

TRANSLUCIDEZ E VENTILAÇÃO: BLOCOS DE ARGAMASSA COM CANUDOS DE PLÁSTICO

Bruno Luiz Azevedo Chagas

Profº. Ms. Nieri Soares de Araújo

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

O estudo aqui apresentado e as experimentações visam amenizar os impactos gerados pela produção e uso indevido dos canudos de plásticos, através da elaboração de um novo material que une a arquitetura, sustentabilidade e inovação em um só produto: os blocos vazados com canudos plásticos. Para o resultado final foi preciso estudar assuntos relacionados à essas três áreas para entender como eles se relacionam para dar início a prototipagem do objeto e também, compreender como estão sendo utilizados na arquitetura os elementos para a produção (argamassa e plástico), foram relatadas as experimentações que não obtiveram o resultado esperado.

Palavras-chave: Blocos de argamassa, Sustentabilidade, Inovação.

ABSTRACT

The study presented here and the experiments aim to assuage the impacts generated by the production and misuse of plastic straws, through the elaboration of a new material that unites architecture, sustainability and innovation in a single product: leaked blocks with plastic straws. For the result, it was necessary to study subjects related to these three areas to understand how they relate to start the prototyping of the object and to understand how the elements for production (mortar and plastic) are being used in architecture. Experiments were reported that did not achieve the expected result.

Keywords: Mortar blocks, Sustainability, Innovation.

1. INTRODUÇÃO

As crises ambientais no Brasil aumentam todo ano em diversas áreas como nas queimadas, nos rios poluídos, nas florestas e no meio urbano, um dos agentes causadores desses problemas são os canudos de plástico, material composto de polipropileno e polietileno, substâncias que não são biodegradáveis e tóxicas para a natureza. O plástico é responsável por 4% da poluição mundial nos rios, mares e oceanos, e de acordo com as previsões na pesquisa de Ian Mizoguchi (Lume UFRGS, 2019), em alguns anos um terço dos oceanos será composto por lixo.

No dia 17 de fevereiro de 2020 a Lei nº17.110/19 que proíbe o uso de canudos de plástico foi aplicada em São Paulo, porém é um longo tempo até que todas as lojas regularizem, enquanto isto, como utilizar o maior inimigo do ecossistema do século XXI na arquitetura?

Muitas empresas de *fast-food* baniram o uso de canudos de plástico em seus estabelecimentos, como Mc Donalds, e Starbucks, porém essa iniciativa tem como meta ser concluída até o final de 2020. Este material tão pequeno pode parecer inofensivo à natureza, porém quando se sabe que existem 150 milhões de toneladas métricas de plástico nos oceanos (REGAN, 2020), o que parece ser pouco se torna preocupante. A produção mundial de plástico está mais concentrada na região da América do Norte, porém, no Brasil se forem ajuntar todos os canudos usados no período de um ano, tem-se um cubo maior que o edifício Copan. Além de poluidor, este material não é biodegradável, ou seja, ele não se decompõe rapidamente, levando até mil anos para decompor, e em sua composição contém substâncias que causam distúrbios hormonais nos animais marinhos, levando-os à morte tanto por asfixia, como por danos psicológicos.

A arquitetura está sempre em busca de inovações, e sempre procurando atender a demanda da sociedade com o mesmo nível de estética e beleza. Em 1970 foi originado o termo Permacultura, ou Cultura Permanente, desenvolvido por Bill Mollison (Introdução à Permacultura, 1991) que dizia “*Permacultura é um sistema de design para a criação de ambientes humanos sustentáveis e produtivos em equilíbrio e harmonia com a natureza.*” (MOLLISON, 1998, p.5). Para trazer no contexto de 2019, um projeto de criação de novos blocos sustentáveis encaixa-se perfeitamente neste pensamento. Utilizar recursos humanos, tecnológicos e sustentáveis para resolver problemas de poluição, e gerar inovações bonitas e ecológicas é o meio de enxergar o futuro palpável.

O Objetivo do trabalho se dá em reduzir os números de poluição de lixo causado por canudos e reverter-los em produtos arquitetônicos, na fabricação de blocos de argamassa vazados feitos com canudos de plástico.

2. DESENVOLVIMENTO DO ARGUMENTO

O PROBLEMA DO LIXO INDUSTRIAL

O ano de 1907 foi marcado pelo surgimento do plástico comercial desenvolvido pelo químico Leo Baekeland (DUTRA, 2018), e a partir de então a descoberta trouxe prejuízos para a natureza, como rios, oceanos, florestas, pelo descarte inadequado, entupindo bueiros, engasgando animais marinhos, e esses são apenas uma parte do problema. Além de impactar diretamente, ou seja, o próprio plástico, a sua produção demanda matérias-primas não renováveis como o petróleo, carvão e gás renovável, os resíduos gerados na fabricação do plástico poluem rios, produzem gases que impactam a camada de ozônio afinando-a e que consequentemente aceleram o processo do aquecimento global.

A invenção de Baekeland trouxe impactos positivos por ser um produto prático e de fácil utilização, mas por não ser um material biodegradável, 75% do plástico existente hoje é lixo, pois como sua vida útil é muito curta, logo são descartados, e a maioria destes descartes é feito de forma inadequada e em espaços inapropriados.

O Brasil é o quarto país no ranking mundial de produção de lixo plástico (WWF, 2019), anualmente deixa de coletar cerca de um milhão de toneladas do material, estes resíduos se acumulam em bueiros, terrenos baldios, espaços públicos. Além de ser esteticamente desagradável, com um odor ruim, o descarte inapropriado do plástico desencadeia os problemas citados anteriormente.

OS CANUDOS DE PLÁSTICO

Um dos agentes causadores dos problemas de poluição são os canudos de plástico. Os canudos existem há muitos anos, no mundo antigo (Mesopotâmia, 3000 a.C.) eles já estavam presentes no cotidiano, porém eram originalmente feitos de ouro, parecidos com as bombas de chimarrão, milhares de anos depois (1800 d.C.) os canudos eram feitos de palha, em seguida (1888 d.C.) surgiram os de papel, e em 1960 a produção em massa dos canudos de plástico impulsionou o crescimento da poluição por plástico. O tempo de uso dos canudos em relação aos outros plásticos é muito menor, enquanto uma vasilha tende a durar 4 anos, os canudos são utilizados

em menos de 4 minutos e descartados, e na maioria das vezes junto com outros produtos não biodegradáveis, como latas e garrafas.

Nos padrões brasileiros de consumo, a quantidade de canudos de plástico consumidos ao longo de um ano, é equivalente ao volume de edifícios monumentais. Devido à grande produção, consumo, e descarte inapropriado dos canudos, muitos movimentos ao redor do mundo foram criados, O Último canudo de plástico fundado por Jackie Nunes, e no Brasil existem vários projetos também como as ONGs Ecologia em Ação e Habitat para a Humanidade. Em 2019 foi sancionada a Lei nº17.110/19 que procura amenizar essa situação proibindo a produção desse material, e este projeto foi pensado como solução para os canudos que já foram produzidos e estocados.

