

CÉLULAS CONCRETADAS POLIMORFAS COMO AGREGADORAS DE PARTÍCULAS QUÍMICAS PELA ELETROATIVIDADE

POLYMORPHIC CONCRETE CELLS AS AGGREGATORS OF CHEMICAL PARTICLES THROUGH ELECTROACTIVITY

CÉLULAS DE HORMIGÓN POLIMÓRFICO COMO AGREGADORES DE PARTÍCULAS QUÍMICAS MEDIANTE ELECTROACTIVIDAD

 <https://doi.org/10.56238/arev7n10-139>

Data de submissão: 15/09/2025

Data de publicação: 15/10/2025

Sanara de Sousa Ribeiro

Graduanda em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

E-mail: souzasan72@gmail.com

Denilson Gualberto de Sousa

Graduado em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

E-mail: denilson16gualberto@gmail.com

Kelly Nayara Cordeiro Viturino

Graduanda em Engenharia Ambiental

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

E-mail: knayara110@gmail.com

Wagner Alex de Medeiros Silva

Mestre em Sistemas agroindustriais

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

E-mail: wagalms@icloud.com

Luiz Fernando de Oliveira Coelho

Mestre em Sistemas Agroindustriais

Instituição: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

E-mail: luiz.fernando@tecnico.ufcg.edu.br

Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira

Doutora em Química

Instituição: Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

E-mail: andrea.maría@professor.ufcg.edu.br

RESUMO

O presente artigo aborda a problemática do descarte inadequado de resíduos químicos provenientes de empresas, indústrias, escolas e universidades, destacando os riscos ambientais e à saúde humana decorrentes dessa prática. Os resíduos laboratoriais, muitas vezes compostos por substâncias perigosas e agentes nocivos, exigem estratégias eficientes de gerenciamento e reaproveitamento. Nesse contexto, o estudo propõe a análise e o desenvolvimento de dispositivos sólidos a partir de partes fragmentadas,

buscando um padrão de confecção que possibilite a obtenção de subprodutos estáveis e seguros. Após diversos testes e observações, foi estabelecido um modelo estrutural que não apresentasse concentração de resíduos e, ao mesmo tempo, garantisse a máxima estabilidade geométrica e físico-química. Os resultados apontam para o potencial desses dispositivos como alternativa sustentável na destinação de resíduos sólidos laboratoriais, contribuindo para a minimização de impactos ambientais e para o avanço de práticas seguras no manejo de substâncias químicas.

Palavras-chave: Resíduos Químicos. Dispositivos Sólidos. Sustentabilidade Ambiental. Estabilidade Estrutural e Reaproveitamento.

ABSTRACT

This article addresses the issue of improper disposal of chemical waste from companies, industries, schools, and universities, highlighting the environmental and human health risks arising from this practice. Laboratory waste, often composed of hazardous substances and harmful agents, requires efficient management and reuse strategies. In this context, the study proposes the analysis and development of solid devices from fragmented parts, seeking a manufacturing standard that allows for the production of stable and safe byproducts. After numerous tests and observations, a structural model was established that would not present residue concentration while ensuring maximum geometric and physical-chemical stability. The results indicate the potential of these devices as a sustainable alternative for the disposal of laboratory solid waste, contributing to the minimization of environmental impacts and the advancement of safe practices in the management of chemical substances.

Keywords: Chemical Waste. Solid Devices. Environmental Sustainability. Structural Stability and Reuse.

RESUMEN

Este artículo aborda el problema de la eliminación inadecuada de residuos químicos en empresas, industrias, escuelas y universidades, destacando los riesgos ambientales y para la salud humana que esta práctica conlleva. Los residuos de laboratorio, a menudo compuestos por sustancias peligrosas y agentes nocivos, requieren estrategias eficientes de gestión y reutilización. En este contexto, el estudio propone el análisis y desarrollo de dispositivos sólidos a partir de piezas fragmentadas, buscando un estándar de fabricación que permita la producción de subproductos estables y seguros. Tras numerosas pruebas y observaciones, se estableció un modelo estructural que no presentaría concentración de residuos, garantizando al mismo tiempo la máxima estabilidad geométrica y fisicoquímica. Los resultados indican el potencial de estos dispositivos como una alternativa sostenible para la eliminación de residuos sólidos de laboratorio, contribuyendo a la minimización del impacto ambiental y al avance de prácticas seguras en la gestión de sustancias químicas.

Palabras clave: Residuos Químicos. Dispositivos Sólidos. Sostenibilidad Ambiental. Estabilidad Estructural y Reutilización.

