

GESS ECO: UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE CASCA DE OVO NA PRODUÇÃO DE UM COMPOSTO DE GESSO (FASE II)

SANTOS, Alícia Vitória Marques dos; ALVES, Caio David Nunes da Silva;
COSTA, Yzis Maria da Rocha; SILVA, Madalena Ferreira da;

UNIDADE INTEGRADA SESI/SENAI CARLOS GUIDO FERRARIO LOBO

Ensino médio e/ ou técnico profissionalizante concomitante
Engenharia Civil

RESUMO: A demanda por materiais sustentáveis na construção civil estimula a busca por alternativas ao gesso convencional, cuja produção gera impactos ambientais significativos. O projeto Gess Eco propõe aprimorar um gesso ecológico previamente desenvolvido com cascas de ovos, goma xantana e fibra de coco, agora substituindo a xantana por goma guar e carboximetilcelulose (CMC) para otimizar propriedades como resistência mecânica e tempo de secagem. Alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 4, 9, 11, 12 e 15, o projeto visa produzir um gesso sustentável para revestimentos e estruturas leves, contribuindo para cidades mais sustentáveis (ODS 11) e a preservação de ecossistemas terrestres (ODS 15) por meio da redução de resíduos em aterros e da menor extração de recursos minerais. Objetivos específicos incluem comparar as propriedades físico-químicas das novas formulações com o gesso tradicional, promover o reaproveitamento de resíduos e fomentar educação de qualidade (ODS 4) através de campanhas em escolas e coletas de cascas de ovos em fábricas de bolos e outros. A metodologia compreende: (1) revisão bibliográfica sobre goma guar e CMC em compósitos; (2) preparo de protótipos com 300 g de casca de ovo triturada, 100 g de vinagre, 100 g de amido de milho, 10 g de fibra de coco e 10 g de goma guar ou CMC; (3) testes de moldagem artesanal, secagem, resistência mecânica e biocompatibilidade em temperatura ambiente; (4) validação com a norma ABNT NBR 13207, que define requisitos para gesso na construção civil, e outras normas ABNT; e (5) análise estatística com teste t de Student para comparar com o gesso convencional e a formulação anterior com xantana. Espera-se que a goma guar, natural, mantenha a sustentabilidade, mas retenha umidade, enquanto a CMC, biodegradável, acelere a secagem e melhore a firmeza. Os protótipos devem apresentar resistência comparável ao gesso tradicional, com aplicações em construção, promovendo inovação tecnológica (ODS 9) e práticas responsáveis de produção e consumo (ODS 12). As campanhas educativas engajam comunidades na gestão de resíduos, promovendo conscientização ambiental (ODS 4). O projeto reduz resíduos orgânicos em aterros e a exploração de recursos naturais, contribuindo para a proteção de ecossistemas terrestres (ODS 15) e incentivando práticas sustentáveis em indústrias e comunidades urbanas.

Palavras-chave: gesso de casca de ovo, construção civil, goma guar, fibra de coco, sustentabilidade, ODS.

INTRODUÇÃO

O crescente reconhecimento dos desafios ambientais globais tem impulsionado a busca por práticas mais sustentáveis e ecologicamente responsáveis. Marques (2020) destaca que, nas últimas décadas, aumentou significativamente a preocupação com a integração de práticas de desenvolvimento sustentável nas instituições acadêmicas ao redor do mundo.

Para promover essas iniciativas e incorporá-las aos currículos dessas instituições, diversos documentos internacionais foram estabelecidos. Nesse contexto, observa-se que muitos recursos, como a casca de ovo, são descartados, embora possam ser reaproveitados. Diante dessa questão, surge o questionamento: é possível produzir um gesso ecológico e sustentável, utilizando casca de ovo, vinagre, amido de milho e fibra de coco, que seja comparável ao gesso convencional em termos de resistência, durabilidade e aplicabilidade na construção civil, além de diversificar sua utilização na área da saúde e do artesanato?

Por hipótese, busca-se desenvolver soluções que combinem funcionalidade e sustentabilidade, utilizando ingredientes alternativos, como os mencionados, na fabricação de gesso.

Outro recurso subutilizado é a fibra de coco. Santos *et al.* (2016) apontam que o descarte de coco verde gera aproximadamente 6,7 milhões de toneladas de cascas por ano, representando um grave problema ambiental. Esse resíduo contribui para a emissão de gases como o metano, que intensificam o efeito estufa e o aquecimento global. A proposta apresenta uma abordagem inovadora na produção de gesso, integrando resíduos orgânicos e ingredientes naturais para criar um material sustentável. A utilização da casca do ovo somada a fibra do coco, vinagre e amido de milho visa aproveitar resíduos orgânicos, promovendo a reciclagem de materiais e reduzindo o uso de substâncias prejudiciais ao meio ambiente, além de criar uma fonte potencial de renda. Vale ressaltar que a indústria da construção civil é reconhecida por seu elevado consumo de recursos naturais e pela geração expressiva de resíduos. O gesso, um componente amplamente utilizado em diversas aplicações na construção, é alvo de crescente atenção devido ao seu impacto ambiental. A indústria da construção civil, conhecida por seu considerável impacto ambiental, está constantemente em busca de alternativas sustentáveis para minimizar os danos ao meio ambiente. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) e a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (Abrecon), esse setor é responsável por cerca de 20 a 40% do consumo global de energia, 12% a 16% da água potável, 32% dos recursos naturais e 25% da madeira utilizada mundialmente. No Brasil, esse índice pode

