

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E SUSTENTABILIDADE

**Palavras-chave:** Materiais de Construção, Materiais alternativos Sustentabilidade

**Júlia Nenate de Souza - Colégio Técnico de Limeira (COTIL) - UNICAMP**

**Helena Egido Suarez - Colégio Técnico de Limeira (COTIL) - UNICAMP**

**Gabriela Batista Januário - Escola: E.E. Prof. William Silva**

**Rosa Cristina Cecche Lintz – Faculdade de Tecnologia - UNICAMP**

### OBJETIVOS DA PESQUISA

Abordar sobre as propriedades, características e aplicabilidade dos materiais de construção tradicionais e alternativos. Debater sobre reciclagem de materiais e sustentabilidade no setor da construção civil.

### METODOLOGIA DA PESQUISA

As atividades desenvolvidas no projeto aconteceram remotamente, devido a pandemia, com encontros virtuais por meio da ferramenta Google Meet.

Nas aulas foram apresentados slides, filmes, artigos e aberto tempo para discussões.

Na sequência, eram realizadas leituras e atividades (seminários) referentes ao assunto abordado no dia.

#### CIMENTO

- É um material de construção muito utilizado no mundo;
- Emprego: pastas, argamassas, concretos, prédios e pontes, objetos de decoração, rejuntas e outros tipos de vedação, vigas, blocos de concreto, pisos, vasos, bancos, mesas, etc.;
- Formado por duas matérias-primas: rocha calcária e a rocha argilosa.

#### CAL

- Emprego: elaboração de argamassas, preparação de tintas, uso em indústrias farmacêuticas, alimentícias, cerâmicas e metalúrgicas; na agricultura o óxido de cálcio é usado para produzir hidróxido de cálcio, que tem por finalidade o controle da acidez do solo;
- Segundo Guimarães (2002), o homem conheceu a cal provavelmente nos primórdios da Idade da Pedra (período Paleolítico);
- Produzida a partir de rochas calcárias com elevados teores de carbonato de cálcio, como é o caso da calcita e da dolomita.

#### GESSO

- Emprego - utilizado para fazer blocos, forros, paredes divisórias, elementos de decoração, revestimentos (pastas e argamassas), elementos para vedação (painéis de gesso acartonado), na agricultura, ortopedia;
- Produzida a partir da gipsita (sulfato de cálcio diidratado);
- Pode ser reciclado, pois, depois da sua separação de outros resíduos da construção, os resíduos do gesso readquirem as características químicas da gipsita, minério do qual se extrai o gesso. Desse modo, o material limpo pode ser utilizado novamente na cadeia produtiva (DRYWALL,2012).

## TERRA CRUA

- Aplicação: taipa de pilão, taipa de mão e construções em adobe;
- Vantagens: menor consumo energético, excelente durabilidade e viabilidade econômica (CARVALHO e LOPES, 2012).

## FIBRAS DE AÇO

- São elementos descontínuos produzidos com uma variada gama de formatos e tipos de aço (FIGUEIREDO, 2000);
- Produzidas a partir do fio chato que sobra da produção da lã de aço, tratando-se portanto de uma sobra industrial;
- Aplicações: pisos industriais, radiers, pisos de aeroportos, pavimentos rodoviários, portuários e aeroportuários, pisos para câmaras frias, tubos de concreto, etc.
- Vantagens: benefícios ao concreto como aumento na resistência mecânica, controle das fissuras, ganho de ductilidade, aumento da resistência ao impacto e aumento da resistência à fadiga;

## RCD

- Os resíduos de construção e demolição tiveram seu grande potencial de reutilização comprovado e demonstrado em diversos estudos (Mesquita et al., 2015; Rubim et al., 2016);
- No processo da usina de reciclagem podem ser fornecidos dois tipos de materiais provenientes do RCD: o ARM (agregado reciclado misto) e ARC (agregado reciclado de concreto);
- Aplicação: agregado para concreto, areia reciclada para argamassa, pavimentação, etc. (<https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>)



Fig. 1 – Casa de terra crua (fonte: <https://www.prweb.com/releases/2011/10/prweb8921287.htm>)



Fig. 2 – Construção em Papelão (fonte: <https://designculture.com.br/as-inovacoes-arquitetonicas-de-shigeru-ban/>)



Fig. 3 – Casa em steel frame (fonte: PEREIRA, 2018)

## ELEMENTOS DE ALVENARIA

- Pode ser empregada para fazer qualquer tipo de edificação, na construção de diversas partes de uma obra, como paredes externas e internas, muros, sapatas e abóbadas;
- Tem função estrutural e/ou de vedação;
- Podem ser: tijolo maciço, tijolo furado, bloco cerâmico, bloco laminado, tijolo de solo-cimento, blocos de concreto, blocos de concreto celular, pedras/rochas, taipa, madeira, etc.

