

Potencial inovativo do solo-cimento autoadensável para aplicação em habitações rurais

Innovative potential of self-compacting soil-cement for application in rural housings

¹Luciane Cleonice Durante, ²Paulo César Venere, ³Taisa de Deus Bacani, ⁴Tiago Augusto Zanaty Bellé, ⁵Yasmin Rhayara Ferreira Arcanjo

¹Doutora em Física Ambiental, docente da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá -MT (luciane.durante@ufmt.br)

²Doutor em Genética e Evolução, docente do Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá -MT (paulo.venere@gmail.com)

³Graduanda em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Mato Grosso (taisabacani@gmail.com)

⁴Graduando em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Mato Grosso (tiago.zanaty@outlook.com)

⁵Graduanda em Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Mato Grosso (yasminrhayara@gmail.com)

RESUMO: As moradias são consideradas fatores de influência na permanência do assentado da reforma agrária no lote. Para sua construção, os beneficiários da reforma agrária acessam recursos do crédito habitacional e, no entanto, devido à insuficiência desse montante e à falta de orientação técnica, as moradias apresentam baixo grau de consolidação e qualidade construtiva. Diante desse contexto, tem-se por objetivo analisar o potencial de aplicação de um sistema construtivo em Solo-Cimento Autoadensável (SCAA) como uma proposta ambiental e economicamente mais sustentável para essas moradias e, também, de elevado grau de consolidação inicial, já que é executado em uma única etapa. A metodologia consiste na elaboração de diagnóstico dos materiais utilizados nas moradias encontradas em uma amostra de 25 150 lotes, e de um diagnóstico do estado da arte do uso do SCAA, em termos de publicações científicas e patentes, considerando a janela temporal de 2012 a 2022. Os resultados evidenciam que as moradias nos lotes pesquisados são construídas essencialmente em alvenaria, bem como identificam inovações em termos de produto e processo passíveis de serem incorporadas no SCAA compatíveis com a realidade brasileira.

Palavras Chave: Assentamentos da reforma agrária. Crédito habitacional. Materiais inovadores.

ABSTRACT: The dwellings are considered influencing factors of the settler's permanence on the Brazilian agrarian reform lots. For their construction, the settlers access habitational credit resources, however, due to the insufficiency of this amount and the lack of technical guidance, the dwellings present a low degree of consolidation and constructive quality. Based on this context, the objective is to analyze the potential application of a constructive system in Self-Compacting Soil-Cement (SCSC) as an environmentally and economically more sustainable proposal for these residences, and, also, with a high degree of initial consolidation, since it is performed in a single step. The methodology consists of the elaboration of a diagnosis of the materials used in the houses found in a sample of 25,150 lands and a diagnosis of the state of development in the use of SCSC, in terms of scientific publications and patents, considering the time window from 2012 to 2022. The results show that the houses in the surveyed lots are built essentially in masonry, as well as identifying innovations in terms of products and processes that can be, incorporated into the Brazilian reality.

Keywords: Agrarian reform settlements. Housing finance. Innovative materials.

1. INTRODUÇÃO

A reforma agrária foi implementada no Brasil em 1970, por meio do Decreto nº 1.110 (BRASIL, 1970) que instituiu o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) como o órgão responsável pela sua execução. O INCRA também é o órgão gestor do cadastro e da designação das famílias a serem assentadas, conforme estabelece o Decreto nº 91.766 (BRASIL, 1985) que regularizou o Programa Nacional da Reforma Agrária (PNRA).

Um agricultor familiar está apto a receber um lote da reforma agrária quando se

inscreve em um edital de seleção do PNRA e atende aos critérios de classificação da Instrução Normativa nº 98, de 30 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), a saber: comprovação de baixa renda no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (Cadastro Único), ou seja, possuir renda mensal por pessoa (renda per capita) de até meio salário mínimo ou renda familiar total de até três salários mínimos (BRASIL, 2022). A Relação de Beneficiários (RB) de um assentamento contém os nomes dos agricultores familiares com lotes a eles destinados.

Para os agricultores familiares assentados, a PNRA implementa ações de apoio e fixação dessas famílias nos lotes, sendo uma delas o acesso ao Crédito Habitação. Anteriormente, o crédito era destinado ao próprio agricultor familiar, que, muitas vezes, não tinha a moradia efetivada por diversas questões que passam pelo desconhecimento do processo de construir uma moradia, falta de planejamento da obra, dificuldades relativas ao planejamento e projeto da moradia, de acesso aos materiais construtivos e de assistência técnica para a construção, bem como baixo grau de educação financeira para gerir o recurso, dentre outros.

Diante disso, mais recentemente, o Crédito Habitação é oferecido por meio do cadastro de um grupo de assentados que escolhe uma entidade parceira para a prestação dos serviços de gestão dos recursos e construção das moradias. O recurso acessado pelos beneficiários é transferido para a entidade parceira e são instauradas comissões para administrar o valor recebido. A construção das moradias se dá pelas modalidades de autoconstrução (a entidade disponibiliza o material) ou autogestão (a entidade disponibiliza o recurso ao beneficiário). Para dar início às obras, o valor de 50% do recurso é disponibilizado para a entidade parceira, sendo o restante disponibilizado ao longo do processo de construção. Tal método administrativo, contribui para que haja uma boa gestão do recurso disponível por parte do assentado, com a fixação de um cronograma de pagamento estabelecido pela entidade parceira.

Este artigo aborda a moradia como um importante fator de influência na fixação do assentado da reforma agrária no lote (SOUZA, SOUZA e DURANTE, 2020; ROSEETTO *et al.*, 2020 e LIMA *et al.*, 2020) e reconhece que ações voltadas para essa moradia se encontram contempladas na política da reforma agrária brasileira, por meio do acesso ao Crédito Habitação.

Não obstante a política de crédito existente, as moradias dos assentamentos da reforma agrária possuem baixo grau de consolidação, pouca técnica na aplicação dos materiais construtivos e no dimensionamento (DURANTE *et al.*, 2022). Para melhor entendimento desse contexto, busca-se o valor do Custo Unitário Básico (CUB), do mês de julho de 2022, de uma habitação de 60m² (baixo padrão, térrea, contendo dois dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque), cujo valor é 273% maior que o Crédito Habitação em Minas Gerais, 338% em Mato Grosso e 165% em Mato Grosso do Sul (SINDUSCON, 2022), evidenciando sua insuficiência. Para viabilizar a efetiva construção dentro do recurso, as associações parceiras movimentam toda a comunidade local na busca de menores preços, doações e uso de materiais alternativos presentes na região dos assentamentos (principalmente madeira, agregados graúdos e miúdos). Deste modo, as entidades parceiras buscam materiais de menor custo e de fácil acesso e, por isso, são comumente empregadas materiais construtivos tradicionais, como alvenaria de tijolos cerâmicos, estruturas em concreto ou madeira, coberturas em telhas de barro ou fibrocimento (DURANTE *et al.*, 2022).

A problemática que se apresenta é que, diante dos poucos recursos disponibilizados pelo Crédito Habitação, se faz necessário que o sistema construtivo adotado para as moradias dos assentamentos seja de baixo custo, de elevado grau de consolidação (possa ser finalizado com o mínimo de etapas construtivas, o que impede que as habitações fiquem inacabadas) e de baixa manutibilidade (considerando que o beneficiário deve destinar poucos recursos para

aplicar na manutenção da moradia durante o seu uso). Nesse sentido, Bertolini e Carneiro (2007) orientam o uso de materiais locais, como o barro para confecção de peças de tijolos e que a compra de materiais seja planejada de forma conjunta.

