

USO DA ARGILA DO ACARÁ (PA) E PEDRISCO NA FORMULAÇÃO DE GRANULADOS SANITÁRIOS PARA ANIMAIS DOMÉSTICOS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL E DE BAIXO CUSTO

Carlos Adriano Torres Gomes¹, Vitor Leão Santana², Daniel José Lima de Sousa³

1. ¹Graduando em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Ananindeua-PA, Brasil (adrianotorres095@gmail.com)

²Universidade Federal do Pará, Ananindeua-PA, Brasil

³Universidade Federal do Pará, Ananindeua-PA, Brasil

Resumo: Este trabalho investiga a viabilidade técnica do uso da argila do município de Acará (PA) combinada com pedrisco de Ananindeua (PA) para a formulação de granulados sanitários para animais domésticos (pet litter). Buscou-se desenvolver uma alternativa regional sustentável e econômica frente aos produtos comerciais à base de bentonita ou sílica. A metodologia envolveu a preparação de uma mistura de 10% de argila e 90% de pedrisco, homogeneizada em moinho de bolas e submetida a ensaios de absorção de líquido. Os resultados mostraram desempenho satisfatório, com início de aglomeração em 15 minutos e formação de torrões estáveis em 30 minutos. Conclui-se que o material apresenta potencial promissor para contextos de baixo custo, recomendando-se estudos de otimização estrutural.

Palavras-chave: argila; pet litter; sustentabilidade; pedrisco; materiais absorventes.

INTRODUÇÃO

Os granulados sanitários para animais domésticos, conhecidos comercialmente como *pet litter*, desempenham um papel indispensável no manejo da higiene de felinos e outros animais criados em ambientes internos. Estes materiais atuam diretamente no controle de odores, na absorção eficaz de fluidos biológicos e na manutenção das condições sanitárias domésticas, promovendo o bem-estar tanto dos animais quanto de seus tutores.

Atualmente, o mercado consumidor é dominado por opções industrializadas de alto desempenho, com destaque para a bentonita sódica e a sílica gel. No entanto, estes insumos tradicionais possuem custos de produção elevados e estão associados a cadeias extrativistas de mineração e beneficiamento complexas, que geram impactos ambientais expressivos, como a degradação intensa de solos e um balanço energético desfavorável.

Frente a esse cenário, torna-se relevante o desenvolvimento de alternativas tecnológicas que conciliem viabilidade econômica, reaproveitamento de recursos regionais e mitigação de impactos ambientais locais, alinhando-se aos princípios da economia circular. O aproveitamento de recursos minerais abundantes e agregados naturais surge como uma vertente viável.

A argila do município de Acará (PA) apresenta propriedades físico-químicas de interesse tecnológico, tais como plasticidade, capacidade adsorviva e interações superficiais ativas. Quando associada a materiais granulares de suporte, como o pedrisco disponível na região de Ananindeua (PA), pode constituir uma matriz híbrida capaz de otimizar a retenção de líquidos.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a eficiência de uma formulação composta por 10% de argila do Acará e 90% de pedrisco na formação e estabilização de torrões coesos quando em contato com líquidos. Como objetivos específicos, buscou-se analisar o comportamento da argila local como agente ligante, quantificar o tempo de resposta e a estabilidade mecânica dos aglomerados gerados e comparar o desempenho do produto experimental com as areias sanitárias comerciais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As argilas são materiais naturais de origem mineral compostos predominantemente por filossilicatos hidratados, cuja estrutura cristalina em camadas confere propriedades físico-químicas específicas. Entre essas propriedades destacam-se a elevada área superficial específica, a capacidade de troca catiônica e a plasticidade quando em presença de água, características que tornam esses materiais amplamente

aplicáveis em diferentes setores industriais, como na cerâmica, na engenharia ambiental e na indústria de absorventes (COELHO; SANTOS, 2007).

A interação entre as partículas de argila e moléculas de água ocorre devido à presença de cargas superficiais e espaços interlamelares, o que permite a retenção de líquidos e a expansão volumétrica em determinados tipos de argila. Esse comportamento é particularmente observado em argilas do tipo bentonítica, cuja estrutura mineralógica favorece a absorção de grandes quantidades de água e a formação de aglomerados quando submetidas à umidade (SILVA; FERREIRA, 2008).

Essas características tornam as argilas materiais promissores para aplicações relacionadas à absorção de líquidos e formação de estruturas coesas, sendo amplamente utilizadas na formulação de granulados sanitários destinados a animais domésticos.

Os granulados sanitários são materiais desenvolvidos para absorver urina de animais domésticos e controlar odores associados à decomposição de resíduos orgânicos. Seu funcionamento baseia-se na capacidade de absorção de líquidos e na formação de aglomerados sólidos, conhecidos como torrões, que facilitam a remoção e o descarte dos resíduos.

Os materiais mais utilizados comercialmente incluem bentonita, sílica gel e fibras vegetais processadas. A bentonita é amplamente empregada devido à sua alta capacidade de expansão em contato com líquidos, permitindo a formação rápida de torrões compactos e estáveis (SILVA & FERREIRA, 2008).