REFERÊNCIAS PARA O EXPERIMENTO

- FENOMENOLOGIA POR STEVEN HOLL.

O experimento foi estruturado em: sustentabilidade, arquitetura e inovação. Respectivamente, foram estudados os parâmetros e as ideias de solução para os problemas ambientais presentes no contexto brasileiro, sabe-se que resolver problemas de sustentabilidade não geram respostas rápidas, e são soluções mínimas, mas eficazes. Um exemplo dessas soluções é a lei que proíbe a confecção de canudos plástico no estado de São Paulo, e esta ação fez com que os comércios utilizassem canudos de plástico biodegradável, papel, aço. O questionamento é para onde foram os canudos já produzidos antes da aprovação e aplicação da lei? E esta pesquisa propõe um fim sustentável para os canudos armazenados.

Na área de arquitetura, mas seguindo a idéia de novos pensamentos e soluções, encontra-se a fenomenologia, que é a arte de fazer a arquitetura transmitir fenômenos sensoriais e mentais aos humanos, mesmo um simples abrir de porta, ao entrar em um ambiente e se sentir “sugado” pela luz, ou seja, a linguagem escrita deveria, pois, assumir as silenciosas intensidades da arquitetura. O filósofo Edmund Husserl (1859-1938) desenvolveu inicialmente as pesquisas sobre fenomenologia, e anos depois o arquiteto estadunidense Steven Holl (1947-), leva o assunto para a construção e em suas criações pelo conceito de que a luz e a sustentabilidade são essenciais para a arquitetura, “Para mim, a luz é para o espaço, que som é para a música. (...) um pedaço de música, você tem a pontuação, você tem o ritmo, (...) você tem algum tipo de estrutura. (...) O mesmo se aplica à arquitetura, você tem a concepção espacial, a estratégia conceitual, mas nada disso é realmente vivo até que você a infunda com a luz”, (Ravelin Magazine, 2016). Ou seja, a arquitetura não

se faz apenas de paredes, janelas e portas, mas também de perspectiva, graduação e iluminação. Steven Holl projetou a Capela de Santo Inácio (1994-1997), em Seattle, e para isso iniciou com seus principais pontos, conhecer o lugar, por isso buscou se aprofundar na história da região e das pessoas, e também integrar os conceitos do espaço. Assim, uniu os ensinamentos de Santo Inácio aos conceitos de fenomenologia e desenvolveu o projeto para a Universidade de Seattle permitindo iluminação natural através de vitrais, permitindo que a luz reflita em toda a Capela.

- COMPONENTES TRANSLÚCIDOS

- MUXARABI

Um grande exemplo que serve de inspiração para o projeto é o Muxarabi, isto é, um grande complexo de ripas de madeira trançadas, que juntas formam paredes para dividir os ambientes, uma técnica de origem árabe que deixou de ser utilizada por um bom tempo no Brasil, porém, com a grande preocupação sobre sustentabilidade e ecologia, muitos arquitetos e designers têm adquirido a técnica em seus projetos. O Muxarabi permite que a iluminação natural e a ventilação façam parte do projeto, ensinando os projetistas que tais elementos podem ser importantes e bem utilizados na obra. Ele não serve como isolamento acústico, pois permite a passagem de ruídos, porém restaurantes o utilizam para dividir os ambientes entre os clientes e entre as demarcações do estabelecimento. O Projeto tecnológico proposto assemelha-se a essa técnica, pois tem as mesmas funções, tornar o ambiente esteticamente belo, e com recursos acessíveis, no caso do Muxarabi a madeira e nos blocos o canudo.

- COBOGÓ

Um elemento que também serve de inspiração para os blocos decorativos de vedação é o cobogó, um elemento vazado, com objetivo de deixar o ambiente mais iluminado naturalmente. Desenvolvido em 1920, o cobogó leva este nome em homenagem aos seus criadores, Amadei Coimbra (Co), Ernest Boeckman (bo) e Antônio de Góis (gó), que criaram este tijolo vazado para fachadas com o objetivo de deixar o ambiente mais ventilado. O tijolo tradicional é feito de concreto, mas pode ser feito de cerâmica e até vidro. O formato vazado dos blocos permite que a luz do sol entre dentro da casa, e não somente entrar, mas fazer desenhos e padrões de sombras dependendo da incidência do Sol. O cobogó é muito útil por diversos aspectos, os feitos de cerâmica podem ser de várias cores, facilitando na hora da

decoração de ambientes, os de vidro trazem um aspecto moderno e ao mesmo tempo inovador para dentro de casa, além da transparência natural do material, há a transparência através dos vazados do bloco. Usando este conceito, a criação dos blocos vazados de argamassa utilizando canudos de plástico trarão estas sensações para dentro das casas, assim como o cobogó cria desenhos de sombras dentro dos ambientes, o bloco possui esta característica ao desenhar “estrelas” a noite, pois os pontos de incidência de luz remetem esta forma.

Os blocos de argamassa vazados se assemelham aos cobogós pelo fato de permitir comunicação entre os ambientes onde os blocos estão inseridos, comunicação através da passagem de luz e som, unificando espaços. Além das características funcionais, os cobogós são utilizados pela estética dos vazados, e os canudos também formam padrões e desenhos que agregam beleza ao bloco.

MATERIALIDADE

A Argamassa Armada é um material leve e muito utilizado na arquitetura, um material inovador pois une a arquitetura com tecnologia. É composta por agregado miúdo, cimento, areia e água, aço. Suas vantagens são: Flexibilidade: extremamente flexível, nos quesitos elasticidade, fissuração e deformação de alongamento, tem vantagem até mesmo em relação ao ferro cimento fibrocimento. Leveza: material leve, possibilidade de construir embarcações pequenas. Preço: menor custo em relação a outros materiais, até 10% mais barato (TECNOSIL, 2018). Conforto: Isolamento térmico e acústico, gerando maior conforto para o ambiente, economia de energia elétrica. Durabilidade; pode resistir até 40 anos em bom estado. Mão de obra: não exige uma mão de obra especializada, podendo até mesmo ser utilizadas telas de galinheiro na hora da montagem.

Considerada um tipo de material inovador, a argamassa armada foi descoberta no século XIX pelo agricultor francês Joseph-Louis Lambot (TECNOSIL, 2018). Segundo Lambot, esse é um tipo de concreto aperfeiçoado que pode ser usado no lugar da madeira nas construções navais e arquitetônicas, além de ser ideal para obras domésticas, nas quais se deve evitar umidade. Alguns exemplos de utilização são, reservatórios de água, peitoris, estábulos, painéis de divisão, reforço de alvenaria, telhados e formas pré-moldadas.