Diante desse cenário, as construções em terra tem ganhado destaque, por ser uma forma de construção sustentável. Autores como Minke (2005) discorrem sobre os benefícios das tecnologias construtivas associadas à terra, como a melhoria do ambiente termohigrométrico no interior da edificação. Já o arquiteto ganhador do Prêmio Pritzker de 2022, Francis Keré, que tem como abordagem projetual a escassez de materiais e as mudanças climáticas, utiliza-se da terra por ser um material do próprio local da construção, além de valorizar a mão de obra local (ARCHDAILY, 2022). No entanto, o uso da terra como material construtivo é visto no Brasil com preconceito e representam sinônimo de baixa qualidade, insalubridade, pobreza e infecção pela Doença de Chagas, muito embora as construções em terra crua possam representar uma construção ecológica, saudável e bioclimática, desde que recebam o tratamento adequado em seus alicerces, cobertura, e sobretudo em suas paredes (SILVA, 2000).

A abordagem desse artigo visa contribuir com a proposição de inovações tecnológicas relacionadas às construções em terra na cadeia produtiva das moradias dos assentamentos da reforma agrária. Na construção civil, a inovação tecnológica pode ser definida como uma mudança que leva a uma melhoria na relação entrada-saída de produtos e processos dentro da organização ou gerenciamento de um projeto (BROCKMANN; BREZINSKI; ERBE, 2016).

Os sistemas construtivos tradicionais em terra são a taipa de pilão (terra socada em fôrmas), o adobe (tijolos de barro), o pau-a-pique ou taipa de mão (terra aplicada a uma estrutura de madeira trançada), os pães de barro (bisanças de solo dispostas umas sobre as outras), solo-cimento e solo-cal (ambos blocos compactados com cimento na composição), todos destinados aos sistemas de vedação vertical (SVV) ou paredes (CORDEIRO et al., 2019). Este estudo investiga um sistema inovador, denominado Solo-Cimento Autoadensável (SCAA), que se apresenta como uma massa líquida composta essencialmente por terra, cimento, água e aditivos que pode ser aplicada em fôrmas sem a necessidade de vibração ou compactação e não necessita de grandes espessuras. Se comparado às técnicas de solo compactado, constitui-se em um processo construtivo mais rápido e, assim como elas, pode utilizar o solo do local da construção, utiliza pouco cimento, reduzindo as emissões de CO₂ e pode agregar resíduos, tais como os da construção civil, conhecidos como RCC. Um ponto desfavorável é que o SCAA necessita de fôrmas bem confeccionadas, que evitem vazamento do material, sendo, porém, possível o reuso.

Assim, tem-se por objetivo analisar o potencial inovativo do Solo-Cimento AutoAdensável (SCAA), para fins de aplicação em SVVs de moradias de assentamentos da reforma agrária, como uma proposta ambiental e economicamente mais sustentável. Como objetivo específico tem-se diagnosticar os materiais construtivos mais utilizados nas paredes das moradias dos assentamentos, considerando as realidades dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa possui abordagem quantitativa, conforme Serra (2006), pois são extraídas e totalizadas informações sobre as moradias no banco de dados do projeto Diagnóstico para Regularização Ambiental de Assentamentos da Reforma Agrária (RADIS-UFMT) e, qualitativa, conforme Bardin (2011), pois é realizada análise de conteúdo da descrição de banco de dados de patentes.

O projeto RADIS-UFMT é desenvolvido pela Universidade Federal de Mato Grosso, em parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), cujo

objetivo é realizar diagnóstico socioeconômico e ambiental de assentamentos da reforma agrária nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Pará. Os dados do Projeto RADIS subsidiam pesquisas sobre os assentamentos em diversos temas, tais como assistência técnica (LIMA et al., 2020), desenvolvimento rural (SOUZA, SOUZA e DURANTE, 2020), acesso ao crédito (ROSSETTO et al., 2020), diagnósticos dos sistemas produtivos (DURANTE et al., 2021), dentre outros. O foco do presente estudo são as moradias dos assentamentos rurais, considerando dados coletados de 2018 a 2022.

Assim, tem-se a primeira etapa metodológica da pesquisa como a de diagnóstico das moradias dos assentamentos, com a amostra de 6.338 lotes em Minas Gerais, 11.208 lotes em Mato Grosso e 7.604 lotes em Mato Grosso do Sul. As variáveis pesquisadas são os tipos de materiais empregados nas moradias (madeira, misto, alvenaria, metálico, outros), a presença de moradia no lote e suas respectivas áreas.

Na segunda etapa metodológica, para fins de diagnóstico do potencial inovativo do SCAA realizou-se pesquisa do estado da arte de artigos científicos e patentes. A busca de artigos científicos foi realizada na plataforma de pesquisa online Web of Science, por meio das palavras-chave “soil and cement” (solo e cimento), “poured earth” (terra fluida), “rammed earth” (terra batida) e “liquid earth” (terra líquida). Como critério de seleção, excluíram-se artigos que tratavam do solo aplicado na forma compactada. As publicações encontradas foram mapeadas de acordo com o país de origem e foi elaborado um sumário das contribuições inovativas. A busca de patentes científicas, relacionadas ao SCAA, visa identificar se o domínio da propriedade criativa se relaciona ao método de preparo ou ao método de moldagem do material (fôrma). Para isto, através dos mesmos termos aplicados nos artigos, utilizou-se a ferramenta de pesquisa Orbit Intelligence (2022).

Ambos, artigos e patentes, foram analisados sob dois critérios:

a) Tipo de inovação: O Manual de Oslo (OECD, 1997) categoriza os tipos de inovação em produto, processo, marketing e organizacional. Considerando o contexto deste artigo, foi estabelecido o critério de inovação de produto (a que envolve mudanças significativas nos SVVs em terra, incluindo a incorporação de elementos ou características totalmente novas e aperfeiçoamentos importantes, que o diferem significativamente de todos os SVVs previamente produzidos), inovação de processo (a que representa mudanças significativas nos métodos de produção dos SVVs e inovação de método (refere-se à implantação de novos métodos construtivos, tais como mudanças na forma de execução dos SVVs).

b) Tipo de conteúdo: O conteúdo dos artigos e patentes foi classificado conforme sua semelhança com o SCAA, objeto de estudo. Para isto, foram criadas quatro categorias distintas de conteúdo: por composição da matéria, por estruturação do corpo, por método de aplicação da massa e pela moldagem da massa.

Com base na leitura dos artigos e na descrição das patentes, foi elaborada um texto contendo a Descrição da Propriedade Intelectual e, como produto, foi realizada análise de conteúdo, por meio do software de análise de dados da QSR International N-Vivo, versão 12, elaborando-se nuvens de palavras que apresentam a frequência de ocorrência dos termos mais utilizados. Para categorizar as palavras condensadas na nuvem foram selecionados termos de no mínimo cinco caracteres, considerando o máximo de 20 termos. Foram elaboradas nuvens referentes aos artigos, às patentes e a ambas as propriedades intelectuais. Para a elaboração das nuvens, os textos que se encontravam em francês, romeno, português e chinês foram traduzidos para o inglês por meio da plataforma DeepL: <https://www.deepl.com/translator>.

A análise da evolução temporal do tema foi feita considerando-se a quantidade de patentes e artigos publicados no recorte temporal de 2012 a 2022 e os resultados foram apresentados na forma de gráficos geoespacializados.