1 INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de resíduos químicos provenientes de empresas, indústrias, escolas e universidades causam uma grande preocupação com relação ao meio ambiente. Resíduos laboratoriais podem conter substâncias químicas perigosas, patógenos, materiais radioativos ou outros agentes nocivos que representam um risco significativo para a saúde humana. O contato ou a exposição inadequada a esses materiais pode causar doenças, infecções ou intoxicações.

Muitos resíduos laboratoriais são tóxicos e podem contaminar o solo, a água e o ar se não forem descartados corretamente. Isso pode levar à poluição ambiental, afetando ecossistemas e a saúde de animais e plantas, além de comprometer fontes de água potável. O manuseio inadequado de resíduos laboratoriais pode colocar em risco os profissionais que trabalham em laboratórios, empresas de descarte de lixo, e até mesmo a comunidade em geral. É fundamental seguir protocolos rigorosos de descarte para garantir a segurança de todos os envolvidos. Laboratórios e instituições de pesquisa têm a responsabilidade ética de minimizar seu impacto ambiental e proteger a saúde pública. Práticas adequadas de descarte de resíduos são parte integrante de uma política de sustentabilidade e responsabilidade social.

Resíduos perigosos mal gerenciados podem levar a acidentes, como incêndios, explosões ou vazamentos. Tais incidentes podem ter consequências graves tanto para os indivíduos diretamente envolvidos quanto para a comunidade circundante. A contaminação ambiental causada por resíduos laboratoriais inadequadamente descartados pode afetar negativamente a biodiversidade local, causando a morte de espécies e a degradação de habitats naturais.

De acordo com Baggis et al.; (2023) a gestão ambiental consiste em estruturas organizacionais, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, alcançar, analisar e manter a política ambiental da organização.

Essa contribuição de pesquisa aumenta a conscientização sobre a importância de armazenar ou descartar resíduos químicos de laboratório prejudiciais ao meio ambiente, preservar a fauna, a flora e o solo locais, reduzir custos e arrecadar fundos para a purificação da água dos rios e áreas potencialmente contaminadas por esses resíduos, o que também reduz potenciais problemas de saúde ocupacional para os manipuladores desses resíduos insalubres.

O objetivo desta proposta é investigar e promover a conscientização de técnicos e professores, especialmente da população estudantil, sobre a importância do bom condicionamento físico e do descarte adequado dos resíduos químicos gerados na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) campus Pombal no estado da Paraíba nas aulas práticas ou exames que visam promover a compreensão das pessoas sobre a proteção ambiental ao mesmo tempo que proporciona a educação

especialmente para os alunos, além de reunir muitas ideias sobre temas como biodiversidade e sustentabilidade, proteção ambiental reduzir custos futuros de contaminadas por esses resíduos, o que também reduz os problemas de saúde ocupacional para os manipuladores desses resíduos insalubres.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Dentre as políticas nacionais e legislações ambientais existentes que contemplam a questão de resíduos sólidos, destacam-se aquelas que dispõem sobre: a política Nacional do Meio Ambiente (Lei, nº 6.938 de 31/08/1981), a Política nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 27/04/1994), a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433 de 08/01/1997), a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605 de 12/02/1998) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Nº 12.305, de 02/08/ 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) distingue resíduos de rejeitos. Resíduos sólidos são materiais descartados de atividades humanas que podem ser destinados de forma final em estado sólido ou semissólido. Rejeitos são resíduos que, após esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação viáveis, só podem ser dispostos de maneira ambientalmente adequada.

Por definição, entende-se por Resíduos Sólidos, de acordo com a Resolução CONAMA nº 005/1993 como: resíduos nos estados sólido e semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isso solução técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Atualmente, foi necessário estudar os rejeitos sólidos produzidos, identificando os elementos em suas formas simples e compostas (binárias), bem como na forma de cátion, ânion ou composto binário com carga negativa ou em estrutura atômica binária aniônica. Devido à carga desses compostos monoatômicos e biatômicos, eles se tornam altamente reativos, pois suas camadas de valência externa podem ter um excesso ou déficit de elétrons(e), o que confere carga negativa.

Esses compostos são relativamente instáveis devido à sua tendência natural de formar ligações com outros materiais, sejam eles orgânicos ou inorgânicos. O tempo de reatividade desses compostos varia, mas é sabido que, ao entrarem em contato com outros materiais e na presença de solventes, especialmente água, essa reatividade é intensificada, resultando na formação de novos compostos, na inativação ou ativação de existentes e na alteração de estruturas físicas, como materiais de vidro. Isso pode torná-los inflamáveis, explosivos ou até mesmo tóxicos para todas as formas de vida.