Quando é considerada a Teoria do Concreto Armado pode ser observado que quanto menor o diâmetro das barras da armadura, aumentamos a taxa de armadura e a aderência ao concreto, possibilitando um controle das fissuras. O engenheiro italiano Pier Luigi Nervi em 1940 utilizou-a em elementos pré-moldados. É um

material muito útil, tem uma baixa taxa de infissurabilidade. As inovações do material continuam avançando, já há estudos acerca de inovações do concreto armado, como o concreto têxtil, em que as armaduras de aço são substituídas por polímeros, fibras de carbono, vidros e resina.

Neste experimento, a argamassa armada foi utilizada como pressuposto por apresentar informações e inovações que foram úteis na elaboração do pensamento do bloco. Devido ao cenário pandêmico, com restrições de materiais e espaços apropriados, foi utilizado gesso para realizar as experimentações. Ao entender que muitos arquitetos utilizaram argamassa armada para construir grandes edifícios, observa-se que a essa composição inovadora permite o crescimento e fluidez dos projetos em que a utilizam. Não é possível moldar os blocos com a argamassa armada, pois os filamentos impediriam e obstruiriam o espaço dos canudos de plástico. Porém a argamassa armada foi referenciada por permitir que painéis esbeltos sejam construídos, e os blocos de canudinho podem ser construídos como painéis estruturados com fibras.

PIONEIROS NO USO DA ARGAMASSA ARMADA NO BRASIL

- GRUPO DE SÃO CARLOS

Dedicado à pesquisa e desenvolvimento do Ferrocimento, o grupo criado pelos professores Dante Martinelli e Frederico Schiel contribuiu com os estudos de Lelé na aplicação do ferrocimento [Pequena lâmina de argamassa reforçada, construída com cimento Portland, reforçada com telas de malhas de arame contínuo de pequeno diâmetro (IFS,2001)]. O Ferrocimento chegou ao Brasil em 1950, e os professores da EESC-USP se dedicaram a estudar a inovação e a partir disto foi criada a Argamassa Armada. (FERRO12, 2018). A primeira obra composta por Argamassa armada foi na cobertura da própria Escola de Engenharia em 1960 (ABCP, 2016).

- JOÃO FILGUEIRAS LIMA (LELÉ)

João Filgueiras Lima popularmente conhecido como “Lelé”, um arquiteto que tem a maioria das obras fora do eixo Rio-São Paulo, formado pela FNA-Faculdade Nacional de Arquitetura, (atual UFRJ), mudou-se para Brasília pela influência de Niemeyer em 1957 (Plano Piloto). Seguiu a linha da Tecnologia de racionalização do uso de concreto armado, ida ao Leste Europeu para conhecer novas estruturas, (pré-moldados). Conhecido pela racionalização e industrialização na arquitetura

Lelé teve uma parceria com Athos Bulcão em planejamento criativo, painéis para os Tribunais, e Hospitais da Rede Sarah. Desenvolveu um conjunto extenso de obras de infraestrutura urbana (micro e macrodrenagem, acessibilidade etc.), mobiliário urbano, equipamentos públicos, entre outros, elaborados no Escritório de Projetos da prefeitura e produzidos nas fábricas públicas da RENURB e da FAEC. Reintegrado a UnB em 1990 quando se aposentou, e faleceu em 2014.

Lembrado por conseguir unir a arte e a tecnologia. Lelé conseguia utilizar a tecnologia para favorecer os aspectos climáticos de seus projetos, trazendo iluminação, ventilação, fluidez e beleza aos edifícios. Um dos principais elementos utilizados pelo arquiteto foi a argamassa armada, que possibilitava uma liberdade de formas e estruturas para os projetos, curvas e grandes vãos eram vencidos pelo elemento.

ELABORAÇÃO DO COMPONENTE

A argamassa armada possibilita construções leves, esbeltas e orgânicas ou seja, edificações que podem ser curvas e finas, como por exemplo as estruturas em cascas. E assim como o concreto pode ser feita “in loco” ou pré-moldada, e respectivamente algumas das aplicações são, fechamentos de vãos em equipamentos públicos como instituições de ensino, e o segundo menos utilizado, porém permite formas mais arriscadas, ovais, hexagonais, orgânicas, livres. E a partir desse conhecimento, de que a argamassa pode ser utilizada em espaços públicos, em equipamentos e mobiliário urbano, foi pensada a forma dos blocos.

Essa forma foi pensada para ser utilizada como piso drenante, pois principalmente na cidade de São Paulo acontecem muitos alagamentos, e alguns deles são em razão da falta de drenagem nas calçadas. O produto resultante dos problemas já citados de sustentabilidade, poluição e reutilização de materiais foi a prototipagem de um bloco para ser utilizado como piso drenante.

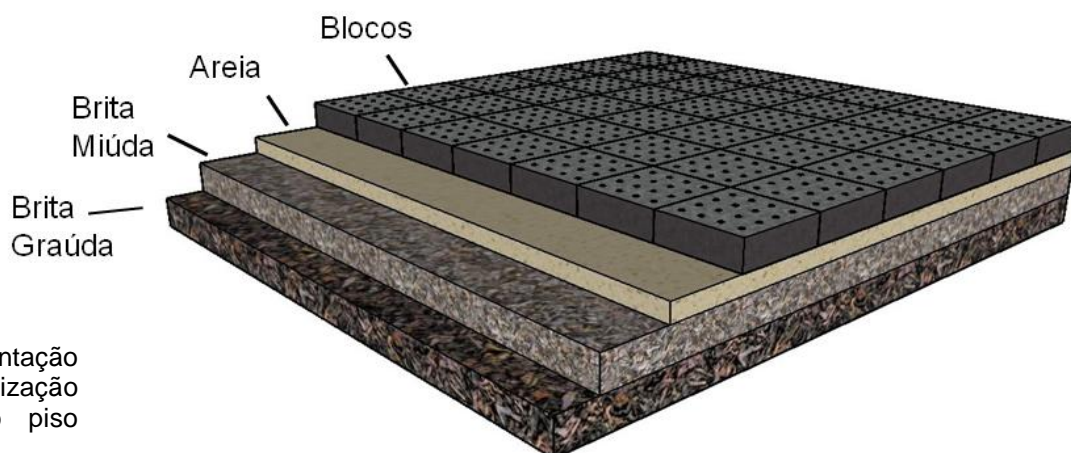


Figura 1: representação em camadas da utilização dos blocos como piso drenante.