3. RESULTADOS

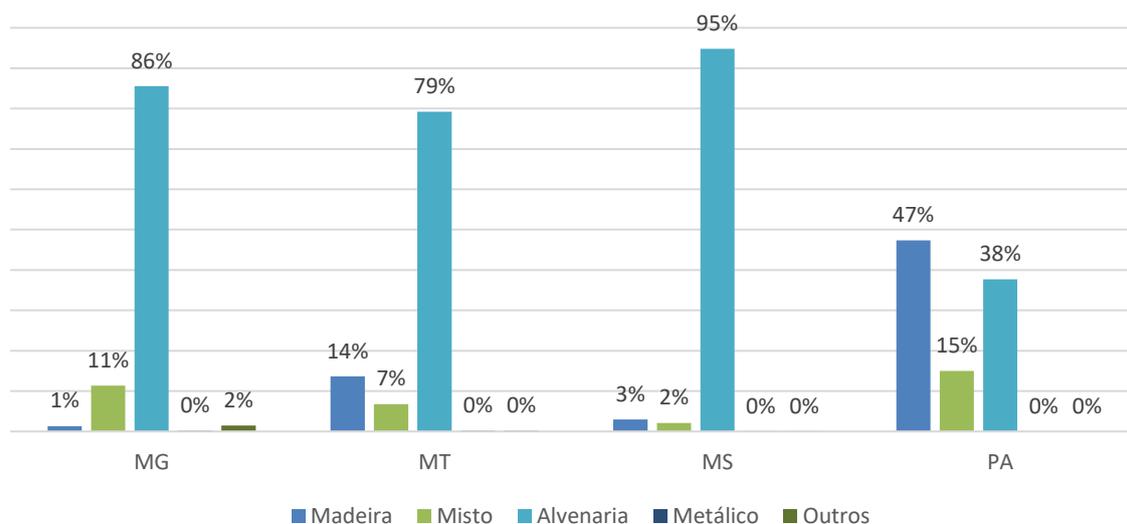
3.1 Diagnóstico dos materiais construtivos das moradias dos assentamentos

O sistema mais comumente encontrado nos assentamentos visitados, nos três estados, é o sistema de alvenaria, sendo a maior predominância em Mato Grosso do Sul, com 94% do total de residências registradas (7.685 unidades). O estado de Mato Grosso é o que mais utiliza a madeira, identificada em 13,6% das moradias pesquisadas (1.201 unidades), conforme Quadro 1 e Figura 1. Há baixa frequência do sistema construtivo metálico, assim como os sistemas denominados “Outros”, que se referem a materiais não categorizados, improvisados ou adaptados (lonas/ sacos/ chapas). Tratando do Pará, a madeira é o que mais ocorre seguido pela alvenaria, não havendo registros de construções metálicas ou outro tipo.

Quadro 1 – Sistemas construtivos e áreas das moradias.

Estado	Nº de moradias	Área total (m ²)	Área média (m ²)
MG	4988	485.424,40	97
MT	8820	1.963.801,59	223
MS	8105	1.304.336,58	161
PA	1054	113.258	107,45

Figura 1 – Sistemas de construtivos das moradias dos assentamentos da reforma agrária nos lotes visitados.



Fonte: RADIS-UFMT (2022).

Observa-se que, à medida que os assentamentos se distanciam das regiões brasileiras mais desenvolvidas, maior o número de moradias construídas com materiais disponíveis no local, como a madeira.

As dimensões das residências no estado de Mato Grosso possuem área média de 223m² equiparando-se à área estabelecida pelo CUB para residências do tipo unifamiliar de alto padrão, o que pode ser um indicativo do hiperdimensionamento da moradia ou da concentração de duas ou mais famílias em um mesmo lote.

3.2 Diagnóstico do potencial inovativo do SCAA

Foram encontradas 13 patentes e 16 artigos, apresentados no Quadro 2 de forma cronológica. Para a categoria de patentes registrou-se o número de sete métodos, cinco processos e um produto. Já para os artigos, cinco foram classificados como método, três como processo e sete como produto.

A catalogação permitiu a percepção de que a maioria do registros encontrados estão na fase de testes, de composição da matéria ou da forma/estrutura, trabalhando e consolidando o material proposto. Entretanto, o número de estudos finalizados não ultrapassa três pontos.

Quadro 2 – Classificação das propriedades intelectuais.

Autor (ano)	Descrição da Propriedade Intelectual
(P1) Alain (2010)	Método: a inovação fornece um método de preparação de um elemento vertical de fôrma, determinando a espessura da parede a ser construída e preparando uma mistura a base de terra contendo silte e/ou silte arenosa, cal viva natural ou artificial e cimento. Uma cavidade do elemento é preenchida com a massa, e este é depositado e passa pela cura. A fôrma então é removida. Utiliza-se solo franco-argiloso arenoso na proporção de 70 a 98%, a cal numa quantidade de 2% a 3% e o cimento na proporção de 3% a 15%. Uso de fibras sintéticas e naturais. Método que permite paredes de elevada altura.
(P2) Liqi et al. (2017)	Método: A invenção visa resolver os problemas de grande coeficiente de permeabilidade e baixa resistência em parede de concreto a base de argila. A fim de resolver os problemas técnicos, a nova Parede impermeável de concreto de argila fornecida pela invenção tem alta resistência e forte capacidade vedativa.
(P3) Dongyue et al. (2018)	Método: Parede ornamental a base de terra, cascalho, areia, cimento e água. O conteúdo de inovação inclui, principalmente, a proporção da mistura dos materiais, atuando como reforço estrutural em camadas, em que a proporção da mistura é o destaque em uma decoração moderna e serve como fator decisivo para saber se a estrutura da parede pode ou não ser estável e esteticamente atraente. Tratamento de infiltração. Utiliza agente de cura. Bambu como reforço.
(P4) Jun et al. (2018)	Método: a inovação fornece uma peça em taipa de terra crua com boa durabilidade, que é preparada a partir das seguintes matérias-primas, em partes por volume: 40-60 partes de terra, 25-35 partes de areia, 15-25 partes de terra quebrada pedra e 8-12 partes de solução de cola.
(P5) Vladimir, Vlad-Cristian e Andrei-Ovidiu (2018)	Processo: a inovação fornece um processo de fabricação de parede interior não portante em terra fundida para habitações ecológicas. De acordo com a invenção, a parede é constituída por uma armação de suporte com alguns elementos verticais que definem a altura, largura e espessura dos paralelepípedos, que são preenchidos por uma mistura de terra, em proporções estabelecidas de acordo com o solo do local em questão, por meios de fundição, vibração e homogeneização ultrassônica. Nas faces frontais da estrutura é colocada uma primeira demão aderente ao material de mistura de terra e uma camada de reboco à base de argila.
(P6) Jun et al. (2019)	Produto: a inovação fornece um material a base de solo adequado para a fabricação de uma parede de taipa de pilão fina. Um corpo de parede de terra bruta com a espessura de 7-10 cm pode ser preparado adotando o solo como material, e ainda, o resultado é uma parede fina e decorativa com texturas diferentes e aparência interessante.
(P7) Xianzhong (2019)	Processo: a inovação fornece um método de construção de uma parede de taipa fina com alta resistência e espessura de 40 mm-100 mm, compreendendo a fabricação de um gabarito de aço-madeira e uma quilha de aço de acordo com os requisitos, e tratamento da camada de base da superfície da parede.
(P8) Jun et al. (2019)	Processo: a inovação fornece um método de preparação de uma parede de taipa fina, incluindo colocação de um parafuso de fixação e cantoneira de aço.
(P9) Zhou et al. (2019)	Processo: Propõe reforço da fundação em concreto, inserção de barras de aço embutidas verticalmente na parede, inserção de uma camada de isolamento térmico (no centro da parede) e, ao redor, terracompactada, que serão iguais dos dois lados. Também são previstas barras de ligação em ambas as extremidades da nervura de limitação, têm porções de gancho para engatar a nervura de ligação horizontal.
(P10) Nicolas et al. (2020)	Método: método para fabricar paredes compreendendo a pulverização a seco de uma composição de um ligante e terra bruta. O aglutinante é cimento Portland ou um material pozolânico, como cinzas volantes.