Um fenômeno contemporâneo que exemplifica a degradação ambiental, evidenciando a contaminação de rios e lagos: a floração das águas em efluentes residuais domésticos, os quais são ricos em compostos à base de fósforo provenientes de produtos de higiene e limpeza domésticos. Esse processo promove a rápida proliferação de algas, resultando na redução da demanda de oxigênio por outras formas de vida aeróbicas e, consequentemente, na morte dessas espécies a curto prazo, a menos que medidas sejam tomadas para combater tal despejo.

O que se deseja traçar é que, entre outros, revelar enfaticamente o potencial nocivo que os resíduos sólidos gerados no âmbito laboratorial estudados à semelhança daquelas atividades industriais próximos a locais de proteção ambiental, visto que, não uma atividade industrial que seja totalmente correta sem que nenhum dano resulte ao meio ambiente, por menor que ele seja. Todos os elementos químicos ou compostos e seus derivados, descritos acima, estão classificados como Resíduos Perigosos – Classe I.

Neste contexto, se faz necessário enfatizar os efeitos dos elementos químicos à saúde, é do conhecimento amplo na sociedade científica que o elemento químico chumbo causa dores abdominais (cólicas, espasmo e rigidez), disfunção renal, problemas pulmonares, neurite periférica (paralisia), encefalopatia (sonolência, mania, delírio, convulsões e até coma).

O elemento químico mercúrio, muito utilizado em garimpos durante a fase de identificação do ouro, causa gengivite, salivação, diarreia, dores abdominais (especialmente epigástrica, vômitos, gosto metálico), congestão, dermatite e elevação da pressão arterial, estomatite (inflamação da mucosa da boca), ulcerações da faringe e do esôfago, lesões renais e no tubo digestivo, insônia, dores de cabeça, delírio, convulsões, lesões cerebrais e neurológicas provocando desordens psicológicas afetando o cérebro.

O elemento químico cádmio causa no homem, manifestações digestivas (náuseas, vômito, diarreia), disfunção renal, problemas pulmonares, envenenamento (quando ingerido), pneumonite (quando inalado) e câncer (o cádmio é carcinogênico). O níquel causa câncer (o níquel é carcinogênico), dermatite e intoxicação em geral. Todos os elementos químicos aqui citados aqui classificados como metais pesados.

Metal pesado é um termo coletivo para um grupo de metais e metaloides que apresenta densidade atômica maior que 6g/cm³. No entanto, atualmente é utilizado para designar alguns elementos que estão associados aos problemas de poluição e toxicidade (ALLOWAY, 1997).

Os elementos químicos oriundos das práticas laboratoriais no STPF/CSTR, quando descartados inadequadamente, apresentam potenciais de contaminação do solo, das águas superficiais e subterrâneas que consequentemente afetam a fauna e a flora das regiões próximas, podendo atingir o

homem por meio da cadeia alimentar. O lítio, por sua vez, quando inalado causará lesão pulmonar mesmo com o pronto atendimento e, se ingerido, mínima lesão residual, se nenhum tratamento for aplicado.

Quase todos elementos químicos ou compostos detalhados não seguem os preceitos estabelecidos na NBR 10.004/2004, o que somente foi implementado pelo técnico com a adoção de medidas técnica e operacionais, além da conscientização dessa problemática que traz consigo uma implicância de fatores deletérios ao meio ambiente e a saúde humana. Todos eles são classificados na Classe B – resíduos especiais, por sua natureza tóxica, corrosiva, inflamável, explosiva, reativamente genotóxica ou ainda mutagênica.

A evolução dos aspectos supracitados e aqueles vinculados ao avanço das políticas e diretrizes dos Projetos de Lei, beneficiaria toda a extensão do território nacional, por meio da regulamentação dos resíduos sólidos desde a sua geração à disposição final, de forma continuada e sustentável, com reflexos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, norteando Estados e municípios para a adequada gestão de resíduos sólidos.

Proporcionará a diminuição da extração dos recursos naturais, a abertura de novos mercados, a geração de emprego e renda, a inclusão social de catadores, a erradicação do trabalho infanto-juvenil nos lixões, a disposição ambientalmente adequada de resíduos sólidos, e a recuperação de áreas degradadas. Nesse contexto de ampla variedade de compostos químicos, o homem do campo que desenvolve atividades vinculadas direta ou indiretamente à prática agrícola, comumente se submete ao contato com estes agentes nocivos presentes nos resíduos sólidos.

Estes resíduos penetram no corpo através das vias respiratórias, digestiva e pela absorção cutânea e mucosa. O risco ambiental é aquele que ocorre no meio ambiente e pode ser classificado de acordo com o tipo de atividade; exposição instantânea, crônica; probabilidade de ocorrência; severidade; reversibilidade; visibilidade; duração e ubiquidade de seus efeitos (SCHNEIDER, 2004).