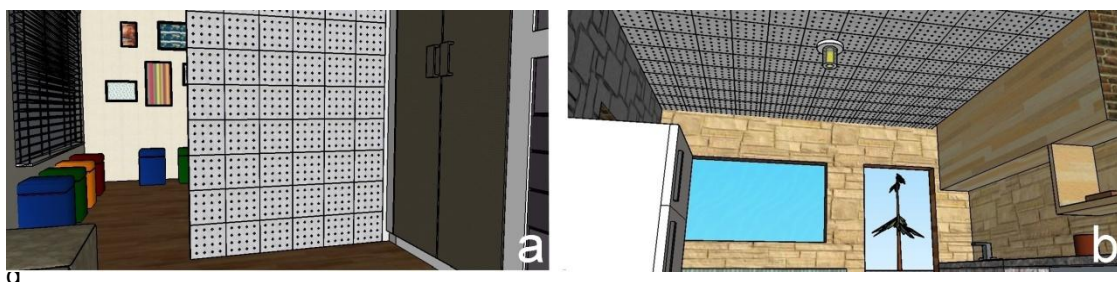
Fonte: autor.

Segundo o esquema representado no SketchUp, os blocos vazados ficam por cima das três camadas, respectivamente, areia, brita miúda, brita graúda até chegar no solo e levar água para os lençóis freáticos. A drenagem é permitida através dos vãos formados pelos canudos de plástico, acolhendo as águas pluviais e de eventuais usos como lavagem de calçadas e principalmente alagamentos.

Outro possível uso para os blocos vazados é a utilização em paredes divisórias (Figura 2a), sem função estrutural, apenas elemento vazado, essa parede teria um grande aspecto estético para o ambiente e também a capacidade de permitir ventilação e iluminação para o cômodo vizinho. Permitirá também que a circulação e permanência sejam mais abrangente, ou seja, possibilitará que o morador consiga observar melhor todos os ambientes divididos pela parede de blocos vazados.

Assim como podem ser utilizados como piso e parede, os blocos podem estar localizados nos tetos (Figura 2b), e permitindo a passagem de luz natural para o ambiente, para que seja uma utilização segura, deve-se utilizar uma camada de vidro temperado por cima, para impedir que a água da chuva entre e possíveis resíduos levados pelo vento.

Figura 2: representação do uso dos blocos em parede (a) e teto (b).



Fonte: autor

Para a composição simples dos blocos, os materiais utilizados são: água, areia, cal hidratada e cimento. E na composição armada, ao invés de utilizar fios de aço, que danificam os canudos, é possível substituir por fibras, que agregam resistência e permitem uma aplicação em maior área. No período de estudos de materiais e pressupostos teóricos, a argamassa armada serviu para acrescentar conhecimento e informações ao estudo, mas para a execução do experimento foi utilizado gesso, devido à restrição de materiais por conta da COVID-19.

Como os blocos precisam dos vãos dos canudos para conseguir o resultado esperado, não é possível utilizar agregados graúdos na composição do traço, porque deformariam os canudos, por isso é feito o uso da argamassa, pois não utiliza este

material. Para encontrar o traço adequado da mistura de cimento, areia e cal hidratada, deve-se encontrar o volume do bloco e saber a quantidade de argamassa para assim definir o traço.

A Argamassa é uma massa homogênea de agregantes e aglomerados inorgânicos, com a função de revestir, unir e dar resistência à alguns elementos na construção, e pode ser dividida em três funções: assentar, impermeabilizar e revestir. Existem vários tipos de argamassa pronta, mas a ideal a ser utilizada no protótipo é a AC-1, indicada para interiores e com resistência aos esforços mecânicos e fatores termo higrométricos.

O traço serve como uma receita para realizar a mistura dos componentes da argamassa na proporção correta e adquirir a consistência desejada e também a função correta. Existem vários tipos de traços e o mais comum é o 1:2:8 (1 balde de cimento + 2 baldes de areia + 8 baldes de Cal). As dimensões do bloco são 20cmx20cmx6cm, ou seja, 0,24m², e como é um material vazado, utilizando uma tabela com os traços-padrão fornecidos pela UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) o Traço para tijolo furado 1:2:8 é o que mais se encaixa ao uso necessário.

Tabela 1: Tabela de traço de argamassa

Tipo/uso			
Alvenarias	cimento	cal	areia
Tijolo Comum/Alicerce	1	2	8
Laminado(1 tijolo de espessura)	1	1	6
Tijolo Furado	1	2	8
Bloco de Concreto de Enchimento-19 cm	1	0,5	8
6,5 cm	1	0,5	6
Blocos de Vidro	1	0,5	5
Pedras Irregulares	1	–	4

Fonte: A&C, Ano 7 – No 6, Ed. Abril São Paulo. 1991

MATERIAIS PARA ELABORAÇÃO DO BLOCO

Os materiais presentes na mistura da argamassa já citados são fundamentais e imprescindíveis para a confecção do bloco, a seguir estão listadas e explicadas as características de cada um desses:

Figura 3: imagem dos componentes da argamassa: cimento (a); cal hidratada (b) e areia (c).



Fonte: aluno.

CIMENTO

Pó fino quimicamente fabricado, com a função de agregar propriedades mecânicas às misturas em que é adicionado, dar plasticidade, e contribuir na retenção de água. Karina Ferreira em seu Estudo comparativo entre argamassas convencionais e industrializadas diz:

“Yazigi (2002) afirma que os constituintes fundamentais do cimento Portland são: Cal (CaO), Sílica (SiO_2). Alumina (Al_2O_3), uma determinada proporção de magnésia (MgO) e uma pequena proporção de anidrido sulfúrico (SO_3) adicionado após a calcinação afim de retardar o tempo de pega o produto.” (FERREIRA, 2016).

O cimento Portland (Figura 3a), nome dado em homenagem a ilha de Portland que continha rochas semelhantes a cor e atributos semelhantes aos do pó que Joseph Aspdin produziu, possui algumas especificações entre elas suportar alta resistências (CP V); preparo de argamassa de assentamento e revestimento (CP II-F), e o mais comum e também ideal para ser utilizado na confecção dos blocos é o CP I, pois o material não estará em contato direto com a água.

CAL HIDRATADA

Aglomerante que contém compostos binários conhecidos como óxido de cálcio, e possui duas variações, a cal virgem através da calcinação e a cal hidratada (Figura 3b) gerando o hidróxido de cálcio. Capaz de acrescentar à sua aplicação, trabalhabilidade e possibilidades de retrain deformações. O tipo ideal de cal para a argamassa desejada é a cal hidratada.

AREIA

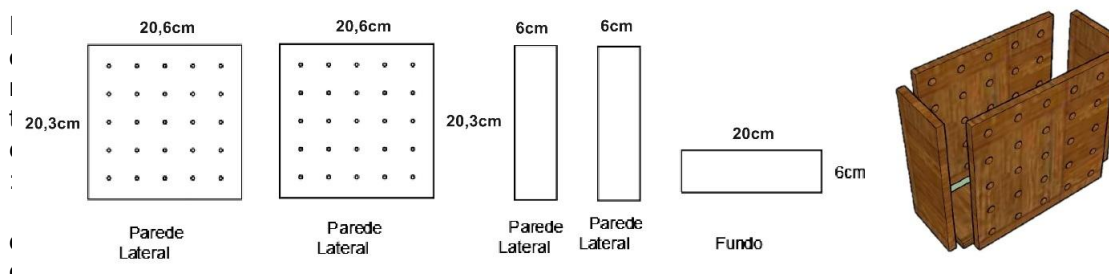
A extração de quartzo dos leitos de rios resulta na formação da areia, que é um dos principais componentes da argamassa e também do concreto. A areia (Figura 3c) deve ser escolhida segundo suas características físicas como granulometria, os grãos da areia derivam de acordo com a necessidade, em obras que precisam de grande resistência, é utilizada a areia média ou grossa, e para assentamentos, revestimentos e para a composição dos blocos será utilizada a areia fina, devido aos vãos entre os canudos.