Quadro 2 – Classificação das propriedades intelectuais (Continuação).

(P11) Linxue et al. (2021)	Método: a inovação fornece um método construtivo de parede de taipa que atenda aos requisitos de desempenho. Diferença da preparação comum está na inserção de uma malha de barra de aço.
(P12) Zhongtie et al. (2021)	Processo: a inovação fornece um meio construtivo de estrutura mista, de solo com madeira, onde colunas de madeira são dispostas verticalmente em conjunto com vigas de madeira cruzadas. A técnica divide uma estrutura retangular em módulos antes da construção. Os blocos são pré-fabricados e instalados direto no local.
(P13) Yongxiang et al. (2022)	Método: a inovação fornece um material de parede de solo compactado e moldado in loco, adicionando um agente solidificante de solo rochoso e aditivos necessários.
(A1) Molard, Camps e Laquerbe (1987)	Processo: O estudo apresentado refere-se a três argilas monominerais, escolhidas de forma a individualizar os parâmetros que podem intervir na evolução das propriedades dos solos estabilizados com cimento. Essas argilas são moldadas por extrusão a vácuo para obter um material de construção econômico.
(A2) Cristelo et al. (2012)	Produto: Ativação alcalina de cinzas volantes com baixo teor de cálcio para melhoria de solos graníticos residuais para uso em construções de terra batida.
(A3) Bandara, Arooz e Halwatura (2016)	Processo: o efeito do tamanho do cascalho (tamanho de partícula > 4,75mm) na resistência à compressão de painéis de concreto de lama foi verificado pela moldagem de cubos de concreto de lama de 150 x 150 x 150 mm, para diferentes faixas de tamanho de cascalho. Neste experimento, tanto a resistência à compressão do material seco, quanto do úmido, foram verificadas.
(A4) Alcantara et al. (2017)	Método: estudo de parâmetros de projeto para o solo-cimento autoadensável, fluido, de maneira que este possa ser moldado sob a ação do seu peso próprio na produção de elementos pré-fabricados. A proporção dos materiais foi adotada a partir do peso seco do solo, com teores que variaram de 20, 25, e 30% para o cimento, 41, 44 e 47% para a água e 0,66, 0,84 e 0,93% para o superplastificante.
(A5) Arooz, Halwatura e Chandra (2018)	Processo: Investigar a altura ideal de levantamento de um segmento de paredes de suporte decarga à base de lama-concreto moldado in situ auto-adensável.
(A6) Milani e Dias (2018)	Método: O solo como agregado de argamassa pode melhorar a compatibilidade físico-mecânica entre o sistema de revestimento e o substrato terra-parede, além de apresentar maior durabilidade quando estabilizado com cimento. Com base nesses conceitos, foi analisado o comportamento físico- mecânico de argamassas compostas por solo, cimento, cal e aditivos para serem utilizadas como revestimento para construções de terra. As argamassas solo-cimento que utilizam a relação solo arenoso igual ou inferior a 1:6 (na dosagem cimento: solo), apresentam potencial para aplicação como revestimento de paredes de terra.
(A7) Arrigonia et al. (2018)	Produto: Incorporação do agregado de concreto reciclado em construções com terra batida.
(A8) Shamjith e Thirugnanasambantham (2018)	Produto: O uso de gesso (plaster of Paris) no lugar do uso de cimento de Portland, para execução de vedações verticais. A taxa de resistência a umidade do gesso calcinado para suportar uma parede. Cerca de 15% de gesso calcinado como relatado para fornecer boa resistência imediatamente após a moldagem. Reforço de aço não necessário.
(A9) Arooz (2019)	Método: Parede de suporte de cargas a base de concreto e barro auto-compactável, moldada in loco. Recebe grande atenção devido às suas vantagens sustentáveis, como menor desperdício de matéria-prima, baixo custo, tecnologia de desconstrução rápida e baixo consumo de energia incorporada.
(A10) Saranya, Anand e Sharma (2019)	Produto: O uso da mistura de cinzas (parte do resíduo não combustível da combustão em uma usina, caldeira, forno ou incinerador) e de cinzas volantes, ou cinzas de combustível pulverizada como forma de liga otimizada nas construções de taipa e cimento compactados.
(A11) Simioni et al. (2020)	Método: Análise da influência da incorporação de areia de resíduos de construção civil (RCC) no comportamento físico e mecânico de misturas de solo-cimento autoadensável (SCAA), visando sua aplicação em sistema de vedação vertical monolítico. Realizou-se ensaios laboratoriais, considerando um traço inicial de solo-cimento na proporção 5:1, e mais quatro traços, em que se substituiu o solo por areia de RCC em intervalos de 25% até 100%, em massa.

Quadro 2 – Classificação das propriedades intelectuais (Continuação).

(A12) Naeini, Siddiqua e Cherian (2021)	Produto: Uso de cinzas volantes de fábricas de celulose como um material alternativo de cimentação de baixa produção de carbono. Utiliza Bentonita na composição da massa. Material monolítico.
(A13) Poorveekan et al. (2021)	Produto: O uso de casca de ovo, cinzas de casca de arroz e soda cáustica para criação de uma liga que sustente sem cimento blocos estáveis de terra.
(A14) Moura et al. (2021)	Método: o trabalho teve como objetivo caracterizar cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) e utilizá-la como material cimentício suplementar na produção de tijolos solo-cimento. A CBC foi utilizada substituindo percentuais de cimento na composição de tijolos, nas proporções de 10, 20 e 50% em massa. A caracterização química da CBC indicou a presença de sílica cristalina na forma de quartzo e cristobalita. Após a substituição parcial do cimento pela cinza, os tijolos conservaram sua resistência à compressão. Entre as composições estudadas, a substituição parcial do cimento pela CBC em 20% apresentou a maior resistência a compressão simples.
(A15) Matos e Varum (2022)	Produto: Nova forma de produto auto adensável estabilizado com materiais cimentícios e superplastificantes (cimento tipo CEM I 42.5R, enchimento de calcário e metacaulim (material pozolânico).
(A16) Parlato, Cuomo e Porto (2022)	Produto: Uso de fibras de lã de ovelha domésticas para reforçar componentes de construções de terra batida.

Pn: patente, onde n= 1 a 13 e An: artigo, onde n= 1 a 16.

Percebe-se que há destaque para o desenvolvimento do material monolítico (com exceção de Poorveekan et al. (2021), Moura et al. (2021) e Zhongtie (2021), os quais trabalham com a produção de blocos e tijolos de solo cimento. Um dos pontos mais relevantes encontrados, tanto patentário, quanto bibliométrico, é que com exceção das patentes P2, P3, P6, P7, P8 e P9 e dos artigos A9, A13, A14, os autores buscaram demonstrar como os materiais ligantes, a exemplo das cinzas volantes e fibras naturais, geraram mais resistência, mantendo a fluidez da massa.

A classificação de acordo com a semelhança do SCCA é apresentada no Quadro 3, sendo as patentes P3, P6 e P10 e os artigos A9 e A6 os que mais se assemelham ao SCAA objeto do estudo deste artigo.

Para as patentes e artigos categorizados como Composição, constatou-se que o ponto base das pesquisas era a necessidade de estabilizar a massa e gerar maior ligação química dos componentes, de modo que o resultado final fosse resistente à compressão. Como exemplo, tem-se o artigo de número 15 (A15), de autoria de Matos e Varum (2022), os quais utilizam o cimento como uma mistura do tipo CEM 142.5R, uma base calcária (LF) e matacaulim (MTK). O MTK consegue estabilizar o material, entretanto, a proporção adicionada pode ocasionar a perda da fluidez do material, já o LF mantém a massa fluída.