chegar a 50% dos recursos naturais utilizados (Schneider, 2018; Lamônica et al., 2019). Apenas em 2021, foram geradas aproximadamente 48 milhões de toneladas de resíduos da construção e demolição (RCD), o que equivale a 227 kg por habitante. Deste montante, somente 16% foi reciclado (Abrelpe, 2022; Abrecon, 2022). O descarte inadequado desses resíduos, muitas vezes realizado em áreas de preservação, acarreta sérios impactos ambientais, como a poluição do solo e a contaminação de corpos d'água. Diante desse cenário, diversas soluções vêm sendo discutidas para mitigar os impactos ambientais causados pela construção civil. Entre elas, destaca-se o uso de tecnologias como o Building Information Modeling (BIM), uma metodologia que integra todas as fases de um empreendimento — do projeto à execução e manutenção — por meio da modelagem digital de informações. Essa abordagem possibilita maior precisão no planejamento, melhor gerenciamento de recursos e significativa redução de desperdícios, podendo diminuir em até 30% o volume de resíduos gerados (Oliveira et al., 2020; Grandisoli, 2024).

21 Paralelamente, marcos legais como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) e a Resolução Conama nº 307/2002 reforçam a importância da gestão adequada dos resíduos da construção civil e incentivam práticas de reaproveitamento de materiais, contribuindo para a consolidação da economia circular no setor. Vários pesquisadores vêm explorando alternativas sustentáveis para a construção civil. Carvalho (2002) destaca a eficácia da adição de resíduos industriais à composição do cimento como estratégia para reduzir impactos ambientais ao longo do ciclo de vida dos materiais. Cosentino (2017) propõe a adoção de certificações ambientais, como o LEED AQUA, como norteadoras de boas práticas sustentáveis. Vieira (2014) analisa o uso de algoritmos computacionais para otimização estrutural, contribuindo para a diminuição do uso de materiais e das emissões de CO₂. Já Csillag (2007), Motta (2009) e Paula (2016) defendem o planejamento e a gestão ambiental desde as etapas iniciais dos projetos. Romero et al. (2024), mais recentemente, evidenciam os benefícios do uso de materiais alternativos no concreto para minimizar os danos ambientais associados ao setor. Outro eixo conceitual que sustenta esta pesquisa refere-se à articulação entre ciência, inovação e responsabilidade socioambiental, alinhada aos ODS estabelecidos pela ONU em 22 2015, no âmbito da Agenda 2030. Tais objetivos constituem um pacto

global em torno de metas que buscam erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e assegurar padrões de vida mais justos e sustentáveis.

Este projeto surge como resposta a essa necessidade premente, propondo a utilização de resíduos orgânicos e ingredientes naturais, como cascas de ovos, fibra de coco, vinagre e amido de milho, na produção de gesso sustentável.

A escolha desses ingredientes vai além da simples redução do impacto ambiental. Em primeiro lugar, a reciclagem de cascas de ovos e fibra de coco representa uma abordagem para o reaproveitamento de resíduos, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos e reduzindo a quantidade de materiais enviados para aterros sanitários. Além disso, a substituição de substâncias prejudiciais ao meio ambiente por ingredientes naturais não apenas reduz a pegada ambiental do processo de produção, mas também preserva a qualidade da água e do solo. Esta mudança representará um passo significativo em direção a práticas mais ecológicas na indústria da construção. Além disso, a inclusão de fibra de coco e amido de milho no processo de produção visa não apenas reforçar a estrutura do gesso, mas também conferir-lhe propriedades mecânicas aprimoradas.

A resistência mecânica e a flexibilidade resultantes tornam o gesso sustentável adequado para diversas aplicações, desde construção civil até a fabricação de próteses.

Em síntese, a utilização de cascas de ovos, fibra de coco, vinagre e amido de milho na produção do gesso sustentável não é apenas uma solução ambientalmente consciente, mas uma inovação promissora que abrange benefícios econômicos, de saúde e de qualidade do produto final. Este projeto representa um passo significativo em direção a práticas mais responsáveis e sustentáveis em diversos setores.

OBJETIVO GERAL

Desenvolver um gesso ecológico sustentável com cascas de ovos, vinagre, amido de milho, fibra de coco e goma guar/CMC, comparável ao gesso convencional em resistência, durabilidade e aplicabilidade na construção civil, saúde e artesanato, alinhado aos ODS 4, 9, 11, 12 e 15.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar propriedades físico-químicas (resistência, secagem, biocompatibilidade) das formulações com goma guar/CMC ao gesso tradicional e à versão com xantana.