Além dos materiais minerais tradicionais, estudos recentes têm investigado alternativas sustentáveis para a produção de granulados sanitários, utilizando resíduos orgânicos ou matérias-primas naturais regionais. Um exemplo é o estudo desenvolvido por Silva et al., que investigou o aproveitamento do caroço da manga na produção de areia higiênica biodegradável para gatos, demonstrando a viabilidade de materiais alternativos com menor impacto ambiental.

A argila proveniente do município de Acará, no estado do Pará, está inserida em um contexto geológico amazônico que favorece a presença de diferentes minerais secundários, como caulinita, ilita e quartzo. Essa diversidade mineralógica influencia diretamente suas propriedades tecnológicas, especialmente no que diz respeito à absorção de água e comportamento físico em misturas com outros materiais (NASCIMENTO, 2024).

Do ponto de vista granulométrico, trata-se de um material predominantemente fino, composto por partículas de baixa dimensão, o que favorece sua atuação como agente de ligação entre partículas maiores, como o pedrisco. Essa característica é

fundamental para a formação de estruturas coesas quando o material é submetido à umidade.

Além disso, estudos sobre o aproveitamento de argilas amazônicas em diferentes aplicações tecnológicas demonstram que esses materiais podem apresentar potencial significativo para processos de adsorção e formação de aglomerados, dependendo da proporção utilizada e da interação com outros componentes da mistura (VAZ NETO, 2023).

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência da formulação composta por 10% de argila do Acará e 90% de pedrisco na formação de torrões ao entrar em contato com líquido, simulando o funcionamento de granulados sanitários para animais domésticos.

Outros pontos a serem alcançados são:

- Analisar o comportamento da argila do Acará como agente absorvente e aglomerante;
- Avaliar o desempenho físico do pedrisco como estrutura base da mistura;
- Investigar a formação e resistência dos torrões gerados;
- Comparar o desempenho da formulação com produtos comerciais;
- Discutir o potencial de uso de matérias-primas regionais amazônicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados como matérias-primas a argila proveniente do município de Acará-PA (Figura 1) e o pedrisco oriundo de Ananindeua-PA (Figura 2). Também foram empregados água destilada para simulação de urina, pipeta graduada de 5 mL para controle de volume, vidro de relógio com diâmetro de 90 mm para ensaios e moinho de bolas de 4 litros para homogeneização da mistura



Figura 1. Argila do Acará.



Figura 2. Pedrisco utilizado.

A formulação experimental foi preparada a partir da mistura de 10% de argila do Acará com 90% de pedrisco, em proporções previamente definidas. Inicialmente, os materiais foram misturados a seco para garantir a distribuição homogênea das partículas. Em seguida, a mistura foi submetida a moagem em moinho de bolas (Figura 3) durante 20 minutos, com o objetivo de melhorar a uniformidade granulométrica e favorecer a interação entre os componentes.



Figura 3. Moinho de bolas de bancada (ball mill).

Após a homogeneização, aproximadamente 45 gramas da amostra foram dispostas em um vidro de relógio. A simulação de urina foi realizada por meio da adição controlada de água utilizando pipeta graduada, permitindo observar o comportamento da mistura em contato com o líquido

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Formação de torrões

Observou-se que a formulação apresentou início de formação de aglomerados sólidos cerca de 15 minutos após o contato com o líquido. Esse comportamento indica que a interação entre a argila e o pedrisco foi suficiente para promover retenção de água e início do processo de aglomeração. Com isso, o aspecto visual dos torrões formados durante o experimento.

O desempenho mais estável foi observado em aproximadamente 30 minutos, quando os torrões atingiram maior consistência estrutural, apresentando melhor compactação e menor fragmentação.

Resistência dos torrões

Os torrões formados apresentaram resistência mecânica moderada a alta, sendo possível sua remoção sem desintegração significativa após o período de estabilização. Isso indica que a presença da argila contribui para a coesão entre partículas do pedrisco, atuando como agente ligante na estrutura formada.

Comparação com produtos comerciais

A comparação entre a formulação experimental e produtos comerciais baseados em bentonita sódica demonstrou que o tempo de formação de torrões foi semelhante, iniciando aproximadamente 15 minutos após o contato com o líquido. Esse comportamento indica que a mistura de argila do Acará e pedrisco apresenta capacidade funcional comparável à de materiais utilizados comercialmente.

Entretanto, observou-se que a resistência mecânica dos torrões formados pela formulação experimental foi ligeiramente inferior àquela observada em produtos comerciais à base de bentonita. Esse resultado pode ser explicado pela menor capacidade de expansão volumétrica das argilas locais quando comparadas às bentonitas industriais, conhecidas por sua elevada capacidade de absorção de água (SILVA; FERREIRA, 2008).

Mesmo apresentando resistência mecânica ligeiramente inferior em comparação às demais formulações avaliadas, os torrões formados demonstraram estabilidade estrutural suficiente para permitir sua remoção manual sem ocorrência de desintegração significativa durante o manuseio. Esse comportamento indica que o material mantém coesão adequada após a aglomeração, preservando sua integridade física durante a coleta. Dessa forma, a resistência observada foi considerada satisfatória para aplicações em granulados sanitários, nas quais se busca um equilíbrio entre capacidade de formação de torrões e facilidade de remoção durante o uso.