Com relação à categoria Estrutura, no Sri Lanka, Arooz et al. (2018) iniciaram um processo de investigação relacionado à altura alcançada por uma parede de lama-concreto e constataram que a resistência à compressão não é reduzida como o aumento da parede de solo cimento, não havendo até o momento restrição de altura na estrutura da parede. Tal estudo reforça o método de estruturação por meio do empilhamento das formas proposta por Alain (2010), na França.

Em 2021, a patente de número 12 (P12) de Zhongtie et al. (2021), forneceu um modelo estrutura construtiva dividido em módulos travados por vigas de madeira cruzadas mista, de solo com madeira, conferindo a parede de solo-cimento maior resistência.

Tratando da Aplicação, a patente (P5) de categoria Processo, de Vladimir, Vlad-Cristian e Aandrei-Ovidiu (2018) propõe que diferentes camadas de solo cimento sejam

aplicadas por meio de fundição, vibração e homogeneização ultrassônica para que a fôrma, constituída de um caixilho de madeira, seja preenchida por completo e para que o material esteja totalmente uniforme.

Para a categoria de Fôrma, as patentes P1 e P3 trazem tipos de fôrmas para solo cimento autoadensável, não tradicionais. A P1 (Método), de autoria de Alain (2010), utiliza um tipo de fôrma que permite o empilhamento dos moldes, para alcançar as alturas estabelecidas pelo projeto. Já a P3 (Método), de Dongyue et al. (2018) traz como inovação sua massa de SCAA, estruturada com fibras de bambu e para moldagem, uma fôrma que incorpora tábuas de madeira no processo construtivo. Soluções de fôrmas para o SCAA são importantes devido ao nível elevado de custo deste item. No caso de habitações rurais, tais como as implementadas no âmbito do PNRA, possibilitaria a redução de custos e maior acesso à construção em SCAA pelos beneficiários. Na mesma linha, a patente P7 (Processo) de Xianzhong (2019), trata da montagem das fôrmas (constituídas de aço, madeira e quilhas de aço) para que estas não ultrapassem vãos maiores que dez centímetros de espessura dos moldes. Outro ponto importante desta pesquisa foi o reforço estrutural (tela metálica) presente entre a massa para manter a menor dimensão possível da vedação.

Quadro 3 – Matriz das categorias de patentes e artigos.

	Composição	Estrutura	Fôrma	Aplicação
Composição	P6, P10, P13, A1, A2, A3, A4, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16	P1, P3	P1, P3	P2
Estrutura	P3	P4, P8, P9, P11	P3	P7, P12, A5
Fôrma	P1, P3	P3		P5, A3
Aplicação	P2	P7, P12, A5	P5, A3	

Durante as buscas das propriedades intelectuais foi possível encontrar soluções para os elevados índices de infiltração presente nos modelos de estudo. Foram encontradas duas patentes com estudos técnicos que comprovaram a diminuição do coeficiente de permeabilidade do solo-cimento, tais como a P2 e a P3.

A patente P2 (LIQI et al., 2017) trouxe como proposta impermeabilizante a incorporação de Bentonita Sódica, uma argila de consistência plástica obtida após a mistura de argilas impuras, que tem a tendência de gerar um efeito impermeabilizante (Brasilminas, 2022). Para aumentar a potência da impermeabilização das paredes, os autores propõem a adição de um impermeabilizante, indicado como metil silconato de sódio, que repele a água e reduz sua absorção. No Brasil, é possível verificar o uso de mistura de argilas para a impermeabilização de paredes de poços aplicada como argamassa.

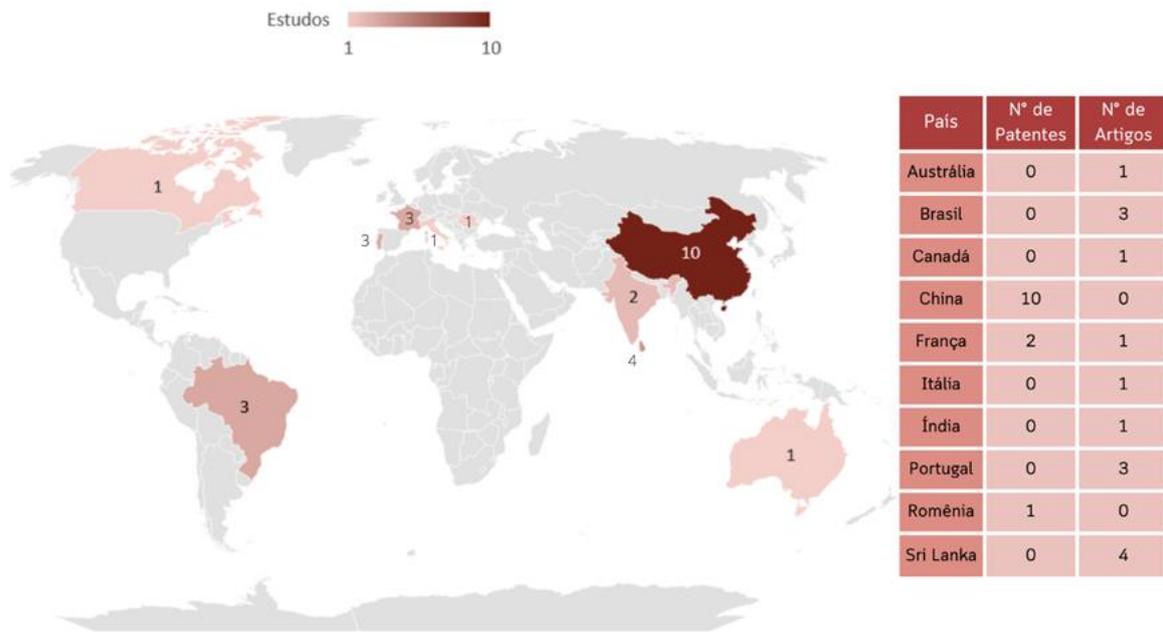
Na patente P3 (DONGYUE et al., 2018), o aditivo incorporado a massa é hidrofóbico, à base de organossilano (DOW, 2022) similar a um éter, que ligado ao oxigênio (ao invés do carbono) compõe uma molécula altamente repulsiva a água. O composto é utilizado na indústria metalúrgica como impermeabilizante de metais.

Liqi et al. (2017) e Dongyue et al. (2018), são os autores que discorrem abertamente sobre os problemas de infiltração da massa, entretanto a proposta do primeiro é a mais viável de ser aplicada no Brasil, por conta da disponibilidade da combinação de argilas. O organossilano utilizado pelo segundo não possui larga escala de fabricação, portanto sua disponibilidade é feita sobre encomenda em indústrias específicas.