As propriedades que a areia agrega à argamassa são: aumentar a trabalhabilidade e a reter água; aderência; melhora a porosidade da mistura e ajuda na secagem. Além de todos os componentes citados, para que a mistura aconteça, são misturados com água para ativar os componentes, e para impulsionar a mistura também podem ser adicionados alguns aditivos, que são produtos que melhoram as propriedades da mistura.

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO DO EXPERIMENTO

Após os estudos sobre propriedade dos materiais, referencias e inspirações, foi definida a forma dos blocos. Os primeiros esboços gráficos foram feitos virtualmente, pelos programas AutoCAD e SketchUp, as formas deveriam conter furos com o diâmetro certo para que os canudos pudessem transpassar as paredes da caixa, mas sem deixar que a argamassa passasse pelo vão entre os canudos e a forma, por isso deveriam estar em um diâmetro menor do que os canudos (5 mm).

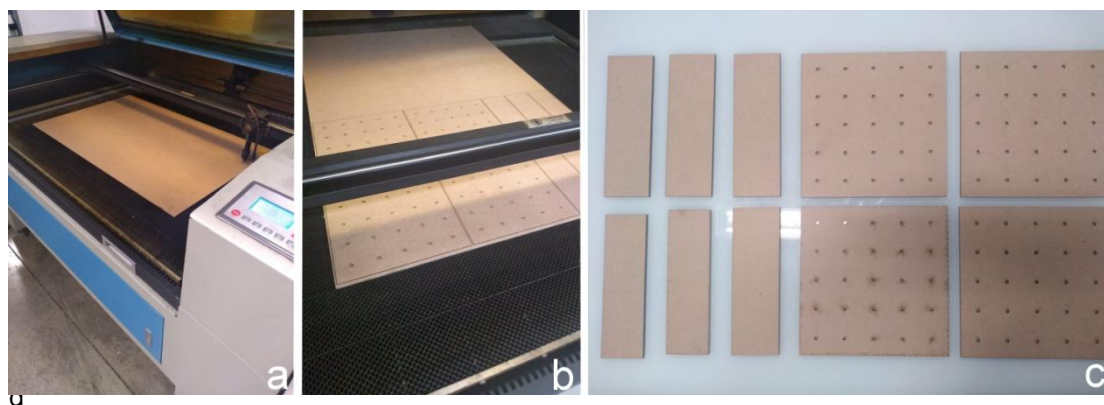
Figura 4: modulação das placas para a forma.



Fonte: autor

Para a forma dos protótipos, foi usada uma placa de MDF com 3mm de espessura, e para isso as medidas deveriam estar consideradas com a espessuras corretas, e as placas foram impressas na cortadora a laser, os diâmetros para a passagem dos canudos mediam 4,6mm.

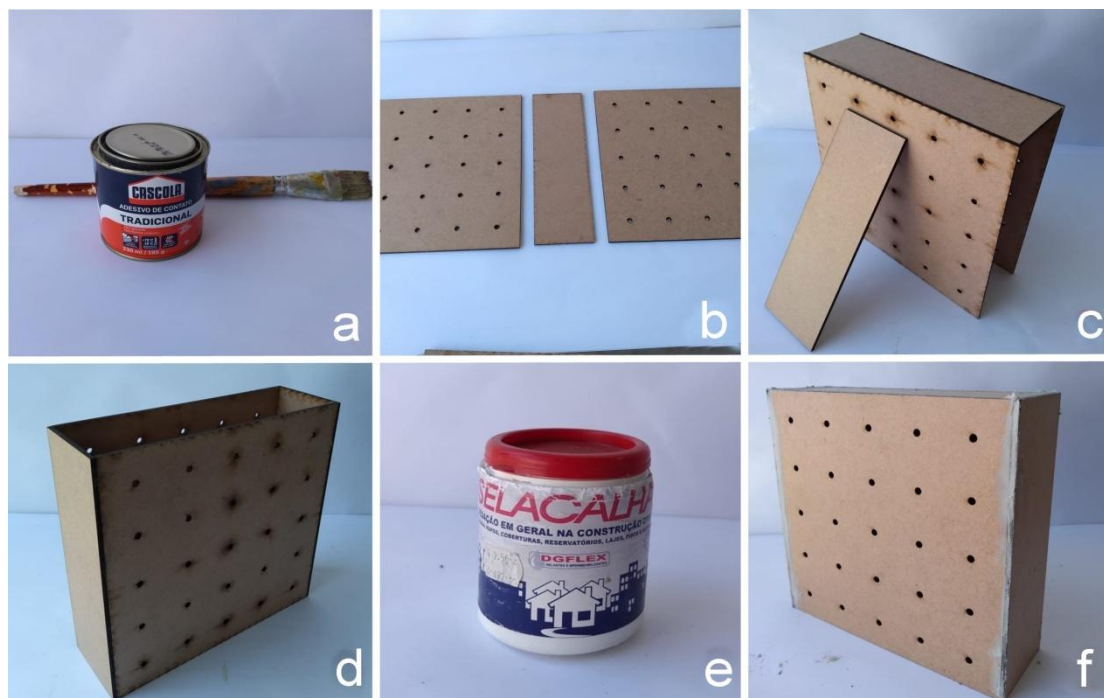
Figura 5: imagens da impressão das placas na impressora a laser.



Fonte: autor

Em seguida foi feita a colagem das peças, utilizando adesivo de contato para colar as peças, e para fazer a vedação foi utilizado Selacalha, um material para vedação de calhas para não haver vazamento de argamassa entre as arestas da forma.

Figura 6: passo a passo de como realizar a montagem da forma.