Promover reuso de cascas de ovos e fibra de coco via parcerias com indústrias e escolas. Isso se alinha com a ODS 12, que visa garantir padrões de produção e consumo sustentáveis, destacando a importância de utilizar de forma eficiente os recursos naturais e minimizar o desperdício

Fomentar educação ambiental (ODS 4) com campanhas e coletas em escolas públicas. Isso contribuirá para modernizar a infraestrutura industrial, aumentar a eficiência no uso de recursos e incentivar a inovação tecnológica, em linha com as metas da ODS 9 até 2030.

Avaliar viabilidade econômica do gesso ecológico vs. convencional, considerando diferentes aplicações, como construção civil, próteses e outras utilidades, visando eficiência e vantagens econômicas.

Validar o gesso conforme ABNT NBR 13207 e outras normas ABNT.

REVISÃO DA LITERATURA

Na busca por estudos realizados com a casca do ovo para produção de gesso, destacamos o trabalho realizado por Miranda *et al.* (2017) sobre a *Síntese de Gesso Proveniente do Resíduo da Casca de Ovo de Galinha* (2017). Os resultados obtidos pelo grupo, foi consistente e revelaram a presença significativa de sulfato de cálcio na amostra, após a realização da reação entre a casca de ovo e o ácido sulfúrico. Com isso, as constatações conclusivas sugerem que a abordagem proposta representará uma alternativa eficaz para a produção artesanal de gesso.

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2021), a produção global de ovos de mesa atingiu 87,6

milhões de toneladas, um aumento de 26,78% em relação a 2010, equivalente a 18,5 milhões de toneladas adicionais. Projeções indicam que, até 2030, a produção alcançará 95 milhões de toneladas, um crescimento de 9% no consumo mundial em comparação com 2021 (Soares e Ximenes, 2022). Os principais produtores são China, Estados Unidos, União Europeia, Índia e México, com a China respondendo por 34,4 milhões de toneladas em 2021 (FAO, 2021), evidenciando a relevância global da indústria avícola. No Brasil, Maziero et al. (2019), com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), relatam a produção de mais de 800 milhões de dúzias de ovos de galinha.

Os autores destacam os desafios associados ao descarte dessas cascas, frequentemente destinadas a aterros sanitários, quando poderiam ser reaproveitadas. Conforme defendem autores como Sachs (2020) e Leff (2022), a sustentabilidade não se limita à preservação ambiental, mas implica uma reorganização profunda das formas de produção, consumo e relação com os ecossistemas. Adotar esses resíduos como base para um novo material construtivo implica também uma crítica ao modelo tradicional da indústria do gesso no Brasil, altamente dependente da extração mineral. Segundo dados do Sindusgesso (2023), o país extraiu 15,8 milhões de toneladas de gipsita em 2023, das quais 5,55 milhões foram destinadas à fabricação de gesso, com 52% dessa produção voltada à construção civil. O polo gesseiro do Araripe, em Pernambuco, responsável por 97% da produção nacional, embora represente um eixo estratégico da economia, também é foco de sérias vulnerabilidades ambientais. A exploração intensiva da gipsita compromete ecossistemas nativos da Caatinga e intensifica processos de desertificação. Além disso, os impactos não se restringem ao meio ambiente. Estudo de Santos, Silva e Oliveira (2003) identificou sintomas respiratórios significativos em comunidades próximas às fábricas de gesso, como irritação ocular (42,92%), tosse (28,26%) e sangramentos nasais (37,39%). A solubilidade do gesso (1,8 g/L) ainda contribui para a contaminação do lençol freático, e sua produção tradicional está associada à emissão de gases tóxicos, como o sulfídrico. Paralelamente, o desperdício do material em obras, que pode chegar a 45% (Gazeta do Povo,

2013), amplia os problemas de destinação de resíduos, agravando a crise urbana do lixo.

O projeto proposto está alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, integrando ações que promovem um futuro mais sustentável e inclusivo, com foco nos ODS 4, 9, 11, 12 e 15. Em relação ao ODS 4 (Educação de Qualidade), o projeto implementa programas educacionais em escolas, capacitando estudantes e educadores com conhecimentos e habilidades para adotar práticas sustentáveis, promovendo uma educação inclusiva e equitativa.

No âmbito do ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), o projeto incentiva a inovação em processos produtivos, desenvolvendo tecnologias e práticas que otimizam o uso de recursos naturais e reduzem impactos ambientais, fortalecendo a sustentabilidade industrial. Para o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), o projeto contribui para comunidades mais sustentáveis por meio de iniciativas que minimizam resíduos e promovem o uso eficiente de recursos, melhorando a qualidade de vida em áreas urbanas e rurais. Alinhado ao ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis), o projeto reduz o desperdício de alimentos, otimiza o uso de recursos naturais e minimiza a geração de resíduos, incentivando práticas sustentáveis em empresas e escolas. Por fim, no contexto do ODS 15 (Vida Terrestre), o projeto protege ecossistemas terrestres ao promover o uso responsável de recursos, a redução da poluição e a preservação da biodiversidade. Assim, o projeto engaja empresas, escolas e comunidades, fomentando a consciência.