A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das propriedades intelectuais pesquisadas. A maior concentração dos estudos situa-se na China onde, historicamente, o uso da terra na construção civil encontra-se presente desde os primórdios da sociedade, em consonância com a característica desse país de ser o maior detentor patentário mundial. A China ao longo dos anos aprimorou a técnica dos tijolos de barro, de modo a torná-los mais resistentes aos esforços mecânicos e às intempéries, com o que corrobora Portella (2015, apud Lourenço,

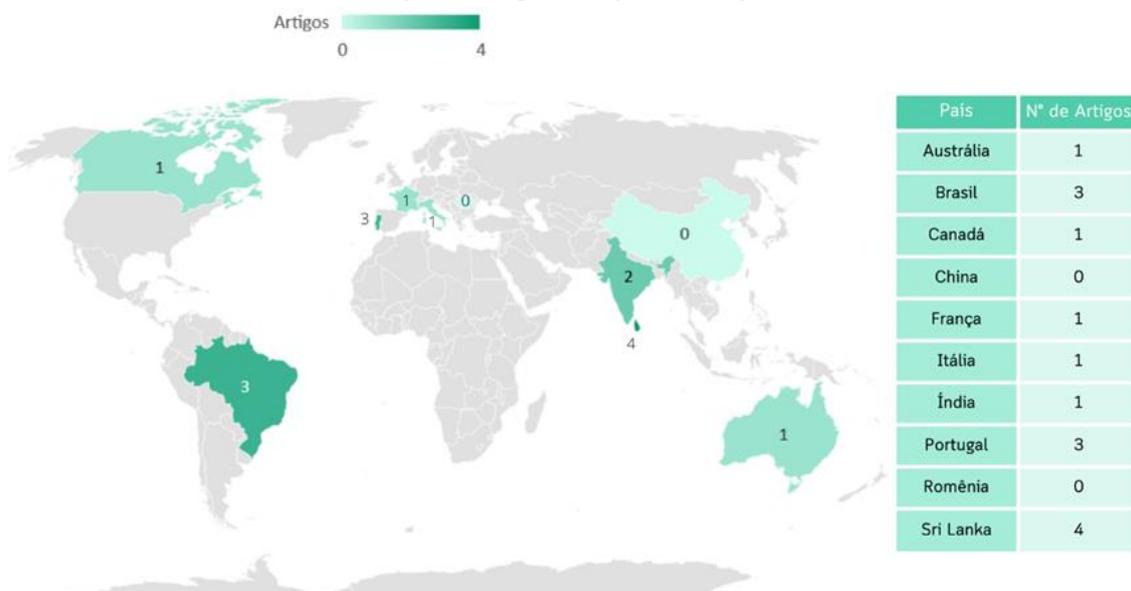
2002) quando aponta que a técnica construtiva a base de terra/argila é uma das mais antigas e abrangentes em diversos países e classes sociais. A autora demonstra o fator de durabilidade do material indicado pela presença de diferentes tipos de técnicas em Jericó, China, Mesopotâmia, Irã, Iraque e em vários lugares do continente africano, cuja existência remete a cerca de 8000 anos a.c. Tratando-se da Europa, Portella pontua que o barro era utilizado para compor muralhas e fortalezas, vedações e para cobrir a palha dos telhados afim de torná-los resistentes ao fogo (PORTELLA, 2015 apud CARVALHO e LOPES, 2012).

Figura 2 – Espacialização das propriedades intelectuais (patentes e artigos).



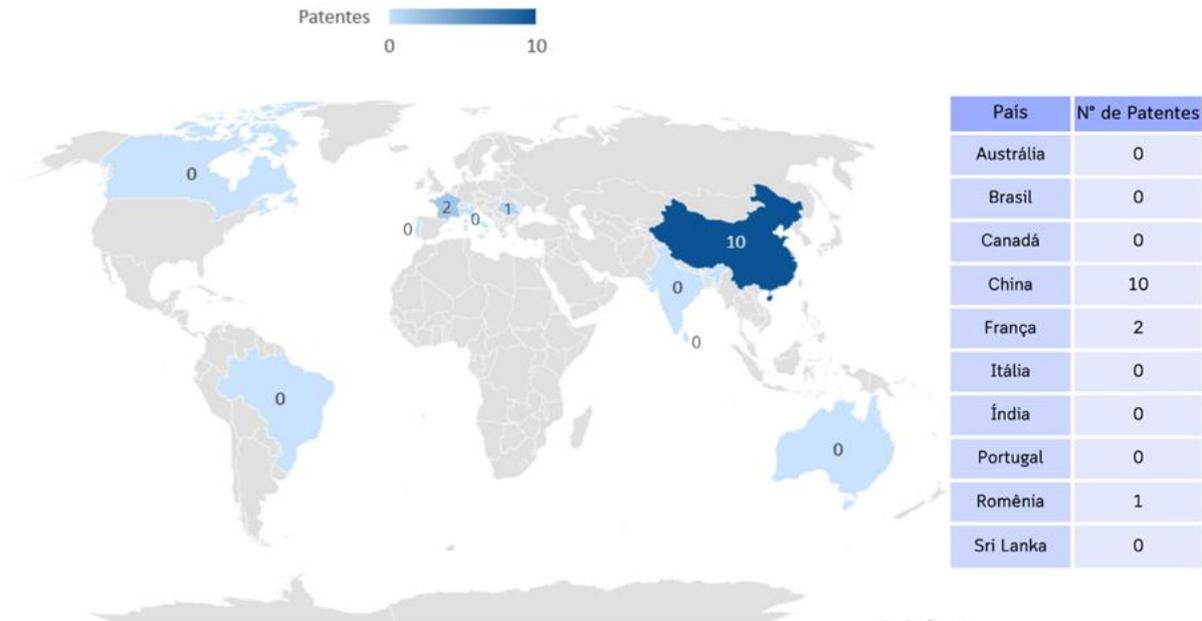
A Figura 3 apresenta, separadamente, as regiões do globo em que os artigos foram encontrados. Por meio deste mapeamento, nota-se que a maior parte dos estudos estão situados na Europa (cinco propriedades), seguida pelo Sri Lanka e Brasil. Nota-se que a predominância das pesquisas está na fase de publicações, com a totalidade de 16 artigos, sendo a maioria desenvolvidos no Sri Lanka (4), Brasil (3) e Portugal (3).

Figura 3 - Espacialização dos artigos.



Com relação às patentes registradas (Figura 4), majoritariamente, o desenvolvimento do solo-cimento como método construtivo ocorre na China, com dez patentes registradas, seguido da França, com o registro de duas patentes.

Figura 4 – Espacialização das patentes.



O estudo das palavras mais recorrentes na descrição das propriedades intelectuais encontradas é apresentado como nuvens de palavras dos artigos, das patentes e de ambos, nas Figuras 5, 6 e 7, respectivamente, em inglês e português. Nota-se que os vocábulos mais recorrentes tanto nos artigos e patentes eram earth (terra), cement (cimento), rammed (compactada), strength (força/resistência) e construction (construção), como pontos focais das pesquisas, o que indica a eficiência do solo-cimento como método construtivo e palavras como walls (paredes), blocks (blocos), formwork (formas) demonstram as possibilidades de aplicação do material.

Figura 5 – Nuvem de palavras dos artigos científicos.

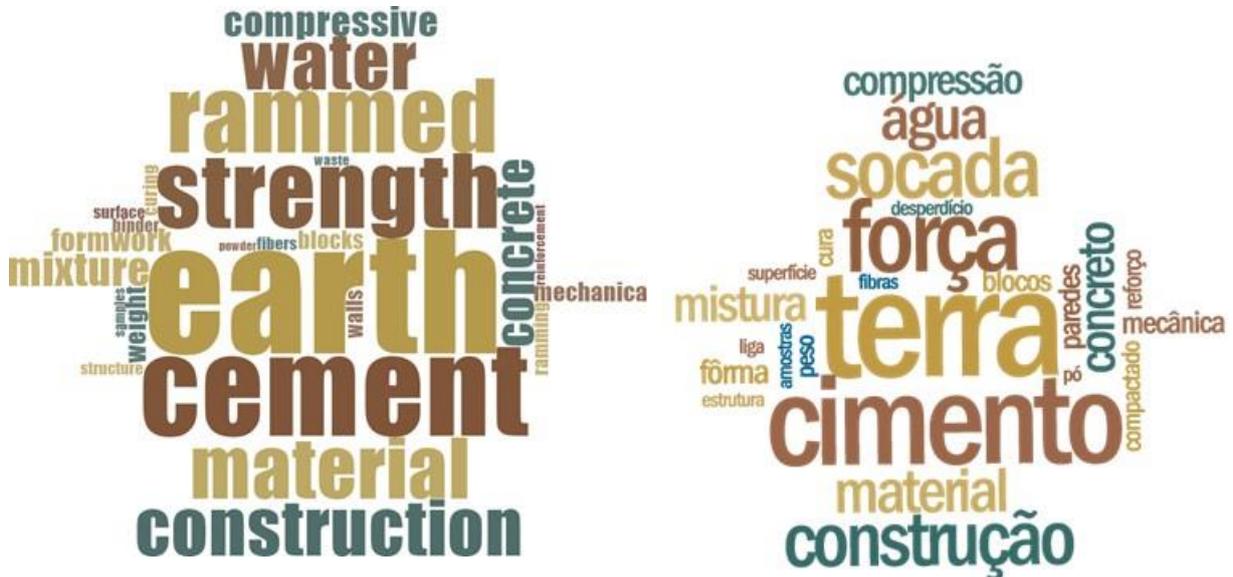


Figura 6 – Nuvem de palavras das patentes.