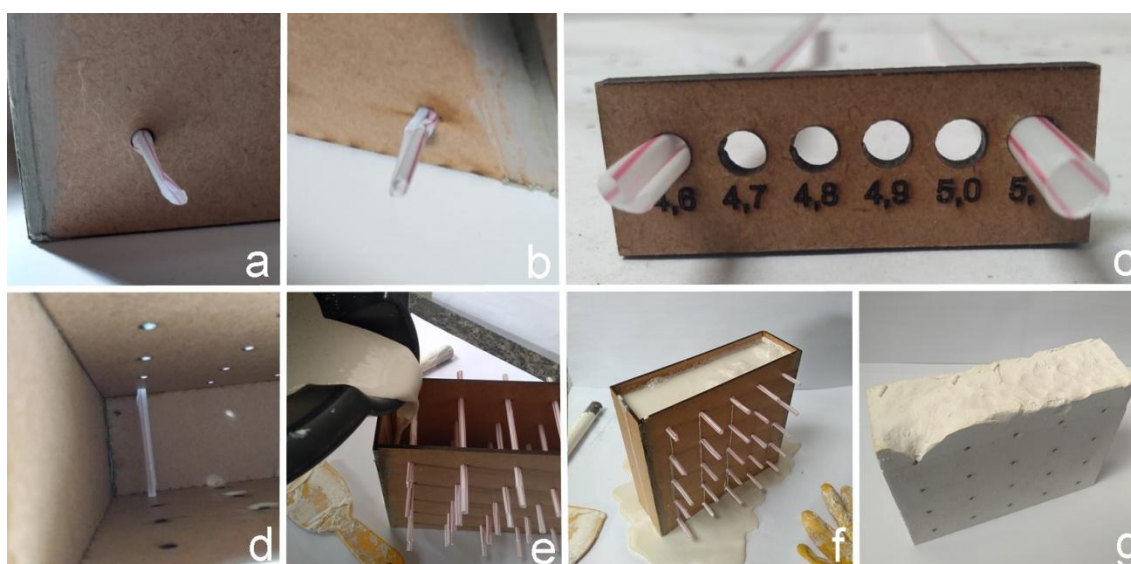
Fonte: autor

Para realizar o processo de montagem é necessário utilizar adesivo de contato para unir as placas (Figura 6a), a primeira colagem deve ser feita entre o fundo e as laterais para que haja sustentação para prosseguir (Figura 6 b,c), logo após, devem ser adicionadas as placas laterais faltantes (Figura 6d), assim que a forma estiver seca, é necessário utilizar um adesivo selante, no caso o Selacalha

(Figura 6e), a forma estará pronta para ser utilizada em poucas horas após a montagem (Figura 6f).

Infelizmente as aberturas para os canudos ficaram menores do que o material (Figura 7a;b;d), impedindo que os cilindros de plástico transpassassem corretamente a forma, possibilitando o vazamento da argamassa e consequentemente uma perda de volume no bloco (Figura 7e;g). Mas para corrigir o problema foi feita uma régua de aberturas, para selecionar qual seria o melhor diâmetro para o cabimento dos canudos (Figura 7c).

Figura 7: registros da experimentação sem sucesso.



Fonte: autor

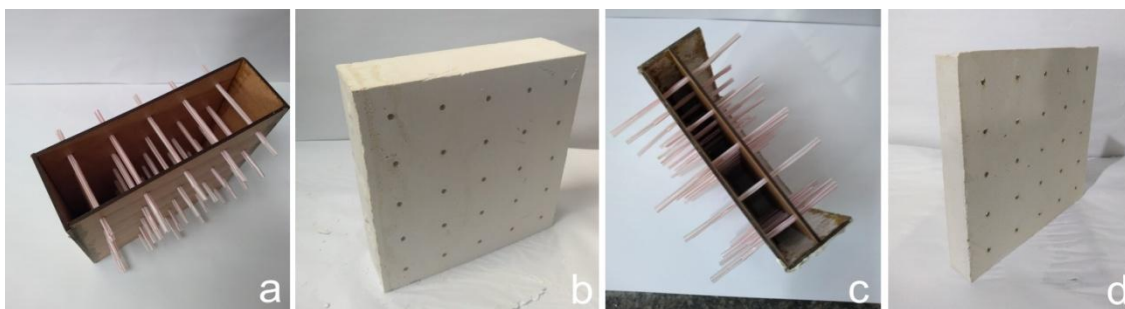
Após a montagem da forma e feita a vedação, os canudos devem ser adicionados, um canudo de plástico comum, tem em média 210mm de comprimento, e para inseri-los na forma é necessário cortá-los ao meio. Tendo em vista algumas restrições no laboratório de corte a laser, as formas utilizadas foram as com os diâmetros de 4,6mm, resultando na dificuldade de passagem dos canudos pelos furos e por isso foram necessários dois canudos em cada abertura, para compensar o vão formado pela dobra do material.

A primeira experimentação foi feita de gesso, para agilizar a produção de novos protótipos. A área a ser preenchida com a mistura é 0,24m², e para a primeira experimentação foram utilizados dois pacotes de gesso (secagem rápida) de 1kg, e 1.5L de água. Ao preencher o bloco, houveram muitos vazamentos por conta dos vãos entre os canudos, e assim não foi possível preencher totalmente a forma (Figura 7f).

Para a segunda experimentação foram utilizados três pacotes do mesmo gesso, e mesmo com alguns vazamentos foi realizada com sucesso. Uma informação importante é que deve-se retirar os canudos antes que seque para poder reutilizá-los nos próximos blocos. Todas as experimentações realizadas durante a pesquisa foram feitas com os mesmos 13 canudos, sustentando o princípio de que os blocos podem ajudar na diminuição dos canudos, lembrando que os canudos são utilizados apenas uma vez durante 4 minutos em média e são jogados no lixo, e para as prototipagens estes canudos foram reutilizados quatro vezes ao longo de três meses.

Pensando nas utilizações, com piso drenante o bloco em sua forma atende as necessidades, pois os furos formados pelos canudos permitem o recolhimento da água (Figura 8a;b), mas após a segunda prototipagem, percebeu-se que o foco da pesquisa, ventilação e translucidez, não foi tão bem atendido, pois a ventilação era permitida através dos furos, mas devido a espessura dos blocos, a permeabilidade da iluminação era retida, para resolver este problema foi feito um protótipo com a metade da espessura original (Figura 8c;d), e o resultado foi positivo para respaldar os aspectos de translucidez.