Risco para o meio ambiente é a probabilidade da ocorrência de efeitos adversos ao meio ambiente, decorrente da ação de agentes físicos, químicos ou biológicos, causadores de condições ambientais potencialmente perigosas que favoreçam a persistência, disseminação e modificação desses agentes no ambiente (MANUAL DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDO DE SAÚDE, 2006). Entretanto, o uso intensivo e indiscriminado destes insumos na agricultura converteu-se em fonte geradora de sérios problemas ambientais, a exemplo da contaminação do solo e da água, tanto dos mananciais de superfície como dos subterrâneos; da promoção ao desequilíbrio biológico e a redução da biodiversidade (BETTOL; MORANDI, 2009).

Assegurar medidas eficazes de biossegurança é essencial para proteger não apenas a saúde humana, mas também a vida animal e o meio ambiente. Dentro desse contexto, é fundamental explorar a geração de resíduos sólidos de saúde (RSS), desde sua origem até as etapas de prevenção, tratamento e destaque da relevância do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), bem como aspectos ambientais associados.

Na literatura química é comum identificar que a atividade oxi-redutora de diversos elementos químicos são otimizadas quando estes elementos possuem valência com excesso ou falta de elétrons. Essa característica química permite a troca de elétrons da camada atômica mais externa, denominada camada de valência. É por meio dela que os átomos se combinam entre si, reagindo e gerando novos subprodutos moleculares e cuja complexidade está vinculada ao tipo de átomos, concentração, condições de pressão e temperatura, maior polaridade catiônica ou aniónica, estado físico da solução, quantidade em massas desses reagentes etc.

O cimento é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes que detém a capacidade de enrijecer com adição de água, com coloração típica mais usual na cor cinza, sendo utilizado para os mais variados fins, sobretudo na construção civil. O cimento é uma substância composta e, portanto, bastante heterogênea, sendo predominante sendo suas propriedades determinadas pela presença do clínquer.

Tabela 1: Propriedades gerais dos compostos do cimento.

Nome do Composto	Fórmula/Abreviatura	% no cimento	Funcionalidade
Silicato tricálcico	$(CaO)_3SiO_2/C_2S$	45-75%	Elevada hidratação, resistência e endurecimento do cimento.
Silicato dicálcico	$(CaO)_2SiO_2/C_3S$	7-35%	Resistência mecânica de longo prazo.
Aluminato tricálcico	$(CaO)_3Al_2O_3/C_3A$	0-13%	Ocorre em cimentos aluminosos.
Ferroaluminato tetracálcico	$(CaO)_4Al_2O_3Fe_2O_3/C_4AF$	0-18%	Imprime resistência química ao intemperismo etc.

Fonte: Pinheiro, 2010.

3 METODOLOGIA

A metodologia empregada para a realização deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica e documental, explorando publicações de artigos e dispositivos legais da legislação brasileira. Foi utilizada a plataforma Google Acadêmico, que oferece o serviço de busca de publicações científicas, tais como artigos, teses, livros e resumos. As palavras-chaves escolhidas para as buscas foram “resíduos sólidos”, “metais pesados”, “resíduos sólidos laboratoriais” e “Políticas públicas”. Priorizou-se a leitura de teses que tratam principalmente sobre os desafios de gerenciamento dos resíduos gerados

em laboratórios e o risco de contaminação por elementos químicos. Além disso, consultou-se a Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, nº 12305/2010, e o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.

O presente estudo objetiva desenvolver um dispositivo sólido, para fins diversos nas práticas agroindustriais. Desenvolver metodologia científica para confecção de dispositivos sólidos a partir dos resíduos gerados in situ;

Efetuar testes de imersão em meio aquoso dos dispositivos sólidos a fim de avaliar sua resistência à impermeabilidade da água;

Realizar testes mecânicos de compressão para avaliar o grau de tenacidade ou resistência dos dispositivos produzidos;

Fomentar iniciativas socioeducativas na gestão dos resíduos sólidos, adotando protocolos internos de fácil execução no STPF/CSTR;

Propor uma destinação adequada dos resíduos químicos, predominante em metais pesados no STPF/CSTR;

As atividades laboratoriais são o grande propulsor gerador de resíduos pelo fluxo natural das ações desenvolvidas e não há como conter estas atividades para evitar a formação de resíduos que terão, senão outra destinação final, o descarte, comumente inapropriado. Ações usuais e cotidianas são diuturnamente executadas em laboratórios e algumas vidrarias são imprescindíveis no suporte a estas atividades. Todos os materiais foram coletados após atividades práticas em recipientes de vidro, tendo na sua composição química o borossilicato. Este é um material resistente ao calor, de elevada dureza, transparente, graduado, resistente ao calor e com peso que varia conforme a sua volumetria. Ao término das atividades insalubres no âmbito laboratorial, os rejeitos obtidos de procedimentos analíticos de titulação, decantação e, principalmente, filtração são recolhidos ou transportados via funil de cano curto ou longo para o béquer.