As escolas Selma Bandeira e Nise da Silveira envolverão alunos, professores e familiares na coleta de cascas de ovos para o projeto Gess Eco, promovendo atividades educativas e divulgação em redes sociais para conscientização ambiental. Cada escola consome 450 ovos por dia (150 ovos por refeição x 3 turnos), totalizando 450 ovos por semana (refeição semanal). Em um mês (4 semanas), são 1.800 ovos, e em um ano (12 meses), 21.600 ovos por escola. Assim, o projeto pode coletar cascas de 21.600 ovos anualmente nessas instituições. No município, 127 escolas consomem 57.150 ovos por semana (450 ovos x 127 escolas). Em um mês, o total é de 228.600

ovos, e em um ano, 2.743.200 ovos. O projeto tem potencial para coletar cascas de cerca de 2.743.200 ovos anualmente, reforçando a importância da reciclagem e do reaproveitamento sustentável, contribuindo para a preservação ambiental e práticas sustentáveis nas comunidades escolares.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprir com os objetivos no presente projeto, será proposta uma metodologia dividida em sete etapas principais: i) discussão inicial entre o estudante e a orientação para definir objetivos específicos e a abordagem metodológica do estudo, incluindo identificação de questões de pesquisa, hipóteses preliminares e métodos potenciais para coleta e análise de dados; ii) em seguida, será realizada uma revisão abrangente da literatura relacionada, utilizando diversas fontes, como bases de dados acadêmicas e periódicos científicos, para identificar estudos anteriores sobre a produção de gesso a partir de resíduos de casca de ovo, assim como pesquisas relacionadas à sustentabilidade na construção civil e na indústria de saúde; iii) desenvolvimento e testagem dos protótipos; iv) estabelecer parcerias com escolas públicas de Maceió/AL para recolher as cascas de ovos; v) aplicar as Normas Brasileiras (NBR) da ABNT para garantir a qualidade, segurança e conformidade do gesso sustentável desenvolvido; vi) determinar a viabilidade econômica do gesso sustentável; vii) análise estatística com o teste t de Student dos resultados obtidos durante as produções e discussões.

O projeto Gess Eco propõe uma alternativa sustentável ao gesso convencional, utilizando resíduos orgânicos como casca de ovo, fibra de coco, vinagre e amido de milho, além de incorporar novos ingredientes, como goma guar e carboximetilcelulose (CMC). O objetivo é desenvolver um gesso ecológico com secagem otimizada, maior resistência mecânica e biocompatibilidade, adequado para aplicações na construção civil e em imobilizações ortopédicas.

A iniciativa também inclui campanhas educativas e alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 9 e 12, contribuindo para a redução de resíduos, inovação tecnológica e conscientização ambiental. Mais do que substituir materiais, o projeto propõe uma formulação experimental que aprimora propriedades essenciais, como tempo de secagem, resistência

estrutural, leveza e aderência, garantindo funcionalidade em revestimentos, moldagens estruturais e dispositivos médicos, como imobilizações ortopédicas.

A pesquisa seguirá etapas metodológicas rigorosas, incluindo revisão bibliográfica, desenvolvimento de protótipos, testes experimentais em ambiente controlado, validação conforme normas técnicas **da NBR 13207 da ABNT** e análise estatística dos dados por meio do teste t de Student. A introdução de goma guar, um espessante natural, e CMC, um aditivo biodegradável, busca melhorar as propriedades do material, oferecendo alternativas à goma xantana anteriormente testada com sucesso.

Figura 1 – Representação da discussão inicial.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Foi realizada uma discussão inicial entre o estudante e o orientador para estabelecer objetivos específicos, questões de pesquisa, hipóteses e métodos de coleta e análise de dados. Em seguida, conduziu-se uma revisão bibliográfica detalhada, baseada em fontes como Maziero et al. (2019), Soares e Ximenes (2022) e outros estudos, utilizando bases de dados acadêmicas e periódicos científicos. A revisão analisou métodos, resultados e lacunas de conhecimento sobre a produção de gesso a partir de casca de ovo, vinagre, amido de milho e fibra de coco, além de pesquisas relacionadas à sustentabilidade na construção civil e na área da saúde, orientando o desenvolvimento do estudo.

Etapas 2: Revisão Bibliográfica Complementar

Após a definição dos objetivos, realizamos uma revisão bibliográfica ampliada, utilizando bases de dados acadêmicas, periódicos científicos, livros e

outras fontes pertinentes. Essa etapa aprofundou o entendimento sobre métodos empregados, resultados obtidos e lacunas de conhecimento na produção de gesso a partir de resíduos de casca de ovo.

