



Fabricação de Produtos à Base de Celulose para uso em Diferentes Etapas Construtivas das Edificações

Manufacture of Cellulose-Based Products for use in Different Construction Stages of Buildings

Amanda Schneider Senger

Fabiana Bugs Antocheviz

Guilherme Schneider Senger

Valter Antônio Senger

Resumo: Mesmo com o avanço constante da tecnologia, o descarte de celulose tem sofrido um aumento crescente. Ainda que este resíduo seja considerado um material degradável, esta prática de descarte traz grandes preocupações para o planeta, pois gera volumes consideráveis, o que tem chamado atenção para uma tendência ao reaproveitamento. Apesar das preocupações com a extração da matéria-prima virgem, o desenvolvimento da celulose para uso em edificações, surge como uma solução, visto que afere menores cargas, maior capacidade termoacústica e maior acessibilidade de custo para os ambientes, potencializando seu uso em diferentes tipologias de edificações, inclusive nas de interesse social. Desta forma, o projeto visa contribuir por meio do reaproveitamento das folhas de celulose ora descartadas, proporcionando a utilização das mesmas de uma forma inteligente e sustentável, permitindo reduzir o acúmulo de descartes, a contaminação do ar pelo processo de queima e consequentemente a extração da matéria prima, reduzindo temperatura/ruído nos ambientes, na confecção de tijolos, reforço de telhas e em revestimentos de alvenarias e forros, além de reaproveitá-los como insumos para confecção de subprodutos a serem utilizados em outras etapas da construção. Sendo assim, objetiva-se encontrar uma faixa volumétrica capaz de aferir qualidades e resistência para o uso proposto, uma destinação ecologicamente correta e redução no custo de fabricação de tijolos, comprovada por meio de análises laboratoriais, a potencialidade de sua utilização em obras residenciais, transformando um resíduo em produto que possibilite sua aplicação, de modo que auxiliem também na redução da temperatura dos ambientes e na redução de ruídos. A metodologia adotada é a experimental por meio do método das tentativas, o qual direciona para análise de resultados obtidos com testes laboratoriais e validação em campo. A partir da análise dos resultados obtidos com os testes de resistência, acústica e térmica, pretende-se produzir uma edificação experimental para acompanhamento em campo. Os resultados obtidos até o momento apresentam eficiência para uso em revestimento de telhas no tocante a resistência ao impacto sendo possível sua utilização, assim como, na produção de blocos para execução de alvenarias de vedação e no revestimento de alvenarias.

Palavras-chave: celulose; resíduos; resistência; tijolos.

Abstract: Even with the constant advancement of technology, the disposal of cellulose has been increasing. Although this waste is considered a degradable material, this disposal practice brings great concern to the planet, as it generates considerable volumes, which has drawn attention to a trend towards reuse. Despite concerns about the extraction of virgin raw material, the development of cellulose for use in buildings appears to be a solution, since it provides lower loads, greater thermoacoustic capacity and greater affordability for environments, enhancing its use in different types of buildings, including those of social

interest. In this way, the project aims to contribute through the reuse of discarded cellulose sheets, allowing them to be used in an intelligent and sustainable way, allowing to reduce the accumulation of waste, air contamination through the burning process and consequently the extraction of raw materials, reducing temperature/noise in environments, in the manufacture of bricks, reinforcement of tiles and in masonry and ceiling coverings, in addition to reusing them as inputs for the manufacture of by-products to be used in other stages of construction. Therefore, the objective is to find a volumetric range capable of measuring qualities and resistance for the proposed use, an environmentally friendly destination and reduction in the cost of manufacturing bricks, proven through laboratory analyses, the potential for their use in residential construction, transforming a waste product into a product that allows its application, so that it also helps to reduce the temperature of environments and reduce noise. The methodology adopted is experimental through the trial and error method, which directs the analysis of results obtained with laboratory tests and field validation. Based on the analysis of the results obtained with the resistance, acoustic and thermal tests, the intention is to produce an experimental building for monitoring in the field. The results obtained so far show efficiency for use in tile coating regarding impact resistance, being possible for its use, as well as in the production of blocks for the execution of sealing masonry and in the coating of masonry.

Keywords: cellulose; waste; resistance; bricks.