## PAPELÃO

- Mais comumente utilizado como forma de concreto
- Seu histórico e uso envolve também chapas de papelão, principalmente na construção de abrigos temporários.
- Atualmente o papel mais comum que compõe o papelão brasileiro, é o papel Kraft.
- Seu uso como parte da construção começou a ser popularizado pelo arquiteto Shigeru Ban, na década de 90. Shigeru tem comprovado cada vez mais as diversas possibilidades de uso do papelão, inclusive de forma estrutural.
- Características - durabilidade de 10 anos ou mais, variação dimensional intensamente ligada com a umidade relativa do ar, há um limite de cargas; logo demanda uma cobertura leve, não precisa de mão de obra especializada e apresenta um bom desempenho térmico e acústico (SALADO, 2006).

## STEEL FRAME

- É uma técnica construtiva recente no Brasil, amplamente empregada no exterior;
- Formado por estruturas de perfis de aço galvanizado e placas cimentícias, de madeira, drywall, etc. (PEREIRA, 2018);
- Permite uma construção com menos desperdício de materiais, mais limpa, organizada e rápida.

## FIBRAS DE COCO

- O Brasil possui cerca de 280 mil hectares cultivados com coqueiro, distribuídos, praticamente, em quase todo o território nacional com produção equivalente a dois bilhões de frutos  
(<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000fo7hz6ox02wyiv8065610d6ky3ary.html>);
- Aplicações: adição de fibra de coco em concreto não estrutural, adição de fibra de coco em misturas asfálticas, mantas de fibra de coco, chapas de fibra de coco, etc.;
- Vantagens: melhora as propriedades mecânicas específicas dos compósitos, biodegradabilidade e reciclabilidade, baixa densidade e não-abrasividade, baixo consumo de energia e custo de produção, oferta de empregos rurais, resistência a temperaturas altas sem perda significativa das suas propriedades.

## FIBRAS DE POLIPROPILENO

- É um filamento muito fino, fibrilado e alongado, produzido por sistema de extrusão;
- Microfibras - reduzem as fissuras causadas pela retração. Aplicações: lajes, ruas, calçadas, elementos pré-moldados, pisos, pavimentos, concreto projetado e estuques;
- Macrofibra - elementos de reforço no concreto. Aplicações: barragens, túneis, pontes, canais de irrigação, estações de tratamento de águas e esgoto, pavimentos e pisos de concreto.



Fig. 4 – Construção com solo cimento (fonte: <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/alvenaria-de-bloco-de-solo-cimento/>)



Fig. 5 – Quiosque de piaçava (fonte: <https://cobrire.com.br/quiosque-cobertura-palha-piacava/>)



Fig. 6 – Fibras de polipropileno (fonte: <https://texdelta.com/blog/aplicaciones-y-ventajas-del-uso-de-fibras-de-polipropileno/>)

## SOLO CIMENTO

- Material resultante da compactação da mistura de solo com certa quantidade de cimento Portland e água (FERRARI et al., 2014);
- Aplicação: tijolos vazados, base de pavimento para rodovias, proteção de encostas e aterros e blocos para alvenarias (ESTABRAGH, BEYTOLAHPOUR, JAVADI, 2011; TENNANT; FOSTER; REDDY, 2013; FERRARI et al., 2014);
- Vantagens: uso de material local, fácil execução, o processo pode ser feito manualmente, maior conforto e higiene, grande durabilidade e manutenção reduzida, dispensa revestimento, consumo mínimo de energia e economia (MOTTA et al., 2014).