3.1 COMPOSIÇÃO DO DISPOSITIVO SÓLIDO UTILIZANDO-SE DE AREIA, PÓ DE BRITA, CIMENTO E RESÍDUOS QUÍMICOS

Após diversos estudos, constatou-se um padrão de confecção do dispositivo sólido para, a partir dele, proceder a confecção de outros subprodutos análogos ao primeiro, de modo que obedecesse semelhante sistemática de montagem. Assim, chegou-se à definição do padrão do corpo de prova que não contivesse nenhuma concentração de resíduos, mas que gerasse a máxima estabilidade geométrica e logo, estrutural, decorrente da interação físico-química dos componentes envolvidos. Nessa análise, obteve-se o seguinte padrão:

Tabela 02: Confecção Padrão do Dispositivo Sólido sem Resíduos Químicos em sua composição (STPF, 2022).

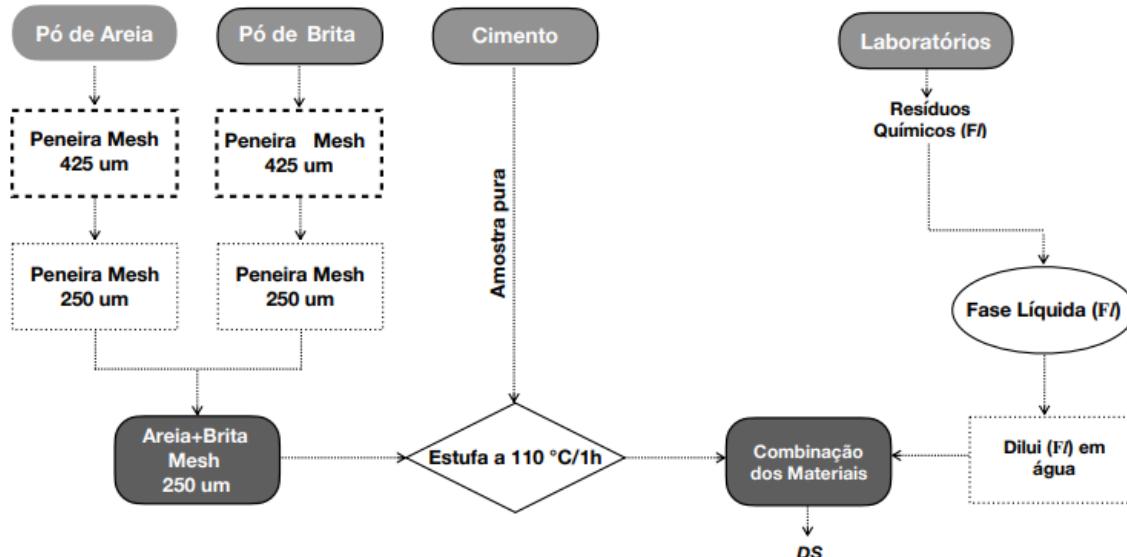
COMPONENTES	VALORES
Volume de Água	200mL
Volume de Resíduos	0mL
Cimento	125g
Pó de brita	31g
Pó de areia	44g

Fonte: Laboratórios de Química da Madeira – QuimaLAB (STPF/UAEF/CSTR/UFCG, 2021).

A partir deste ponto, foi possível definir que são necessários precisamente 200mL para solubilizar os demais componentes essencialmente sólidos. Dessa forma, percebeu-se que é possível dissolver, 125g de argamassa, com 31g de pó de brita, juntamente com 44g de areia.

A composição química da argamassa bastante heterogênea, conforme **Tabela 01**, é detentora de elevado potencial de solvatação da água, possibilitando-se sua leve redução sem impactar na sua capacidade agregadora, ao passo que se eleva de maneira leve e gradual às concentrações de pó-de-brita e areia. A metodologia de preparo segue as etapas abaixo descritas, desde que o resíduo químico seja do tipo misto, isto é, composto por uma fração líquida e outra composta, porém será usada apenas a fase líquida, em conformidade com o **Gráfico 01** como se delineia abaixo.

Gráfico 01: Etapas metodológicas de confecção de dispositivo sólido na forma de resíduo monofásico líquido (FL).



Fonte: Procedimento metodológico de composição- CCTA/UFCG,2021. Fração líquida. Autores (2024).