INTRODUÇÃO

Antes de abordar a temática dos resíduos, é fundamental compreender sua natureza e impacto. Todas as atividades cotidianas desempenhadas pelos seres humanos geram resíduos que, ora ou outra, são descartados e tendem a prejudicar o meio ambiente. Ao contrário da natureza que utiliza de mecanismos próprios de “tratamento” para seus resíduos gerados, o volume e a complexidade dos resíduos gerados pelo homem ultrapassam essa capacidade. Repensar alternativas de descarte que minimizem o impacto ambiental representa uma possibilidade para mitigar os problemas relacionados a temática.

De acordo com o IPEA (2017), a produção de resíduos sólidos urbanos atinge a marca de 160 mil toneladas por dia. Desse volume, aproximadamente 40% tem potencial para ser reciclado, porém, apenas 13% é destinado para tratamento. Minimizar problemas relacionados ao descarte de materiais em desuso pode representar significativas melhorias tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida da população, principalmente por meio de soluções alicerçadas na sustentabilidade e na reciclagem.

Nesse contexto, a celulose surge como um material em potencial, pois, é um polissacarídeo, principal componente da parede celular de vegetais, tendo como função conferir rigidez à sua estrutura. No Brasil a área de florestas plantadas para fins comerciais, majoritariamente com eucalipto (76% da área plantada), ultrapassaram 10 milhões de hectares em 2023. A Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ, 2024) aponta que 54% dessa área é dedicada à produção de celulose, papel e outros produtos, indicando uma vasta disponibilidade de matéria-prima.

A pesquisa em questão foca no reaproveitamento dos resíduos de folhas de celulose descartados. Este é um recurso natural abundante, extraído de diversas

espécies vegetais, principalmente de troncos de pinus e eucalipto. Após extração, a celulose é utilizada como matéria prima em diferentes ramificações industriais, como têxtil, de alimentos e de papel. Estudos que buscam o aproveitamento de resíduos para reintroduzi-los no ciclo produtivo transformando-os em novos produtos, são cada vez mais relevantes. Para isso, se faz necessário o desenvolvimento de testes direcionados associados a resistência, estanqueidade e estabilidade.

Segundo Leijôto (2013), a densidade demográfica teve um aumento considerável ao longo dos anos, devido a fatores de desenvolvimento de grandes centros, com isso os resíduos domiciliares tornaram-se um problema de planejamento para a gestão pública trazendo consequências para o meio ambiente. Nesse cenário, a reciclagem – a última das propostas dos Três R's da sustentabilidade (reduzir, reutilizar e reciclar) – representa um grande desafio para o Brasil.

É necessário entender que o modo de habitar entre as diferentes classes sociais e culturais difere consideravelmente, influenciando as técnicas construtivas e a materialidade utilizada em suas habitações, seguindo características locais - dos indivíduos e da sociedade – em que ali estão inseridos. Em contextos envolvendo população de baixa renda, a busca por materiais com menor custo de produção é comum. Diante disso, os tijolos produzidos a partir do descarte da celulose pode representar uma solução viável ao problema de custo na execução de edificações para residências populares. Inicialmente, optou-se pela produção de tijolos maciços retangulares, dada a facilidade de construção das fôrmas e preenchimento das mesmas.

O uso desse resíduo permite a fabricação de peças maiores quando comparado às convencionais disponíveis no mercado, devido à sua menor densidade. Serão adotadas 30 cm de comprimento por 10 cm de espessura e 10 cm de altura. Simultaneamente, estão sendo desenvolvidos revestimentos para telhas de fibrocimento e para alvenarias.

Buscando alternativas para atenuar e/ou solucionar a problemática ambiental e social, propõe-se utilizar folhas de celulose descartadas por instituições como matéria-prima base. Com elas, serão produzidos blocos maciços aplicáveis em alvenarias de vedação de uso interno e como reforço para telhas de fibrocimento. Esta abordagem visa aumentar a resistência das telhas a impactos reforçando as coberturas, com isso prolongando a vida útil e aliviando o ambiente da carga de resíduos. Além disso, proporciona maior resistência e conforto térmico e acústico, contribuindo para a integridade e conservação do patrimônio de indivíduos menos favorecidos. O uso desse material como revestimento interno em alvenarias também permite melhorar as condições termoacústicas das edificações.