Ao se analisar separadamente artigos e patentes, nota-se através das palavras de maior destaque, é que nas pesquisas científicas o enfoque foi na resistência de compressão da combinação de solo mais cimento, enquanto nas propriedades patentárias a inovação do material como forma substitutiva a terra compactada, bem como a proposição de métodos de construção do solo-cimento.

Figura 7 – Nuvem de palavras dos artigos e patentes.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo buscou elaborar um panorama da técnica construtiva em SCAA, em termos de identificação das técnicas e processos construtivos mundialmente consolidados. Por meio deste panorama da utilização SCAA e suas variações, nota-se que a técnicas construtivas apresentadas na categoria de Composição são passíveis de serem aplicadas no Brasil, pois os

materiais contidos nas propriedades intelectuais podem ser encontrados ou facilmente substituídos. Entretanto, o acesso aos materiais (bentonita e organossilano) nas patentes de obras impermeabilizantes, é dificultado devido à disponibilidade.

Com relação a Estrutura, os métodos de moldagem são passíveis de serem utilizados, já que em sua proposição, materiais como aço e madeira são adotados como vigas de reforço, ou como malhas. Há casos em que são utilizados materiais ligantes como colas. Os diferentes tipos de aplicação dos materiais encontrados, tratam de técnicas para homogeneização da massa na fôrma, além de meios para maior eficiência da parede de SCAA em termos de dimensões e resistência.

No Brasil a forma utilizada para confecção do sistema de vedação SCAA é a mesma utilizada na construção de casas de concreto, de custo elevado. Parte das propriedades intelectuais alocadas neste grupo, utilizam-se de fôrmas tradicionais, entretanto, algumas propõe a utilização de formas alternativas, constituídas de madeira e bambu (materiais abundantes no país).

O ato de mapear as patentes e artigos encontrados, foi de suma importância para a compreensão do desenvolvimento das pesquisas em SCAA, vislumbrando a sua utilização na proposição de moradias de assentamentos rurais, já que, em peso, as propriedades intelectuais comprovaram a eficiência do solo cimento na resistência aos esforços, principalmente se combinado com elementos estruturais - como a madeira ou bambu.

Outro ponto de destaque, é que por meio do mapeamento elaborado, foi possível notar as deficiências e potencialidades do SCAA, tanto no aspecto de produção da massa, quanto nas fôrmas. A identificação de métodos alternativos possibilita o avanço da matéria adaptando para o contexto regional.

Por fim, a investigação patentária possibilitou reconhecer as variantes da técnica de SCAA e processos construtivos em possíveis de serem implantados no contexto nacional, por meio da apresentação de um modelo reconhecido e testado em dez países do globo, viabilizando a construção de residências econômicas e ecologicamente corretas, passíveis de ser utilizar materias disponíveis no canteiro de obras.

5. AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa é financiada pelo Projeto Diagnóstico para Regularização Ambiental dos Assentamentos da Reforma Agrária (RADIS/UFMT), desenvolvido pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), aos quais os autores agradecem.

6. REFERÊNCIAS

ALAIN, L. **Process for erecting at least one vertical wall made from earth**. Depositante: Cematerre e Le Clos Les Pedrix. Procurador: Cabinet Chaillot. FR n. EP2431545. Depósito 17 set. 2010.

ALCANTARA, M. A. et al. **Rheology and mechanical aspects of a self-compacting soil-cement in the fresh state**. Porto, 2017.

ARCHDAILY. Notícias de arquitetura. **Prêmio Pritzker divulga vídeo da cerimônia de premiação de Francis Kéré**. 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/988995/premio-pritzker-divulga-video-da-cerimonia-de-premiacao-de-francis-kere>>. Acesso em 25 set. 2022.

AROOZ, F. R.; HALWATURA, R. U.; CHANDRA, M. S. **Experimental investigation on the optimal lifting height of a self-compacting in-situ cast mud-concrete load-bearing wall segment.** Moratuwa, 2018.

AROOZ, F. R. **In-situ Mud-Concrete as a material for loadbearing walls and sustainable building practices.** Moratuwa, 2019.

ARRIGONIA, A. *et al.* **Rammed Earth incorporating Recycled Concrete Aggregate: a sustainable, resistant and breathable construction solution.** Perth, 2018.

BANDARA, D. M. H. C.; AROOZ, F. R.; HALWATURA, R. U. **Effect of Gravel size on strength of Mud-Concrete.** 2016.

BERTOLINI, V; CARNEIRO F. **Considerações sobre o planejamento espacial e organização da moradia dos assentamentos da reforma agrária no DF e entorno.** Libertas, Juiz de Fora, MG, edição especial, p. 202-226, 2007.

BRASILMINAS. Disponível em: <<https://brasilminas.net/onde-comprar-bentonita/>>. Acesso em: 13 set. 2022.

BRASIL. Decreto nº 1.110, de 09 de julho de 1970. **Criação do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 de julho de 1970. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1110.htm>. Acesso em: 24 out. 2022.

BRASIL. Decreto nº 91.766, de 10 de outubro de 1985. **Aprovação do Plano Nacional de Reforma Agrária.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 de outubro de 1985. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91766-10-outubro-1985-441738-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 25 out. 2022.

BRASIL. Instrução normativa nº 98, de 30 de dezembro de 2019. **Dispõe sobre o processo de seleção das famílias beneficiárias do Programa Nacional de Reforma Agrária- PNRA.** Diário Oficial Da União, 31/12/2019. Edição: 252. Seção: 1. Página: 50.

BRASIL. Decreto nº 11.016, de 29 de março de 2022. **Regulamentação do Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de março de 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.016-de-29-de-marco-de-2022-389579729>>. Acesso em: 25 out. 2022

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. Diretoria de desenvolvimento e consolidação de projetos de assentamentos. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.** Brasília, 2020. Disponível em <<https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/reforma-agraria/assentamentos>>.

BROCKMANN, C.; BREZINSKI, H.; ERBE, A. Innovation in Construction Megaprojects. **Journal of construction engineering and management**, v. 142, n. 11, 2016.

CORDEIRO, C. C. M.; BRANDÃO, D. Q.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A. **Construções vernáculas em terra: perspectiva histórica, técnica e contemporânea da taipa de mão**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019006, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8651212>>. Acesso em: 30 nov. 2022.

CRISTELO, N. et al. **Soil stabilization using alkaline activation of fly ash for self-compacting rammed earth construction**. Guimarães, 2012.

CUB. **CIBC: Câmara Brasileira da Indústria e da Construção**. Disponível em: <<http://www.cub.org.br/>>. Acesso em: 13 set. 2022.