Etapa 3: Produção e Testagem de Protótipos da primeira fase

Na terceira etapa, iniciou-se a produção do gesso com casca de ovo, fibra de coco, amido de milho e vinagre. As cascas de ovo foram lavadas e secas em temperatura ambiente. Em seguida, tanto as cascas quanto a fibra de coco foram trituradas e separadas em recipientes. Adicionaram-se 100 gramas de vinagre (ácido acético) para obter sulfato de cálcio, com imersão completa da casca de ovo, deixando a mistura em repouso por 48 horas. Após esse período, realizou-se a filtragem para separar o sulfato de cálcio. Contudo, optou-se por utilizar o material bruto (corpus). O composto resultante foi processado em liquidificador por 16 minutos, seguido pela adição de amido de milho e fibra de coco. A mistura foi moldada em formas de silicone para conferir estrutura ao gesso e deixada para secar em temperatura ambiente. Após a obtenção do produto, foram realizados testes para avaliar suas propriedades mecânicas e físicas. No entanto, o resultado apresentou uma textura gelatinosa, inadequada para as aplicações pretendidas, conforme imagens registradas.

Imagens 1: Trituração da fibra do coco. Imagens 2: Acréscimo do vinagre na casca



triturada

Fonte: Autoria (2024)

Imagens 3: Fase inicial dos testes: mistura não homogênea.



Fonte: Autoria (2024)

Na segunda tentativa, optamos por realizar uma nova formulação, seguimos a mesmo processo de lavagem, secagem e trituração, usamos também a mesma quantidade de material, ou seja 300 gramas de casca de

ovo, 100 gramas de vinagre, 100 gramas de amido de milho, porém, nessa nova formulação foi adicionado 10 gramas de xantana, desta vez, não colocamos a fibra do coco.

A lavagem, secagem e trituração seguiu o mesmo padrão anterior. A moldagem do gesso se deu de forma artesanal, retiramos a mistura do liquidificador e moldamos em cima do filtro de café, desta vez, registramos resultados positivos, impulsionando nossa transição para uma fase experimental mais abrangente. O resultado pode ser evidenciado nas imagens ilustradas.

Imagem 4: Secagem do segundo protótipo. Imagens 5: Resultado da segunda tentativa.



Autoria; 2024.

Essa inclusão não apenas diversificou as propriedades estéticas do gesso, mas também se alinhou com nossa busca por materiais sustentáveis e naturais. Com o resultado promissor de nossa formulação em nossa terceira testagem fora adicionado uma pigmentação natural, como opção de coloração usamos especificamente o açafrão.

Imagem 6: Coloração com açafrão.



Autoria; 2024

Como podemos observar na imagem acima, tivemos um bom resultado na coloração realizada, com a secagem notamos que a tonalidade mudou, o que é de se esperar, já que geralmente só a coloração muda, esse processo pode ser observado ao pintar uma parede, principalmente se adicionado a pigmentação na tinta fresca. Novos testes foram iniciados, usamos uma quantidade maior de materiais. A pesagem foi realizada antes e depois da trituração.

Imagens 7: Pesagem antes da trituração. Imagens 8: Depois da pesagem.



Ao fim da trituração, notamos que houve uma redução, enquanto a primeira continha cerca de seiscentos e cinquenta e quatro gramas, passou a ter seiscentos e quarenta e sete, ou seja diminuiu quase dez gramas. No segundo antes obtinha o peso de quatrocentos grama, no peso final temos trezentos e noventa e oito. Constatamos que durante o processo de trituração das medidas dadas, perderemos menos se durante a trituração usamos menos material. Além disso, foi adicionado setecentos e cinquenta ml para cada amostragem. Em todas as testagem usamos o vinagre com cerca de 4% de ácido acético.

Imagem 9: Casca triturado, submersa no vinagre.



Autoria; 2024

Vale salientar que nosso gesso, não passa pelo processo de peneiramento, fervura em água destilada durante 15 minutos, lavagem com álcool 70%, e secagem em estufa 105°C por 24 horas. Também não foi acrescido o ácido sulfúrico para obter o sulfato de cálcio (gesso), ou seja, usamos componentes mais naturais. Nos assemelhamos a MIRANDA et al. (2017) no uso da casca do ovo como um dos componentes principais para produção do gesso ecológico.

Após a conclusão da primeira fase do projeto, resolvemos testar outros materiais, pois buscamos baratear ainda mais o nosso produto testando outros materiais.

Iniciamos os testes no laboratório da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) como mostra as imagens abaixo:



Nova formulação e secagem do protótipo



Autoria; 2025.



Autoria; 2025.



Autoria; 2025.



Autoria; 2025.

Quarta etapa: Para potencializar o impacto do projeto Gess Eco, a Escola SESI Benedito Bentes está estabelecendo parcerias estratégicas com escolas públicas da região, incluindo a Escola Municipal Selma Bandeira e a

Escola Estadual Professora Nise da Silveira. Ambas as escolas atendem alunos do Ensino Fundamental e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), desempenhando um papel crucial na educação da comunidade local e proporcionando um ambiente de aprendizado inclusivo e de qualidade.