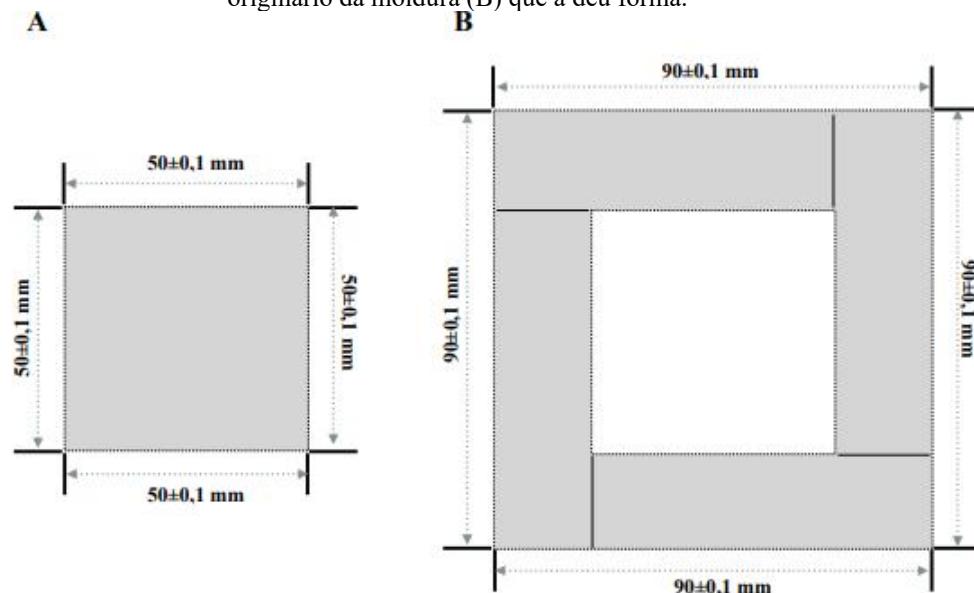
- **1^a. Etapa:** Peneira a areia em TYLER/MESH 425 mm. Depois pelo 250 mm. Peneira o pó-de-brita em TYLER/MESH 425 mm. Depois pelo 250 mm.
- **2^a. Etapa:** Cimento obtém uma amostra pura de 87g.
- **3^a. Etapa:** Combina a Areia + Pó-de-brita.

- **4^a. Etapa:** Simultaneamente com cimento à estufa a 70º C por um período de 24 horas.
- **5^a. Etapa:** Solubiliza em água a fração líquida com os constituintes da etapa 4.

Os corpos de prova, uma vez solidificados, serão previamente identificados, pesados, mensuradas suas dimensões físicas para determinação de sua capacidade volumétrica segundo um padrão para todos os corpos de prova no formato cúbico. Todos os corpos de prova terão propriedades físicas e químicas determinadas, mas também terão sua capacidade impermeável atentamente observada quando submetidos à imersão em água destilada e mantidos por prazo de tempo determinado de 7 dias, onde poderão ser constatadas visualmente alterações na cor da água, o que nesse contexto seria sugestivo de desprendimento ou transferência de materiais dos corpos de prova para o meio líquido. Os corpos de prova foram submetidos a criterioso método de preparo, delimitando quantidades em massameticulosamente definidos, sendo pesados em balança analítica de alta precisão, modelo AS1000, com precisão de até 3 casas decimais.

As ilustrações abaixo na Figura 01, descritas têm apenas caráter ilustrativo e não serão produzidas a título de demonstração prática, nem corroborar seus potenciais usos.

Figura 01: vista superior de um dispositivo sólido – DS na forma geométrica de cubo perfeito (isométrico) em (A) originário da moldura (B) que a deu forma.



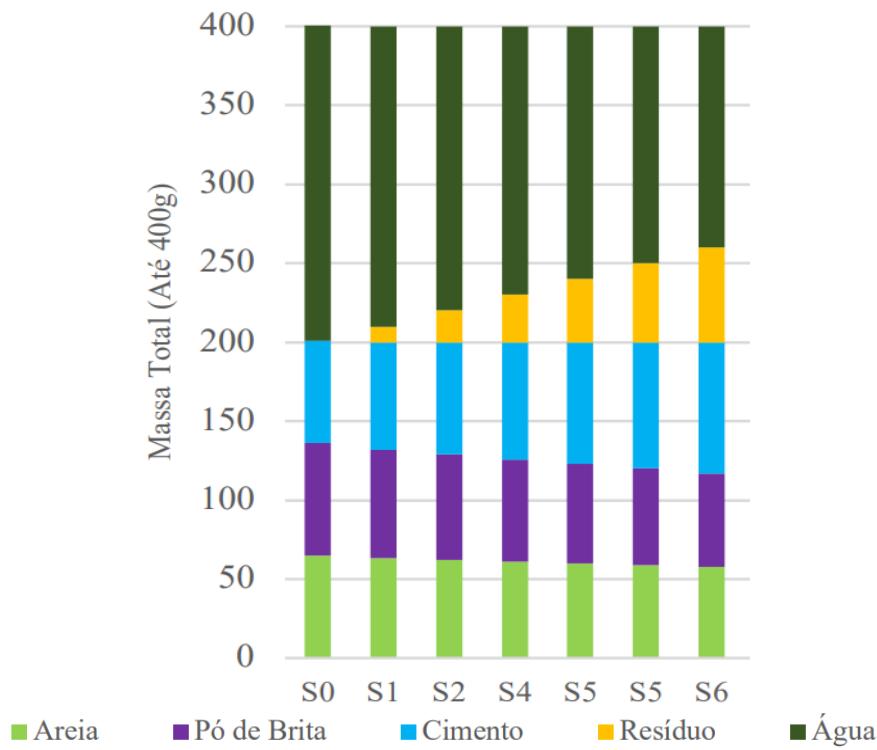
Fonte: Autores, (2023).