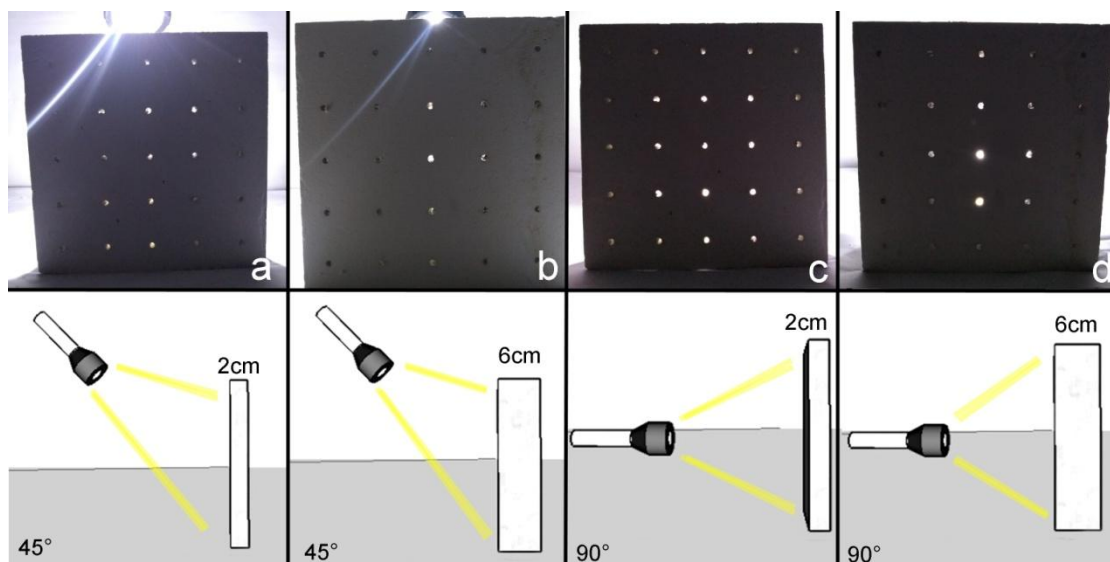
Figura 8: imagens das formas e dos blocos concluídos.



Fonte: do autor.

Foram também feitos testes de luz para conferir a questão da translucidez, para isso foi necessário fotografar a noite os dois blocos, tanto para pisos quanto para paredes, e foi posicionada uma lâmpada a 90° e posteriormente a 45°. A partir dessa experiência foi comprovado que o bloco com espessura menor (Figura 9a;c), consegue permitir maior passagem de luz, do que o bloco para pisos (Figura 9b;d), e também mostra que é possível tanto a passagem de luz como de água.

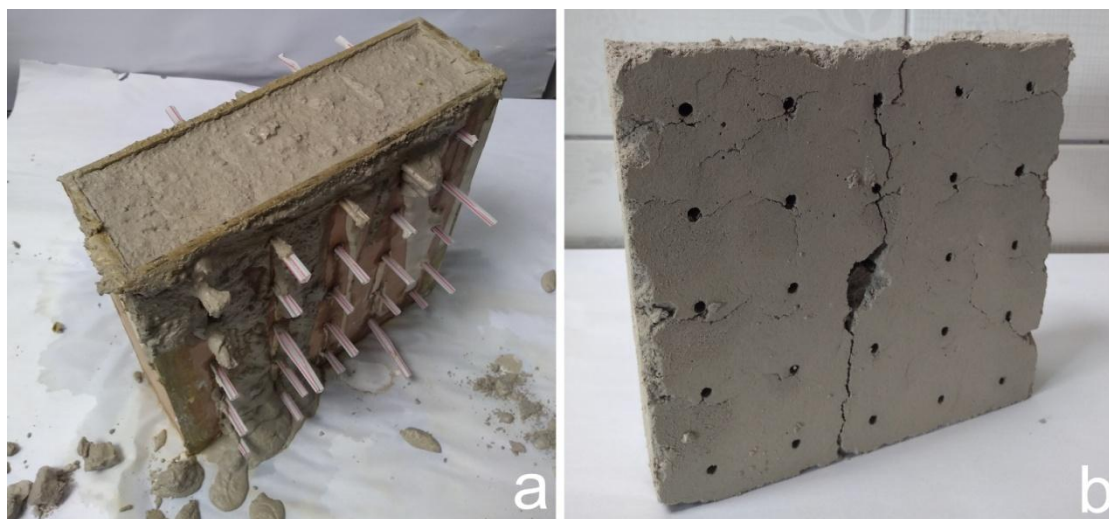
Figura 9: imagens e representações do teste de luz.



Fonte: do autor.

Foi feita uma experimentação com argamassa, porém devido as condições climáticas desfavoráveis para a boa secagem e a falta de desmoldante próprio para a forma, o bloco foi desenformado com algumas imperfeições, porém o resultado pode ser melhorado em próximas experimentações.

Figura 10: imagens da experimentação com argamassa.



Fonte: fotos do autor.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os blocos são de fácil confecção, não requer mão de obra especializada, nem muito preparo para ser produzidos, o ponto que pode ser uma barreira para produção em fábricas é a etapa de inserir os canudos nas formas. Ou seja, são blocos que podem entrar para o mercado pois são fáceis de produzir, econômicos

em materiais, esteticamente belos e úteis para ambientes que precisam de ventilação e iluminação natural.

Possíveis experimentações futuras seriam verificar a possibilidade de blocos coloridos, e também conferir se as paredes feitas com blocos de gesso aguentam o peso próprio da parede. Criar possibilidades de instalação elétrica por dentro dos blocos, pois para utilizá-los como teto será necessário que os fios passem dentro deles.

Outra possibilidade de futuros projetos seria introduzir os blocos em assentamentos precários, pois os próprios moradores podem fazê-los e melhorar dois aspectos da sociedade: ambiental, porque os blocos melhorariam a questão de alagamentos, pavimentação das calçadas, além de que eles deveriam recolher os canudos descartados inadequadamente; e socioeconômico pois os habitantes destas regiões podem produzi-lo juntos, aprender através de oficinas, melhorar esteticamente algumas edificações, e podem gerar uma renda com a produção e venda dos materiais.

4. REFERÊNCIAS

BATTAGIN, Arnaldo. **Uma breve história do cimento Portland**. Associação Brasileira de Cimento Portland. Disponível em <<https://abcp.org.br/basico-sobre-cimento/historia/uma-breve-historia-do-cimento-portland/>>. Acesso em 13 de julho de 2020.

BONAFÉ, Gabriel. **“Muxarabi garante estética e conforto ambiental às edificações”**. AECWeb. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/muxarabi-garante-estetica-e-conforto-ambiental-as-edificacoes_10075_0_1>. Acesso em 25 de março de 2019.

BULA, Natalia Nakadomari. **“Arquitetura e fenomenologia: qualidades sensíveis e o processo de projeto.”** 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

COIRO, Alec. **A Conversation with Steven Holl**. Ravelin Magazine. Disponível em <[HTTPS://www.ravelinmagazine.com/posts/steven-holl/](https://www.ravelinmagazine.com/posts/steven-holl/)> . Acesso em 22 de dezembro de 2020.

FERREIRA, Karina. Estudo comparativo entre argamassas convencionais e industrializadas. UTFPR. Disponível em <[HTTPS://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/177845](https://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/177845)>. Acesso em 14 de maio de 2020.

FANTÁSTICO. **ONG se dedica a exterminar todos os canudos de plástico da face da Terra**. G1 Globo. Disponível em <<http://g1.globo.com/fantastico/noticia/2017/06/ong-se-dedica-exterminar-todos-os-canudos-de-plastico-da-face-da-terra.html>>. Acesso em 04 de julho de 2020.

FRACALOSSI, Igor. **“Questões de Percepção: Fenomenologia da arquitetura / Steven Holl”**. ARCHDAILY. Disponível em <<https://www.archdaily.com.br/br/01-18907/questoes-de-percepcao-fenomenologia-da-arquitetura-steven-holl>>. Acesso em 22 de março de 2019.