DF. Distrito Federal. Secretaria de Desenvolvimento Social. **O que é o Cadastro Único**. Disponível em: <<https://www.sedes.df.gov.br/cadastro-unico/>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

DONGYUE, W. et al. **Modern landscape decoration loam wall and construction method thereof**. Depositante: Pan China Construction. Procurador: Wang Linglingn. CN n. CN108412093. Depósito: 30 mar. 2018.

DOW. **SeekTogether**. Copyright (1995-2022). Silanos e Siliconatos. Disponível em: <<https://www.dow.com/pt-br/product-technology/pt-silicone-hybrids-silanes/pg-si-silanes-siliconates.html>>. Acesso em: 13 set. 2022.

DURANTE, L. C. et al. **Atlas Socioeconômico e Ambiental: dos Assentamentos da Reforma Agrária**. 1 ed. Ananindeua, PA: Palafita Book, 2022.

JUN, M. et al. **Raw soil ramming component and preparation method thereof**. Depositante: Beijing University of Civil Engineering & Architecture. Procurador: Wang Wenjun. CN n. CN108751802. Depósito: 06 nov. 2018.

JUN, M. et al. **Production method of decorative thin-wall rammed earth wall**. Depositante: Beijing University of Civil Engineering & Architecture. Procurador: Qiao Fengjie. CN n. CN110818346. Depósito: 28 out. 2019.

LIMA, D. et al. **Assentamentos rurais da reforma agrária no estado de Minas Gerais - Brasil: Análise da política de assistência técnica e extensão rural (2008 – 2018)**. Revista Caminhos da Geografia, n. 73, v. 21, p. 380–398, 2020.

LINXUE, L. et al. **Energy-saving rammed earth wall and construction method thereof**. Depositante: Tongji University Building Design Research Institute. Procurador: Zhang Ming. Cn n. CN112459306. Depósito: 09 mar. 2021.

LIQI, L. et al. **Antiseep clay concrete cut-off wall**. Depositante: Beijing BGE Environment Technology. Procurador: Zhang Qiuyuen. CN n. CN105294032. Depósito: 29 set. 2017.

MATOS, A. M.; VARUM, H. **Self-Compacting Earth-Based Composites: Mixture Design and Multi-Performance Characterizations**, Porto, 2022.

MILANI, A. P.; DIAS, F. G. **Parâmetros de desempenho físico-mecânico das argamassas**

de solo-cimento para revestimento de construções com terra. Campo Grande, 2018.

MINKE, G. **Manual de construcción in tierra: la tierra como material construcción e su aplicación en la arquitectura actual.** 2 ed. Espanha: Editorial Fin de Siglo, 2005.

MOLARD, J. P.; CAMPS, J. P.; LAQUERBE, M. **Etude de l'extrusion et de la stabilisation par le ciment d'argiles monominerales.** Rennes, 1987.

MOURA, E. M. **Caracterização e uso da cinza do bagaço de cana-de-açúcar em tijolos de solo-cimento.** Goiania, 2021.

NAEINI, A.; SIDDIQUA, S.; CHERIAN, C. **A novel stabilized rammed earth using pulp mill fly ash as alternative low carbon cementing material.** Kelowna, 2021.

NICOLAS, R. *et al.* **Manufacture of a wall by dry spraying of a composition comprising unbaked earth.** Depositante: Saint Gobain Weber. Procurador: Saint Gobain Recherche e Huang Nian. FR n. WO2021180931. Depósito: 12 mar. 2020.

ORBIT INTELIGENCE. **Ferramenta de busca de bases de dados – Internet.** Questel; 2022. Disponível em: www.orbit.com. Acesso em: 12 mai. 2022.

PARLATO, M. C. M.; CUOMO, M.; PORTO, S. M. C. **Natural fibers reinforcement for earthen building components: Mechanical performances of a low-quality sheep wool (“Valle del Belice” sheep).** Sicília, 2022.

POORVEEKAN, K. *et al.* **Investigation of the engineering properties of cementless stabilized earth blocks with alkali-activated eggshell and rice husk ash as a binder,** Jafanapatão. 2021.

PORTELLA, A. *et al.* **Arquitetura de terra: processo histórico.** Colloquium Humanarum, v. 12, edição especial, p. 182-189, 2015.

RADIS-UFMT. **Projeto de Diagnóstico para Regularização Ambiental de Assentamentos da Reforma Agrária.** Universidade Federal de Mato Grosso e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em: Projeto <http://radis.ufmt.br/site/>. Acesso em: 28 nov. 2022.

ROSSETTO, O. *et al.* **A questão agrária em Minas Gerais - Brasil: Leituras no âmbito das políticas de crédito nos assentamentos rurais.** Terra Livre, n. 55, v. 2, 2020.

SARANYA, R.; ANAND, K. B.; SHARMA, A. **Performance appraisal of coal ash stabilized rammed earth.** Coimbatore, 2019.

SHAMJITH, K. M.; THIRUGNANASAMBANTHAM, N. **Study of Cast Earth as a Structural Material.** International Research Journal of Engineering and Technology, n. 5. p. 450-457. Kerala, 2018.

SILVA, C. G. T. **Conceitos e Preconceitos relativos às Construções em Terra Crua.** 155f. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública/ Fundação Oswaldo Cruz. Mestrado em Saúde Pública, 2000.

SIMIONI, F. C.; CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; SOUZA, B. G. D. Solo-cimento autoadensável com incorporação de areia de resíduos de construção civil para aplicação em sistema de vedação vertical. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 281-296, 2020.

SOUZA, L.; SOUZA, P.; DURANTE, L. C. **O desempenho de assentamentos de reforma agrária em Mato Grosso e Minas Gerais: uma análise a luz desenvolvimento sustentável**, Revista Delos, v. 13, n. 37, 2020.

SINDUSCON. **Sindicato das Indústrias da Construção do Estado - SidusconMS**. Disponível em: <<https://sindusconms.com.br/>>. Acesso em: 13 set. 2022.

VLADIMIR, S. G.; VLAD-CRISTIAN, S.; ANDREI-OVIDIU, B. **Non-load-bearing interior wall made of cast earth for ecological dwelling houses and process for making the same**. Depositante: Ecoliving Project. RO n. RO133052. Depósito: 30 jan. 2018.

XIANZHONG, B. **Building method for 40 mm-100 mm high-strength thin rammed earth wall**. Depositante: Henan Puzhiyuan Building Texture Research Institute. Procurador: Ma Shiteng. CN n. CN110792210. Depósito: 21 nov. 2019.

JUN, M. *et al.* **Earth material suitable for thin-wall rammed earth wall and application thereof**. Depositante: Beijing University of Civil Engineering & Architectures. Procurador: Qiao Fengjie. CN n. CN110482954. Depósito: 22 nov. 2019.

ZHOU, M. *et al.* **Construction method of rammed earth wall body and rammed earth wall body**. Depositante: Beijing University of Civil Engineering & Architectures. Procurador: Tan Yun. CN n. CN110593453. Depósito: 20 dez. 2019.

ZHONGTIE, W. *et al.* **Assembly type raw soil wall**. Depositante: Northwest University for Nationalities. Procurador: Chen Jian. CN n. N212715486U. Depósito: 16 mar. 2021.

YONGXIANG, Z. *et al.* **Raw soil ramming component and preparation method thereof Cast-in-place solidified soil wall material and preparation method thereof**. Depositante: Beijing University of Civil Engineering & Architecture. Procurador: Wang Wenjun. CN n. CN108751802. Depósito: 15 abr. 2022.



O conteúdo deste trabalho pode ser usado sob os termos da licença Creative Commons Attribution 4.0. Qualquer outra distribuição deste trabalho deve manter a atribuição ao(s) autor(es) e o título do trabalho, citação da revista e DOI.