Pela **Figura 02** abaixo, é possível perceber na cor amarela, que à medida que o resíduo em sua fração líquida aumenta, é viável a redução da fração de água. Com vistas a diluir os demais constituintes sólidos da amostra. Porém, após análises físico-químicas que até o nível de S13 é possível

desenvolver um dispositivo sólido molecularmente estável e, dessa forma, resistente atendendo aos requisitos paralelos contidos na **Tabela 02**.

Figura 02: Liminar da composição crescente dos resíduos compostos pela fração líquida mais a fração sólida de cada amostra.

Corpos de Prova



Fonte: Laboratório de análise de água- LAAG (CCTA/UFCG, 2024).

Também foram feitos testes de compressão para que possamos testar a resistência do dispositivo sólido (DS), como podemos ver abaixo na Figura 3 e na Figura 4.

Figura 03: Prensa manual usada para o teste de compressão.



Fonte: Autores, 2023.

Figura 04: Execução do teste de compressão



Fonte: Autores, 2023.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção de micro estruturas cúbicas em material de argamassa combinado com resíduos químicos além de permitirem seu reuso evitar seu acúmulo em lixões. Os tijolos identificados com a sigla RS – de resíduos sólidos, além de não interferirem na dureza e resistência do material produzido, permitem seu uso em atividades comuns da construção civil. Após essa análise, percebe-se que o entulho se constituiu de resíduos da construção civil a exemplo de demolições, restos de obras, solos de escavações etc. Evitar seu acúmulo em lixões e aterros sanitários tornou-se uma preocupação ambiental que permeia a vida de todo e qualquer gestor público comprometido com meio ambiente, sendo o homem o principal agente deste habitat natural.

4.1 RESULTADO DO TESTE DE COMPRESSÃO

Foram realizados sete testes usando os seguintes componentes de amostragem para os testes de resistência a partir do teste de compressão.

Composição padrão DS (Dispositivos sólidos) PADRÃO/ COM 7 DIAS DE CURA

- V (Solução): 55 mL
- Mc (Cimento): 125 g
- Mpb (Pó de brita): 44 g
- Ma (Areia): 31 g

Tabela 03: Ensaio de teste de compressão.

Resultados dos Ensaios de Compressão (Unidade: Tf)					
Amostras	Fase líquida (mL)	H2O (mL)	Teste 1 (Tf)	Teste 0 (Tf)	Média (Tf)
DS1	2,5	52,5	4,14	4,52	4,14
DS2	5	50	4,77	4,52	4,64
DS3	7,5	47,5	3,97	3,82	3,89
DS4	10	45	4,56	4,34	4,45
DS5	12,5	42,5	3,05	4,56	3,8
DS6	15	40	4,56	4,18	4,37
DS7	17,5	37,5	3,89	3,13	3,51

Fonte: Autores, 2025.

O resíduo sólido retido na estrutura física do material concretado foi satisfatório e permitiu a replicação dos testes de combinação com ambos os materiais em diferentes concentrações e proporções. O presente estudo permitiu inferir que dada a complexidade dos resíduos sólidos obtidos dos eventos e atividades laborais dos laboratórios de setor em estudo, apesar da diversidade dos materiais e complexidade morfológica que os mesmos apresentavam em sua composição físico-química, possibilitou com o exame de paridade eficiente no produto final. Após os testes de compressão, foi possível observar que, quanto maior a quantidade de resíduo químico no dispositivo

sólido, menor a sua capacidade de resistência, porém foi significativa ao ponto de conseguir moldar essa massa para usar na construção civil como uma argamassa, dentro dos parâmetros permitidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gestão de resíduos sólidos gerados em laboratórios é uma questão de grande importância ambiental e de saúde pública. Os laboratórios, tanto acadêmicos quanto industriais, produzem uma variedade de resíduos que podem incluir substâncias químicas perigosas, materiais biológicos, vidraria quebrada e outros detritos. Para mitigar os impactos negativos desses resíduos, é essencial adotar práticas rigorosas de manejo, segregação, tratamento e disposição final.