Pensando nisso, em detrimento ao volume de celulose descartada, o projeto visa aliviar a pressão ambiental, reduzindo tanto a extração de matéria-prima virgem quanto a necessidade de espaço para acomodação de resíduos, assim como busca encontrar alternativas e uma gestão adequada, que auxilie na resolução de problemas ambientais de maneira a utilizá-los como aliado na manutenção dos telhados, mais especial as telhas de fibrocimento de ondas baixas. Esse material frequentemente é utilizado para o recobrimento de residências de baixo custo, e são

suscetíveis a danos causados em decorrência das chuvas de granizo, um fenômeno comum na região.

Nos últimos anos, a incidência de chuvas com a presença de granizo, tem causado significativa destruição em telhados confeccionados com esse padrão de cobertura. De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, no período compreendido de 1991 à 2012, estão registrados 2.095 ocorrências de desastres por granizo em todo o Brasil, sendo que 31,6% destas aconteceram no Rio Grande do Sul, o qual também refletiu 24,2% dos danos humanos causados no país, atingindo um total de 374.616 de pessoas.

Com a incidência desses sinistros, os responsáveis pelos setores da defesa civil nos municípios atingidos, encontram soluções paliativas por meio da aquisição e distribuição de novas telhas e lonas, pois, as lonas são temporárias e as telhas substituídas apresentam o mesmo padrão de vulnerabilidade. Essa reincidência dos eventos climáticos as quais ocorrem anualmente, contribuem com o aumento do volume de resíduos e sobrecarregando os aterros. Com a aplicação da celulose em telhas e alvenarias, ou na produção de peças, projeta-se uma redução de ruídos e um aumento da capacidade termoacústica no interior das edificações, proporcionando um ambiente mais salubre aos usuários.

É imprescindível que os envolvidos na pesquisa se apropriem de dados abrangentes que contemplem a temática abordada, como resíduos, cobertura com telhas de fibrocimento, resistência ao impacto, conforto térmico e acústico, alvenarias de vedação e seus revestimentos, de maneira que possam nortear as atividades relacionadas à pesquisa.

Estudos já apontam que as folhas de celulose habitualmente descartadas, podem ser aproveitadas como isolante térmico alternativo, reduzindo a temperatura interna de imóveis em até 8°C, permitindo também seu uso para proteção contra impactos causado pela precipitação de granizo, atividades que podem ser executadas por meio de aplicação direta sobre as superfícies e executadas pelo próprio usuário, o que não só evita o descarte diretamente na natureza, mas também empodera os proprietários a protegerem seus imóveis de forma autônoma. Ao eliminar e/ou reduzir o descarte, é possível adotar uma postura ecológica consciente. Como forma de incentivar a reciclagem, o projeto propõe uma quebra de paradigmas saindo da zona de conforto, encontrar alternativas que possam transformar resíduos em peças utilizáveis em diferentes etapas da construção – alvenarias, revestimentos, coberturas - que contribuam para minimizar os estragos causados pelas precipitações de granizo, comuns na região e propiciar maior resistência ao impacto (em alvenarias e coberturas), além de contribuir para o conforto nas edificações, através do bloqueio da radiação de calor (conforto térmico) e atenuando ruídos (conforto acústico).

Normalmente o padrão das residências de baixo custo / interesse social, se caracterizam por apresentar metragem reduzida, o que torna desnecessário o uso de telhas mais espessas, geralmente utilizadas em maiores vãos. Associado à questão econômica, as telhas de fibrocimento de onda baixa, indica ser a opção mais comum para tais situações, contudo, dado sua forma – ondas baixas – e

pouca espessura, a tornam mais frágeis e tendem a apresentar mais danos quando submetidas ao impacto.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi classificada como exploratória devido à sua natureza aplicada, a qual busca aprofundar o entendimento sobre a reutilização de materiais com a intenção de aprofundar os conhecimentos. O principal delineamento metodológico adotado foi a pesquisa-ação, onde os pesquisadores se inserem no contexto do objeto estudado, permitindo que os problemas e as soluções surjam diretamente do grupo ou da comunidade envolvida no ambiente da pesquisa, tendo como objetivo central a solução e/ou o esclarecimento, na resolução de questões a problemática abordada, de forma colaborativa e prática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a eficiência e eficácia do material, foram realizados experimentos com a construção do protótipos de telhado, bloco e revestimento para verificação da eficiência / eficácia, alternando as composições, os materiais e os métodos de fixação, mantendo o produto exposto aos agentes de intemperismo por um período de doze meses, partindo-se para os testes de carga, os quais contemplam a aplicação de carga concentrada - controlada e conhecida - sobre o telhado e bloco.