IABMG. **12º Simpósio Internacional de Ferrocimento e Compósitos Cimentícios Delgados: A tecnologia na Escala Humana – Ferro12**. IABMG. Disponível em [HTTP://iabmg.org.br/site/12o-simposio-internacional-de-ferrocimento-e-compositos-cimenticios-delgados/](http://iabmg.org.br/site/12o-simposio-internacional-de-ferrocimento-e-compositos-cimenticios-delgados/)>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

JOÃO Filgueiras Lima. **ENCICLOPÉDIA Itaú Cultural de Arte e Cultura Brasileiras**. São Paulo: Itaú Cultural, 2019. Disponível em: <<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa18200/joao-filgueiras-lima>>. Acesso em 20 de novembro de 2019.

LEDEBOUR, Catarina; MONTENEGRO, Heloísa. **“Saiba o que é Muxarabi, uma linda herança da Arquitetura árabe”**. Disponível em <http://arquiteturach.blogspot.com/2013/05/saiba-o-que-e-muxarabi-uma-linda.html>>. Acesso em 25 de março de 2019.

LEGNAIOLI, Stella. **“Canudo de plástico: impactos e alternativas ao consumo”**. Disponível em <<https://www.ecycle.com.br/6307-canudos-descartaveis-canudinho-de-plastico.html>>. Acesso em 19 de março de 2019.

MIZOGUCHI, Ian Haas. **“Os desafios do plástico e as previsões para o futuro”**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Curso de Ciências Econômicas. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/198027>>. Acesso em 30 de abril de 2020.

MOLLISON, Bill. **Introdução a Permacultura**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1998. Disponível em <[HTTPS://permaforum.wordpress.com/2018/08/12/introducao-a-permacultura/](https://permaforum.wordpress.com/2018/08/12/introducao-a-permacultura/)>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

NEGÓCIOS ONLINE. **“Por que o canudo de plástico virou o inimigo número 1 do meio ambiente”**. ÉPOCA. Disponível em <<https://epocanegocios.globo.com/Mundo/noticia/2018/07/por-que-o-canudo-de-plastico-virou-o-inimigo-numero-1-do-meio-ambiente.html>>. Acesso em 19 de março de 2019.

NEUFELD, Len; STASSEN, Fabienne. **“The New Plastics Economy: Rethinking the future of plastics”**. World Economic Forum. Disponível em <http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf>. Acesso em 19 de março de 2019.

PRA CONSTRUIR. **Como calcular a quantidade de materiais de argamassa**. Blog Pra Construir. Disponível em: <<http://blogpraconstruir.com.br/dicas-solucoes/como-calcular-a-quantidade-de-materiais-da-argamassa/>>. Acesso em 25 de junho de 2020

PRESSE, France. **“Oceanos terão mais plástico do que peixes em 2050, diz estudo”**. G1, Globo. Disponível em <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2016/01/oceanos-terao-mais-plasticos-do-que-peixes-em-2050-diz-estudo.html>>. Acesso em 22 de março de 2019.

PUGLIESI, Nataly. **Cimento: diferentes tipos e variações**. AECWeb. Disponível em <<https://www.aecweb.com.br/revista/materias/cimento-diferentes-tipos-e-aplicacoes/11959>>. Acesso em 13 de julho 2020.

REDAÇÃO CICLOVIVO. **Manual escrito pelo “pai da permacultura está disponível para download”**. Ciclo Vivo. Disponível em <<HTTPS://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/permacultura/manual-escrito-pelo-pai-da-permacultura-esta-disponivel-para-download/>> . Acesso em 14 de maio de 2020.

REDAÇÃO GALILEU. **4º maior produtor de lixo plástico do mundo, Brasil é o que menos recicla**. Revista Galileu. Disponível em <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2019/03/4-maior-produtor-de-lixo-plastico-do-mundo-brasil-e-o-que-menos-recicla.html>>. Acesso em 4 de julho de 2020.

REGAN, Helen. **Estudo diz que há 14 milhões de toneladas de microplásticos no fundo do mar**. CNN Brasil. Disponível em <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/2020/10/07/estudo-diz-que-ha-14-milhoes-de-toneladas-de-microplasticos-no-fundo-do-mar/>> . Acesso em 22 de dezembro de 2020.

REIS, Luciana. **Argamassa armada e as vantagens para a construção civil**. Engenharia 360. Disponível em <<https://engenharia360.com/argamassa-armada-e-as-vantagens-para-a-construcao-civil/>> . Acesso em 10 de outubro de 2019.

RODRIGUES, Micheli; SOARES, Milena. **Utilização do canudo biodegradável d2w como alternativa ao canudo plástico: condições de degradabilidade e aceitabilidade da população**. Universidade tecnológica federal do paraná curso superior de tecnologia em gestão ambiental. Disponível em <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/14409/1/utizacaoacanudobiodegradavel.pdf>>. Acesso em 04 de julho de 2020.

ROLIM, Ana; LUCIANO, Diego. **Argamassa Armada: Aplicação na construção civil**. Revista Pensar. Disponível em <http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigo_s/a178.pdf>. Acesso em 11 de julho de 2020.

SANTOS, Paulo Henrique Francisco dos. **FERRO12 - 12º Simpósio Internacional de Ferrocimento e Compósitos Cimentícios e Delgados**. FERRO 12. Disponível em <<http://WWW.ferro12.com.br>>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

TECNOSIL. **O que é argamassa armada e quais suas vantagens para a construção civil**. Tecnosil Brasil. Disponível em <<https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-e-argamassa-armada-e-quais-suas-vantagens-para-a-construcaocivil/>>. Acesso em 11 de outubro de 2019.

TRIBUNA. **Lei que proíbe canudos de plásticos no estado de São Paulo é regulamentada**. A tribuna online. Disponível em <<https://www.atribuna.com.br/cidades/lei-que-pro%C3%ADbe-canudos-pl%C3%A1sticos-no-estado-de-s%C3%A3o-paulo-%C3%A9-regulamentada-1.71605>>. Acesso em 28 de abril de 2020.

UTFPR. **Apostila argamassas, Materiais de Construção Civil**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ano7 – No 6, Ed. Abril São Paulo. 1991.

VIVA DECORA PRO. **“Conheça o inovador Steven Holl e seus belos projetos ilustrados em aquarela”**. Viva Decora Pró. Disponível em <<https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetos/steven-holl/>>. Acesso em 22 de março de 2019.

VIVA DECORA. **“Cobogó: 62 maneiras de Deixar a Casa Mais Iluminada”**. Viva decora. Disponível em <<https://www.vivadecora.com.br/revista/cobogo/>>. Acesso em 01 de abril de 2019.

Contatos: bruno.blac@hotmail.com e nieri.araujo@mackenzie.br