## FIBRAS DE PIAÇAVA

- Palmeiras produtoras estão principalmente na região Norte do Brasil (REBELO, 2016);
- Aplicações: construção de coberturas e quiosques, como reforço de materiais compósitos;
- As fibras são colhidas, estendidas, postas para secar em terreiros e reviradas com frequência. Na sequência são limpas e batidas para que resíduos sejam retirados;
- Nota-se portanto que os métodos para a fabricação deste material são pouco agressivos para o meio ambiente.

## CONCRETO NORMAL

- Composição: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água, e às vezes aditivos;
- Características: boa resistência mecânica à compressão, propriedades térmicas e acústicas, alta durabilidade em comparação com outros materiais;
- Tipos: concreto autoadensável, concreto armado, concreto protendido, concreto massa, etc.



Fig. 7 – Petronas Towers (fonte: <https://www.wsp.com/en-SG/projects/petronas-towers-and-kuala-lumpur-city-centre>)

## CAD

- Composição: cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, água, aditivos, adições;
- O Concreto de Alto Desempenho (CAD) caracteriza-se por possuir propriedades de resistência e durabilidade superiores às dos concretos comuns, obtidas através de aditivos e adições;
- São concretos com resistência superior a 50 MPa, podendo chegar a 100 MPa.

(<https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-caracteriza-um-concreto-de-alto-desempenho-cad/>)

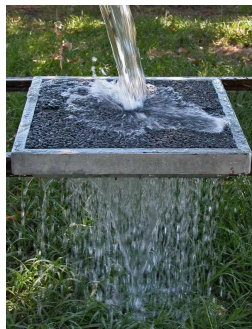


Fig. 8 – Piso permeável (fonte: <https://www.updateordie.com/2015/04/11/concreto-permeavel-pode-reduzir-problemas-de-enchente/>)

## CONCRETO PERMEÁVEL

- O concreto permeável é desenvolvido para permitir a passagem de água e ar por sua estrutura através de um sistema de poros;
- Composto por água, cimento, brita, e ausência do agregado miúdo justamente para que se permita a formação de poros no concreto (BATEZINI, 2013);
- Aplicações: pavimento drenante; condomínios e conjuntos habitacionais, estacionamentos, calçadas, pátios, parques, praças, ruas de baixo tráfego, ciclovias, decks de piscina, etc.

## BAMBU

- Qualquer planta que pertence à subfamília *Bambusoideae*, que faz parte da família das gramíneas;
- Conjunto de espécies é caracterizado por crescer numa velocidade muito alta, possuir uma porcentagem de fibras cerca de 40% e ter como forma geométrica um cilindro;
- Reproduzem-se principalmente de forma assexuada, através de seus rizomas (caules subterrâneos) e menos comumente pela polinização das suas flores;
- Produzem geralmente uma cera especial para proteger sua parede externa da umidade, de fungos, insetos, etc.;
- Alta resistência à tração, à compressão e alta resistência mecânica (OLIVEIRA, 2013);



Fig. 9 – Casa de Bambu (fonte: <https://www.arqhys.com/decoracion/el-bambu-material-ideal-para-la-construccion-de-dificaciones.html>)

# CONCLUSÕES

- Neste projeto foram abordados temas relacionados a sustentabilidade na construção civil, geração de resíduos, materiais de construção tradicionais e alternativos;
- Foram estudados os processos de fabricação, características, propriedades e aplicação do cimento, cal, gesso, elementos de alvenaria;
- Na sequência conheceu-se sobre os materiais alternativos (steel frame, bambu, terra crua, solo-cimento, bagaço de cana e resíduos de construção e demolição, compósitos, fibras, concreto), suas características mecânicas e as técnicas construtivas utilizadas;
- Pode-se verificar que é possível substituir muitos dos materiais tradicionais pelos alternativos com a finalidade de reduzir a geração de resíduos e energia.