O projeto buscou abordar uma demanda até então negligenciada, com o objetivo de reduzir gastos, perdas de bens e redução no volume de resíduos. Para simular as precipitações de granizo, foram realizados ensaios de resistência ao impacto executados sobre as telhas de fibrocimento revestidas com celulose. Essa rotina de testes consiste na queda de um peso de 787,2 gramas, direcionado por um tubo de PVC de 75 mm, de uma altura de 0,78 metros sobre o mesmo ponto de aplicação da carga. O ensaio é repetido até o rompimento total da telha, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 01 – Teste de carga sobre as telhas por queda livre.



Fonte – autores, 2024.

Quanto aos ensaios de blocos para alvenarias, o foco inicial foi na resistência à compressão, a fim de comprovar a capacidade de carga da peça até seu rompimento. Os materiais foram elaborados com controle volumétrico da mistura e submetidos a um período de cura de 28 dias: 6 dias na fôrma e 22 dias em ambiente controlado. Após esse período, as peças foram submetidas ao teste de rompimento por compressão, como detalhado na figura 2.

Figura 2 – Bloco Desformado, Teste de Carga a Compressão e Bloco Rompido.



Fonte – autores, 2024.

Resultados Preliminares

Os ensaios subsequentes, que incluem testes de absorção (para verificar alteração de características e percentual de absorção quando submetidos a presença de água) serão realizados na sequência da pesquisa,

Ensaio acústico (para medir a redução sonora), e ensaios térmicos (para medir a diferença de temperatura entre as faces), já apresentam alguns resultados, mas carecem de mais atenção quanto ao uso e aplicação considerando algumas variáveis ainda não ensaiadas.

Para os ensaios relacionados ao revestimento em alvenaria, foram utilizados blocos de concreto como base para aplicação do revestimento de celulose, conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3 – Bloco de concreto com Revestimento de celulose.



Fonte – autores (2024).

Os testes realizados até o momento estão compilados no quadro 1, os quais estão organizados na ordem pelos traços utilizados. Inicialmente um conjunto de três unidades por traço foi executado para identificar a melhor mistura entre os agregados.

Quadro 1 – Traços e resultados.

Nº CP's	Material	Compressão (Mpa)	Acústico (dB)	Térmico (°C)
1	8c1c	1,61	9,3	7,8
2	8c1c	1,58	9,0	8,0
3	8c1c	1,65	8,8	7,7
4	10c1c	1,44	10,5	8,0
5	10c1c	1,47	9,9	8,1
6	10c1c	1,42	10,9	8,1
7	12c1c	1,12	10,7	8,0
8	12c1c	1,20	11,2	8,3
9	12c1c	1,23	11,0	8,5
10	14c1c	0,67	11,1	8,2
11	14c1c	0,71	11,0	8,4
12	14c1c	0,69	11,4	8,2

Fonte – autores, 2024.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pesquisas focadas no aproveitamento de resíduos para sua reintrodução no ciclo produtivo, sob a forma de novos produtos, são cruciais para a sustentabilidade. Esses estudos visam não apenas encontrar utilidade para materiais descartados, mas também agregar qualidade aos produtos com eles gerados, demandando investigações mais aprofundadas sob a forma de testes de resistência, estanqueidade e estabilidade. É preciso reconhecer e acima de tudo entender que, o modo de habitar entre as diferentes classes sociais, geográficas e culturais variam consideravelmente, com isso, as técnicas construtivas e as materialidades utilizadas em suas habitações também são distintas de acordo com as características locais do meio, dos indivíduos e da sociedade em que estão inseridos.

Utilizar materiais que envolvam menor custo de produção, por exemplo, são priorizados em populações com menor poder aquisitivo, sendo assim, os produtos desenvolvidos a partir do descarte da celulose indica ser uma solução promissora para otimizar a execução de edificações de interesse social, oferecendo alternativas econômicas e eficientes.