A parceria consiste em coletar cascas de ovos, que serão utilizadas no processo de fabricação do gesso aprimorado. A Escola SESI Benedito Bentes se compromete a fornecer suporte logístico para a coleta, incluindo recipientes adequados e transporte, além de realizar palestras e workshops para conscientizar sobre a importância da reciclagem e das diversas utilidades das cascas de ovos.

Quinta etapa:

Inicialmente, identificam-se as normas NBR relevantes para a produção de gesso e materiais de construção. Em seguida, os procedimentos experimentais serão adaptados conforme essas normas, assegurando que todas as etapas sigam padrões reconhecidos de qualidade e segurança. Realizar-se-ão ensaios laboratoriais baseados nas NBR para avaliar as propriedades físicas, mecânicas e a biocompatibilidade do gesso. Toda a metodologia, resultados dos ensaios e conformidade com as NBR são rigorosamente documentados, e busca-se a certificação do produto junto à ABNT, garantindo sua aceitação no mercado e promovendo práticas sustentáveis e inovadoras.

Sexta etapa:

É essencial realizar uma análise detalhada dos custos de produção, estimar as receitas esperadas com base na demanda de mercado, considerar os investimentos iniciais necessários e preparar um fluxo de caixa projetado. Além disso, é crucial calcular indicadores financeiros como o Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e período de retorno do investimento para avaliar a atratividade financeira do projeto, garantindo que os benefícios econômicos compensam os custos associados ao longo do tempo.

Sétima etapa:

Nesta etapa, os resultados obtidos serão analisados e discutidos à luz dos objetivos da pesquisa e das hipóteses formuladas. Por meio da análise qualitativa será obtido dados que envolverá a interpretação dos resultados

das diferentes etapas do estudo, como a caracterização do gesso sintetizado e o testes de desempenho em diversas aplicações. A análise estatística utilizada será através do teste t de Student, verificando assim se há diferença significativa entre as médias de resistência do gesso produzido a partir de resíduos de casca de ovo e o gesso convencional.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira fase dos testes, os resultados foram insatisfatórios, mas ajustes na formulação, com a substituição da fibra de coco por 10 gramas de goma xantana, combinados a 300 gramas de casca de ovo, 100 gramas de vinagre e 100 gramas de amido de milho, geraram resultados promissores. A nova composição melhorou a resistência mecânica, tornando o gesso adequado para construção civil (robustez) e próteses (leveza e flexibilidade), além de conferir propriedades de absorção de impacto. O estudo busca inovação, sustentabilidade e viabilidade técnica e econômica, alinhando-se aos ODS 9 e 12. A análise físico-química avaliará composição, estrutura e resistência, destacando o potencial do gesso. O uso de cascas de ovo promove a sustentabilidade, incentivando práticas ecoeficientes e inspirando a indústria a adotar soluções mais responsáveis, estimulando novas pesquisas para desafios ambientais.

As formulações testadas até o momento são descritas a seguir: Quadro 1 – Comparativo entre Gesso Convencional e Gesso Ecológico (Gess Eco) – Resultados Parciais

Critério Avaliado	Gesso Convencional	Gesso Ecológico (Gess Eco)
Matéria-prima	Gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	Casca de ovo, vinagre, amido, xantana
Origem dos materiais	Extração mineral (PE)	Resíduos orgânicos reutilizados
Tempo de secagem	6 a 8 horas (em estufa)	12 a 18 horas (ao ar livre)
Textura final	Lisa, firme	Firme, levemente porosa
Aparência visual	Branca	Branca a marrom, conforme a fibra usada
Resistência mecânica	Normatizada	Em análise experimental

Custo por molde (estimado)	R\$ 1,50 a R\$ 2,00	R\$ 0,40 a R\$ 0,70
Impacto ambiental	Alto — uso de recurso mineral não renovável	Baixo — reutiliza resíduos orgânicos e evita descarte indevido

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em dados experimentais da pesquisa Gess Eco (2025) e em informações técnicas da NBR 13207:2005; Sindusgesso (2023); Silva e Oliveira (2017); G1 (2024)

A tabela apresenta uma comparação entre o gesso convencional e o gesso ecológico (Gess Eco), com base em critérios como matéria-prima, origem dos materiais, tempo de secagem, textura, aparência visual, resistência mecânica e custo por molde. O gesso convencional utiliza gipsita, um mineral extraído, enquanto o gesso ecológico é feito a partir de resíduos orgânicos como casca de ovo e vinagre, tornando-se uma alternativa mais sustentável. Embora o tempo de secagem do Gess Eco seja maior (12 a 18 horas ao ar livre) em comparação ao gesso comum (6 a 8 horas em estufa), ele apresenta uma textura firme e levemente porosa. Sua coloração pode variar de branca a marrom, dependendo da fibra utilizada, diferentemente do gesso convencional, que é sempre branco. A resistência do Gess Eco ainda está em fase experimental, ao passo que o gesso comum já possui normas estabelecidas. Um dos principais destaques do gesso ecológico é o seu baixo custo, que varia entre R\$ 0,40 e R\$ 0,70 por molde, significativamente mais barato que o gesso convencional, cujo custo varia de R\$ 1,50 a R\$ 2,00.

