, as comunidades indígenas e as unidades de conservação. O Maranhão possui 181 municípios integrantes neste projeto e, de acordo com o IBGE (2020), é a maior quantidade dentre os outros 8 estados. Portanto faz-se necessário aproveitar ao máximo todas as oportunidades que fomentem o ensino, pesquisa e extensão em prol de iniciativas que visem a sustentabilidade (como a Amazônia Legal), e o designer pode contribuir de forma efetiva para isto, não apenas através do levantamento e aproveitamento de pesquisas já desenvolvidas, mas gerando novas práticas que, através da inovação social, se aprofundem em resíduos e materiais.

No total, foram três estudos abordados neste artigo que caminham juntos em busca de novas soluções e resultados que contribuam para a sustentabilidade. São pesquisas que visam o desenvolvimento de novos pro-

duto à um custo mais baixo, utilizando resíduos e, seguindo o design sustentável, miram a inovação social como grande aliada nos seus processos e possíveis aplicações, as quais também ajudem a solucionar/minimizar problemas sociais contemporâneos. Portanto, pode-se concluir que esse contato (e aproximação) com estudos similares – especialmente no mesmo Programa de Pós-Graduação – que abordam um mesmo tema de formas diferentes, gera um impacto positivo em novos pesquisadores.

O objetivo proposto neste artigo foi obtido, pois aqui refletimos sobre a busca da sustentabilidade através do estudo de materiais e resíduos, estudos estes que vêm sendo fomentados através da inovação social. A metodologia sugerida teve um importante papel para que o objetivo fosse alcançado, pois através da revisão de literatura e do estudo de caso de três pesquisas, foi possível gerar reflexões acerca do tema abordado de modo a gerar contribuições na literatura, assim como incentivar e impactar positivamente novos pesquisadores. A sustentabilidade segue sendo a força-motriz de muitos estudos no design e é inquestionável o quanto as pesquisas vêm avançando ao longo dos anos em busca de soluções inovadoras para uma sociedade mais sustentável.

Referências

Amazônia Legal. IBGE, 2020. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

Associação Brasileira de Alumínio - ABAL. **Relatório Bauxita. Bauxita no Brasil: mineração responsável e competitividade**. 2017. Disponível em: <http://www.abal.org.br/downloads/ABAL_Relatorio_Bauxita_2017_1.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

CHAVES, Liliane; FONSECA, Ken. “Design para inovação social: uma experiência para inclusão do tema como atividade disciplinar”. **DAPesquisa**, Florianópolis, v. 11, n. 15, p. 130-146, 2016. DOI: 10.5965/1808312911152016130. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/6747>>. Acesso em: 29 jun 2021.

CIB - Conselho Internacional de Construção (INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION – CIB United Nations Environment Programme International Environmental Programme International Environmental Technology Centre UNEP-IETC). **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document**. Boutek Report No Bou/E0204, Pretória, CIB/UNEP-IETC, 2002.

CIPOLLA, Carla. **Ecovisões sobre Design para inovação social. Ecovisões projetuais: pesquisas em design e sustentabilidade no Brasil**. São Paulo: Blucher, p. 83-86, 2017. ISBN: 9788580392661, DOI 10.5151/9788580392661-10.

CLARO, P. B. de O.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração**, [S. l.], v. 43, n. 4, p. 289-300, 2008. DOI: 10.1590/S0080-21072008000400001. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rausp/article/view/44483>>. Acesso em: 22 jun. 2021.

COLETTI, Chiara. et al. Use of industrial ceramic sludge in brick production: Effect on aesthetic quality and physical properties. **Elsevier**, p. 219-227, 2016. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.096>. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/conbuildmat>. Acesso em: 06 jul 2021.

GERHARDT, T. E. (org.); SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.

JOHN, Vanderley. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2004. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310p.

LIMA, Julyana da Silva. **Compósito de solo-cimento e resíduos de construção e demolição: perspectivas de materiais sustentáveis**. 2019. 146p. Programa de Pós-Graduação em Design. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

LIMA, Julyana; NORONHA, Raquel; SANTOS, Denilson. “Materiais que geram novos materiais: uma percepção simbólica sobre os compósitos”, p. 36-48. In: **Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design (2018)**. São Paulo: Blucher, 2019. ISSN: 2318-6968, DOI 10.5151/ped2018-1.1_ACO_05

MACEDO, Fernanda Busnardo; FACHINETTO, Marina; NASCIMENTO, Marilzete Basso. Sustentabilidade como Requisito de Design. In: **VII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, Anais do VII Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Paraná: UFPR, 2006, p. 1-11.

MANZINI, Ezio. **Design para inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2008, 104p.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002. 366p.

MARQUES, Luiz. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2018, 736p.

MARTINS, G. A. **Estudo de Caso – Uma Estratégia de Pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008b.

MAURO, Carlos; BORBA, Carlos. “A influência da sustentabilidade no processo de design de produto”, p. 1-12. In: **ENSUS 2008 - II Encontro de Sustentabilidade em Projeto**. Florianópolis: UFSC, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/221945>. Acesso em: 07 jul 2021.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza (org). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismosustentavel/item/8059>>. Acesso em: 28 jun 2021.

O que é a Amazônia Legal. Dicionário Ambiental. **Oeco**, Rio de Janeiro, nov. 2014. Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28783-o-que-e-a-amazonia-legal/>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

RODRIGUES, Janice; BELLIO, Lílíana; ALENCAR, Camilla. “Sustentabilidade no Design: a transversalidade das teorias filosóficas e suas articulações na contemporaneidade complexa”. **ModaPalavra**, Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 95-115, 2012. ISSN: 1982-615x. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/7795>>. Acesso em: 22 jun 2021.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 1985. 121p.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduandos em design e áreas afins**. Curitiba, PR: Insight, 2018. 230p.

SILVA, Maria; JOIA, Paulo. Resíduos sólidos e sustentabilidade urbana: um problema a ser resolvido. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 33, n. 3, p. 580-589, dez. 2008.

TORRES, Rodrigo Martínez. **Reciclagem de resíduos da bauxita em ladrilhos hidráulicos**. 2020. 94p. Programa de Pós-Graduação em Design. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2020.

WINARNO, Setya. “Comparative Strength and Cost of Rice Husk: concrete block”, p. 1-10. In: **EDP Sciences**, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.07.096>. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/conbuildmat>. Acesso em: 27 maio 2021.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

Recebido: 05 de agosto de 2021.

Aprovado: 07 de agosto de 2021.