Cada laboratório, seja de química ou de áreas correlatas, como produtos de limpeza, cosméticos, agrotóxicos ou eletrônicos, gera uma ampla variedade de resíduos inerentes à produção final. É fundamental classificar os resíduos de acordo com sua natureza e periculosidade facilitando o tratamento adequado.

Observa-se que o solo, fundamental para a humanidade não apenas na agricultura, mas também na pecuária, é passivo diante do avanço tecnológico-científico em busca de novas fontes tecnológicas ou práticas científicas. Embora seja possível aplicar técnicas de recuperação de solo, muitas vezes são caras e resultam em contaminação irreversível. Este trabalho propõe conscientização para o descarte adequado de resíduos sólidos, com foco em reagentes químicos comuns em diversas atividades industriais.

Uma proposta concreta é a fabricação de blocos de concreto incorporando resíduos, criando unidades sólidas e resistentes, sem comprometer sua estrutura. Esta metodologia demonstrou eficácia em aprisionar esses elementos químicos.

Muitas atividades agroindustriais geram resíduos que exigem soluções práticas e acessíveis. As unidades retangulares podem ser moldadas em cilindros para produzir cercas sem liberar os resíduos, mesmo sob chuva. Armazenar os resíduos em cilindros seria caro, exigiria manutenção especializada e transporte para destinos finais, aumentando os custos de produção e, consequentemente, os preços dos produtos agrícolas.

Essa solução é fundamental não apenas para prevenir doenças neurológicas associadas à exposição a resíduos perigosos, mas também para reduzir os impactos negativos sobre os ecossistemas locais, uma vez que muitos resíduos sólidos são solúveis em água e podem infiltrar-se até as camadas mais profundas do solo.

Paralelamente, é essencial fomentar a adoção de alternativas mais sustentáveis e a diminuição do uso de substâncias perigosas. A substituição de compostos tóxicos por opções menos agressivas,

aliada à implementação de práticas de economia circular nos laboratórios, representa uma estratégia eficaz rumo à sustentabilidade. A contenção adequada dos resíduos na fonte geradora é um pilar central para a preservação das atividades agroindustriais e dos recursos naturais, em conformidade com os compromissos ambientais internacionais assumidos pelo Brasil.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. PANORAMA 2022. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 06 de agosto, 2025.

ALLOWAY, B. J; AYRES, D. C. Chemical principles of environmental pollution. London: Blackie Academic & Professional, Second Edition, 1997.

ANVISA. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasil, 2020. Disponível em:<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/servicosdesaude/gerenciamento-de-residuos#Regulamenta%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 06 de agosto, 2025.

BRASIL, Anvisa. RESOLUÇÃO RDC Nº 222, DE 28 DE MARÇO DE 2018. Disponível em:<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf>. Acesso em 06 de agosto, 2025.

BRASIL, Anvisa. Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0306_07_12_2004.html>. Acesso em 06 de agosto, 2025.

BRASIL. Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Publicada no Diário Oficial da União, Seção 1, de 03/08/2010. BRASIL.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Brasília, 2006.

BETTOL, W.; MORANDI, M. A. B. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. Disponível em: http://www/faesb.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/2016/05/livro_biocontrole.pdf. Acesso em: 13 jul. 2022.

BRETAS, R. E. S.; D'ÁVILA, M. A. Reologia de polímeros fundidos. São Carlos: Editora da UFSCar, 2000. 196p.

Constituição [1988]. Edição administrativa do texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, compilado até a Emenda Constitucional nº 106/2020 – Brasília. Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2020. 401p. ISBN: 978-65-5676-015-5 (ePub).

DE BAGGIS, Bárbara. PROPOSTA DE GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS QUÍMICOS DOS LABORATÓRIOS EM UMA FACULDADE DE JABOTICABAL. São Paulo/Brasil. 7 p. Disponível em:<<https://publicacoes.fatecjaboticabal.edu.br/sitec/article/view/321>> . Acesso em: 06 de agosto, 2025.

PINHEIRO, 2010. As Matérias-primas Utilizadas na Produção do Cimento. Disponível em:<<http://www.campusvirtual.ufsj.edu.br/mooc/ciencianacomunidade/como-o-cimento-eproduzido/>>. Acesso em:06 de agosto, 2025.

SCHNEIDER, V. E. Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Saúde. Caxias do Sul – RS. Editora da Universidade de Caxias do Sul – Educs, 2^a. ed. rev. e ampl., 2004.