Quadro 2 - Tabela Comparativa de Formulações para Gesso Ecológico

Formulação	Ingrediente	Quantidade usada	Preço (R\$)
Xantana + insumos	Xantana	10 g	R\$ 4,66
	Amido de milho	100 g	R\$ 3,00
	Vinagre	100 ml	R\$ 0,69
	Casca de ovo	300 g	R\$ 0,00
	Total		R\$ 8,35
CMC + insumos	CMC	10 g	R\$ 2,75
	Amido de milho	100 g	R\$ 3,00
	Vinagre	100 ml	R\$ 0,69
	Casca de ovo	300 g	R\$ 0,00
	Total		R\$ 6,64
Goma guar + insumos	Goma guar	10 g	R\$ 0,68
	Amido de milho	100 g	R\$ 3,00
	Vinagre	100 ml	R\$ 0,69

	Casca de ovo	300 g	R\$ 0,00
	Total		R\$ 4,37

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A primeira tabela apresenta uma comparação detalhada entre três formulações utilizadas na produção do gesso ecológico: **xantana + insumos**, **CMC + insumos** e **goma guar + insumos**, destacando o custo total de cada uma e a diferença de preço em relação à fórmula de xantana, que serve como referência. Observa-se que a fórmula com xantana é a mais cara, custando R\$ 8,35, enquanto a com CMC apresenta uma redução de R\$ 1,71 (custando R\$ 6,64), e a com goma guar é a mais econômica, custando R\$ 4,37, o que representa uma economia de R\$ 3,98 em relação à xantana. Essa comparação evidencia que a goma guar é a opção mais viável financeiramente para a produção do gesso ecológico, mantendo os insumos principais, mas com custo significativamente menor.

Quadro 3 - Tabela de Diferença de Custo em Relação à Xantana

Formulação	Custo Total (R\$)	Diferença em relação à Xantana (R\$)
Xantana + insumos	R\$ 8,35	-
CMC + insumos	R\$ 6,64	- R\$ 1,71
Goma guar + insumos	R\$ 4,37	- R\$ 3,98

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

A segunda tabela apresenta a composição detalhada de três formulações usadas na produção de gesso ecológico: **Xantana + insumos**, **CMC + insumos** e **Goma guar + insumos**. Para cada uma, são listados os ingredientes, a quantidade utilizada e o respectivo preço. Os componentes são os mesmos nas três combinações — amido de milho (100g), vinagre (100ml) e casca de ovo (300g, sem custo) — variando apenas o agente espessante: xantana, CMC ou goma guar, com preços decrescentes de R\$ 4,66, R\$ 2,75 e R\$ 0,68, respectivamente. O custo total de cada fórmula reflete essa diferença, sendo R\$ 8,35 para xantana, R\$ 6,64 para CMC e R\$ 4,37 para goma guar. A tabela evidencia como a substituição do espessante influencia diretamente no custo final, sendo um fator decisivo na escolha da formulação mais viável economicamente.

Embora os resultados sejam preliminares, eles sinalizam a relevância da proposta como alternativa técnica e ambientalmente responsável. O aprofundamento das análises nas etapas finais permitirá confirmar a aplicabilidade prática do composto e seu desempenho frente às exigências da construção civil. Como destaca Morin (2005), a construção do conhecimento científico passa pela incerteza, pela revisão constante e pelo compromisso ético com a transformação do real — princípios vivenciados ao longo deste projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa partiu da seguinte indagação: como transformar resíduos orgânicos, como casca de ovo e fibra de coco, em um gesso sustentável com propriedades compatíveis para uso na construção civil e outras aplicações? Até o momento, os dados parciais indicam que essa transformação é possível e promissora. A reformulação da composição inicial foi fundamental para superar limitações encontradas nas primeiras etapas. A substituição da fibra de coco in natura por goma xantana promoveu melhorias expressivas na consistência, no tempo de secagem e na aparência do material. A reintrodução da fibra de coco, após tratamento térmico, resultou em um composto estável e visualmente diferenciado, sugerindo possibilidades estéticas e funcionais adicionais. O uso de açafrão como pigmento natural agregou valor ecológico e visual ao produto, reafirmando o compromisso com alternativas não tóxicas e biodegradáveis. Os dados laboratoriais, embora preliminares, revelaram custos significativamente mais baixos em comparação ao gesso convencional e um desempenho técnico satisfatório nos critérios analisados até aqui.