## BIBLIOGRAFIA

- <https://www.updateordie.com/2015/04/11/concreto-permeavel-pode-reduzir-problemas-de-enchente/>  
Acesso em: 17/08/2021
- <https://www.arghvs.com/decoracion/el-bambu-material-ideal-para-la-construccion-de-edificaciones.html> Acesso em: 13/08/2021
- <https://designculture.com.br/as-inovacoes-arquitetonicas-de-shigeru-ban/> Acesso em: 17/08/2021
- <https://www.wsp.com/en-SG/projects/petronas-towers-and-kuala-lumpur-city-centre> Acesso em: 08/08/2021
- <https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/alvenaria-de-bloco-de-solo-cimento/> Acesso em: 08/08/2021
- [http://www.edifique.org.br/nova\\_pagina\\_6.htm](http://www.edifique.org.br/nova_pagina_6.htm) Acesso em: 08/08/2021
- <https://texdelta.com/blog/aplicaciones-y-ventajas-del-uso-de-fibras-de-polipropileno/> Acesso em: 13/08/2021
- [Natural Homes and Logic Real Estate of Santa Fe New Mexico Join Forces to Deliver Affordable Zero Energy Homes to the Santa Fe Market \(prweb.com\).](https://www.prweb.com/releases/2011/10/prweb8921287.htm)  
https://www.prweb.com/releases/2011/10/prweb8921287.htm Acesso em: 13/08/2021
- <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/C:ONT000fo7hz6ox02wyiv8065610d6ky3ary.html> Acesso em: 08/08/2021
- <https://cobrire.com.br/quiosque-cobertura-palha-piacava/> Acesso em: 08/08/2021

BETEZINI, R. Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves. 2013. Acesso em: 11 de jun. 2021.

CARVALHO, Thaís; LOPES, Wilza. A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável na construção civil. VII CONNEPI, 2012. Acesso em 5 de nov. 2020. Disponível em: [arquitetura-de-terra.pdf](#)

DRYWALL, Resíduos de Gesso na Construção Civil. Associação Brasileira do Drywall, 2012.

ESTABRAGH, A. R.; BEYTOLAHPOUR, I.; JAVADI, A. A. Effect of Resin on the Strength of Soil-Cement Mixture. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 23, n. 7, p. 969-976, 2011.

FERRARI et al. Tijolos vazados de solo-cimento produzidos com solo da Região do Arenito Caiuá do Paraná. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 131-148, jul./set. 2014.

FIGUEIREDO, A. D. Concreto com Fibras de Aço. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000. Disponível em: [http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/bt\\_00260.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/bt_00260.pdf)> Acesso em: 30 de julho de 2021.

MOTTA et al. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. e-xacta Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 13-26. (2014). Editora UnIBH.

MESQUITA et al. Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil Vol.10 - nº 2 (2015)

PEREIRA, Caio. Steel Frame: o que é, características, vantagens e desvantagens. Escola Engenharia, 2018. Acesso em 23 de jul. 2021. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/steel-frame/>

REBELO, V. S. M. Efeitos da mercerização em fibras de Piaçava Amazônica (*Leopoldinia piassaba*) para produção de painéis de partículas de média densidade. Universidade Federal do Amazonas - Faculdade de Tecnologia - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Manaus, 2016.

RUBIM et al. Concreto permeável a partir de resíduos de construção e demolição. 22º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 06 a 10 de Novembro de 2016, Natal, RN, Brasil.

SALADO, Gerusa. "CONSTRUINDO COM TUBOS DE PAPELÃO: Um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban". 2006. Acesso em: 28 de maio 2021. Disponível em: [Construindo com tubos de papelão: um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru... \(usp.br\)](#)

SILVA, Regilan Meira; ALVIM, Ricardo de Carvalho; DOMINGUEZ, Dany Sanchez. Estudo da resistência mecânica de um compósito cimentício leve reforçado com fibras de piaçava. Educação, Tecnologia e Cultura - E.T.C., [S.l.], n. 12, jun. 2016. Disponível em: <https://publicacoes.ifba.edu.br/index.php/etc/article/view/51>>. Acesso em: 08 ago. 2021.

TECNOSIL, Marketing. "O que caracteriza o Concreto de Alto Desempenho (CAD)". Acesso em 23 de jul. 2021. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-caracteriza-um-concreto-de-alto-desempenho-cad/>

TENNANT, A. G.; FOSTER, C. D.; REDDY, B. V. V. Verification of Masonry Building Code to Flexural Behavior of Cement-Stabilized Soil Block. Journal of Materials in Civil Engineering, v. 25, p. 303-307, 2013.

OLIVEIRA, L. Conhecendo bambus e suas potencialidades para uso na construção civil. Gestão e avaliações nas construções, Belo Horizonte, 2013.