A incidência de chuvas de granizo tem causado destruição em telhados, especialmente nos construídos com telhas de fibrocimento, material esse largamente utilizado em construções de baixo custo. A cada ano, percebe-se há reincidência

quanto ao evento, justamente pela ocorrência desses sinistros. Como resposta da defesa civil dos municípios, se tem ações paliativas com o fornecimento de novas telhas para substituição – as quais apresentam as mesmas características –, e lonas – material de uso temporário e ainda mais frágil que as telhas –, adiando o problema e contribuindo na geração contínua de resíduos que sobrecarregam os aterros. A utilização da celulose como elemento protetor para telhas vislumbra-se reduzir a quebra dessas coberturas, reduzindo o volume de descartes e a necessidade de extração de matérias-primas.

Paralelamente, a pesquisa demonstra o potencial da celulose na execução de revestimentos em alvenarias e na produção de blocos. Essas aplicações contribuem diretamente para a redução de ruídos e o aumento da capacidade térmica no interior das edificações, proporcionando um ambiente mais salubre e confortável. A utilização da celulose para construir camadas protetoras em telhas de fibrocimento ou em alvenarias revelou um aumento significativo na resistência a impactos, redução da temperatura interna e melhora na eficiência acústica, impactando positivamente a qualidade de vida da população.

Estudos já existentes reforçam que as folhas de celulose podem atuar como um isolante térmico eficaz, reduzindo a temperatura em até 8°C e o ruído em até 10dB (para uma camada de 2cm), com a vantagem de serem aplicáveis diretamente sobre qualquer superfície. O projeto de pesquisa propõe inovar ao transformar resíduos de celulose em peças para alvenarias, revestimentos ou camadas protetoras que também podem absorver dilatações, minimizando fissuras.

Em relação à produção da mistura, observou-se que para obter a textura desejada, a celulose após triturada necessita de um período mínimo de sete dias submersa em água. Após esse período, a mistura é homogeneizada e o excesso de água é retirado, adicionando-se os demais agregados até que se atinja uma consistência adequada para moldagem e aderência.

Apesquisa demonstrou que a criação de camadas ou peças a partir do descarte de celulose apresenta-se viável. No âmbito acadêmico, essa abordagem transforma o conhecimento sobre materiais, técnicas construtivas e reaproveitamento de resíduos em um aprendizado atraente e significativo. Isso permite que os envolvidos ampliem sua compreensão técnica e social, promovendo a quebra de paradigmas sobre o tema e disponibilizando a metodologia como um projeto de extensão para a comunidade.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. 2. reimpr. São Paulo: Blucher, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.305/10.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). 2010.

CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991-2012.** 2. ed. Florianópolis: Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, 2013.

CONAMA. **Resolução Conama 307 de 5 de julho de 2002.** 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em: 17 maio 2025.

FRANCO, M. A. S. **Pedagogia da Pesquisa-Ação.** Revista Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v31n3/a11v31n3.pdf>. Acesso em: 8 maio 2025.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2024.** IBÁ: 2024.

IPEA. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem., 2017.** Disponível em: <www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296>. Acesso em: 24 set. 2024.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção.** In: CASSA, J. C. S. *et al.* (Org.). Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

LEFF, E. **Saber ambiental: Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 8. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LEIJÔTO, N. **Lixo no meio ambiente: A luta pela preservação e conservação.** ATHENAS, v. 2, n. 1, p. 240-254, jan./jul. 2013.

MOREIRA, R. A Geografia e a Educação Ambiental: o modo de ver e pensar a relação ambiental na Geografia. Espaço em Revista, v. 11, n. 1, jan./jun., 2009.

RAMOS, E. C. **A abordagem naturalista na educação ambiental: uma análise dos projetos ambientais de educação em Curitiba**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.

SOUZA, F. D. S. **Preservação do ambiente uma ação de cidadania**. 1. ed. Fortaleza: Brasil Tropical, 2003.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TURIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. de. **Metodologia de Pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Itajubá: UNIFEI, 2012.

YUDELSON, Jerry. **Projeto Integrado e Construções Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

YUDELSON, Jerry. **Projeto Integrado e Construções Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

WALLON, H. **Do acto ao pensamento**. Lisboa, Portugal: Moraes Editores, 1978.