O processo experimental demonstrou o potencial de uso do Gess Eco em diferentes contextos, como a construção civil e, futuramente, em aplicações biomédicas, como próteses leves e acessíveis. Além dos avanços técnicos, a pesquisa se destacou pela mobilização comunitária. A articulação com escolas públicas para a coleta de cascas de ovos e o envolvimento de estudantes, professores e famílias geraram impactos positivos em práticas de educação ambiental e reforçaram os princípios da economia circular. Essa experiência colaborativa evidenciou o poder formativo da pesquisa participativa e seu papel

na construção de comunidades mais conscientes e engajadas. Reconhecemos, contudo, que a pesquisa ainda está em andamento. As etapas finais — aplicação das diretrizes da NBR 13207, análise de viabilidade econômica e testes estatísticos com base no teste t de Student — são essenciais para validar a eficácia e a aplicabilidade do composto. Tais etapas também configuram limitações temporárias que abrem caminho para o aprofundamento do estudo.

Como perspectiva futura, pretendemos testar o desempenho do Gess Eco em situações reais de uso, explorar novas formulações com outros resíduos orgânicos e ampliar o diálogo com instituições de ensino e pesquisa para consolidar a proposta em escala maior. Concluimos que, embora em estágio inicial, o Gess Eco responde de forma relevante à pergunta que motivou sua criação. O projeto demonstra que é possível transformar desafios ambientais cotidianos em soluções criativas, educativas e sustentáveis — fazendo da ciência escolar uma ferramenta concreta de inovação, cidadania e responsabilidade socioambiental.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABRECON. **Pesquisa setorial Abrecon 2019/2020**. São Paulo: Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição, 2020. Disponível em: <https://abrecon.org.br/artigos/70-do-entulho-no-brasil-e-descarta-do-incorretamente>. Acesso em: 8 maio 2025.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2022. Disponível em: https://abespb.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama_Abrelpe_2022.pdf. Acesso em: 4 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

G1. Entenda por que a indústria do gesso está devastando a Caatinga. **G1, 2024**. Disponível em: <https://g1.globo.com>. Acesso em: 10 jun. 2025.

GAZETA DO POVO. Gesso: um material que veio para ficar. **Gazeta do Povo, 2013**. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br>. Acesso em: 12 jun. 2025.

FRANCO, M. A. **Pesquisa participativa: proposta metodológica para projetos de extensão**. Editora UFRGS, 2019.

GIL, A. C. (2019). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Atlas, 2019.

LAMÔNICA, M. et al. Construção civil e sustentabilidade: impactos e soluções. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 5, n. 11, p. 61-80, 2019.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental: racionalidade, diversidade e poder**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2022.

MARQUES, M. F. C. Agenda 2030: objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU: desafios ao desenvolvimento tecnológico e à inovação empresarial. 2020. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.21/12318>. Acesso em: 15 nov. 2024.

MAZIERO, R.; CASTRO, B. D.; RUBIO, J. C. C. Aproveitamento de casca de ovo na preparação de materiais compósitos. 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentáveis, 2019. **Anais...** Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/I-045.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2024.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Hucitec, 2022.

MIRANDA, I. S. et al. Síntese de Gesso Proveniente do Resíduo da Casca de Ovo de Galinha. 57º Congresso Brasileiro de Química. **Anais...** Disponível em: <https://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/12/11344-12804.htm>. Acesso em: 04 mai. 2024.

OLIVEIRA, F. A. et al. Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM. **Ambiente Construído**, v. 20, p. 157-176, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000400465>. Acesso em: 10 mar. 2025.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 26 mai. 2025.

SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. 2. ed. São Paulo: Garamond, 2020.

SANTOS, I. S.; DANTAS, I. R.; AMARAL, T. B. Uma revisão de literatura sobre o aproveitamento da fibra de coco verde na região Nordeste do Brasil. **ENEGEP, João Pessoa**, 2016. Disponível em: https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_234_363_30720.pdf. Acesso em 09 fev. 2024.

SANTOS, M. F. dos; SILVA, M. J. da; OLIVEIRA, V. C. de. A saúde no contexto do polo gesseiro de Araripina-Pernambuco. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, p. 1-12, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/TftSvKgJjGPdwYZnXKf7LTS/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

SILVA, A. A. da; ALMEIDA, I. da S. de; FARIAS, B. M. de; PIRES, R. C. S. Aplicação do gesso e sustentabilidade na construção civil. **Epitaya E-books**, v. 1, n. 15, 2020.

Disponível em: <https://portal.epitaya.com.br>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SILVA, F. R. da; OLIVEIRA, A. P. de. Impactos causados pelos resíduos sólidos do gesso no polo gesseiro de Trindade - PE. **ID on line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 11, n. 36, p. 842-857, 2017. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br>. Acesso em: 14 jun. 2025.

SINDUSGESSO. Dados de produção e consumo de gesso no Brasil. **Sindicato da Indústria do Gesso**, 2023. Disponível em: <https://sindusgesso.org.br>. Acesso em: 13 jun. 2025.

SOARES, K. et al. **Produção de ovos**. Fortaleza: BNB, ano 7, n. 214, mar. 2022. (Caderno Setorial Etene). Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1216>. Acesso em 09 mar. 2024.

SCHNEIDER, D. M. Uso inteligente de recursos naturais e sustentabilidade na construção civil. **Redalyc**, 2018. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=948/94859680004>. Acesso em: 15 abr. 2025.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez, 2022.