A Figura 4 apresenta o material experimental composto pela Argila de Acará e o Pedrisco de Ananindeua, e o seu comportamento visual. Já a Figura 5 apresenta o material industrializado comercializado.



Figura 4. Apresentação do material experimental



Figura 5. Apresentação do material industrializado

Além disso, quando comparada a estudos que investigam materiais alternativos para produção de areia sanitária, como o uso de resíduos orgânicos ou biomateriais, a formulação proposta apresenta vantagens relacionadas à simplicidade do processo de produção e à utilização de matérias-primas minerais regionais (SILVA, A. F. N.; RATAO, M. E. R.; VASCONCELOS, R. de S., 2026).

De forma geral, a formulação proposta apresenta as seguintes características comparativas:

Tabela 1. Título da tabela.

Parâmetro	Resultado
Tempo de formação dos torrões	Semelhante ao comercial (~15 min)
Resistência mecânica	Moderada, porém funcional
Custo estimado	Significativamente inferior
Origem dos materiais	Regional e natural
Impacto ambiental	Potencialmente menor devido ao uso de recursos locais

Durante os ensaios de gotejamento, constatou-se que a formulação contendo a argila regional apresentou o início do processo de aglutinação física e formação de pequenos nódulos sólidos decorridos 15 minutos do contato inicial com o líquido. A estabilização estrutural plena e o pico de consistência coesa dos torrões ocorreram na marca de 30 minutos de repouso,

registrando-se menor índice de fragmentação periférica.

Os torrões gerados demonstraram comportamento mecânico considerado satisfatório, mantendo a integridade morfológica necessária para a remoção física sem sofrer desmoronamento ou esfrelamento. Esse comportamento evidencia que os filossilicatos hidratados presentes na argila do Acará atuaram efetivamente como uma ponte de ligação cimentante entre os fragmentos do pedrisco (Coelho e Santos, 2007).

Ao confrontar os dados cinéticos com produtos comerciais consolidados à base de bentonita sódica, o tempo para o início da aglomeração (~15 minutos) revelou-se equivalente. Contudo, a resistência ao cisalhamento dos torrões do produto experimental mostrou-se discretamente inferior à do padrão de mercado. Essa diferença é explicada pela composição mineralógica regional, rica em caulinita e quartzo (Nascimento et al., 2024), elementos que exibem menor capacidade de expansão volumétrica interlamelar em comparação às esmectitas puras das bentonitas industriais (Silva e Ferreira, 2008).

Apesar dessa limitação elástica, o nível de coesão preservado garante o manuseio e a limpeza diária sem perdas, apresentando vantagens operacionais e ambientais claras quando comparado a soluções biodegradáveis baseadas em biomassas residuais (Silva, Rato e Vasconcelos, 2026). Os resultados morfológicos finais pós-ensaio podem ser observados nas Figuras 6 e 7.



Figura 6. Apresentação do material experimental pós ensaio



Figura 7. Apresentação do material industrializado comercial pós ensaio

CONCLUSÃO

A investigação experimental e bibliográfica conduzida neste estudo permitiu validar a viabilidade técnica e o potencial tecnológico da formulação composta por 10% de argila do município de Acará (PA) e 90% de pedrisco originário de Ananindeua (PA) para aplicação como granulado sanitário (pet litter). Os ensaios demonstraram que, mesmo operando em uma matriz granular de concepção simples e isenta de aditivos químicos complexos ou sintéticos, a incorporação do mineral argiloso regional cumpriu com eficácia o papel de agente aglomerante e ligante. O material foi capaz de promover a retenção de fluidos e desencadear o processo de aglutinação física em um intervalo de tempo de 15 minutos, culminando na consolidação de torrões estruturalmente estáveis e perfeitamente manuseáveis após 30 minutos do contato inicial com o líquido.

Sob a ótica mineralógica e comparativa, embora o produto experimental tenha apresentado uma resistência mecânica ligeiramente inferior àquela observada nas areias comerciais baseadas em bentonita sódica industrializada — uma consequência natural da predominância de caulinita e quartzo na argila amazônica estudada em detrimento das esmectitas expansivas —, os níveis de coesão obtidos mostraram-se plenamente funcionais. A estabilidade estrutural verificada assegura que os torrões resultantes suportem as tensões mecânicas geradas durante o processo de coleta e descarte manual diário, atendendo aos requisitos mínimos de usabilidade e higiene exigidos pelo mercado de cuidados domésticos animais.

Do ponto de vista estratégico, socioeconômico e ambiental, a formulação proposta consolida-se como uma alternativa altamente promissora e de baixo custo, perfeitamente alinhada aos preceitos da sustentabilidade e da economia circular. Ao priorizar o aproveitamento de matérias-primas naturais locais e abundantes na região metropolitana de Belém e

adjacências, o projeto mitiga drasticamente a pegada de carbono associada ao transporte de longa distância e reduz a dependência de insumos minerais importados ou submetidos a processos de beneficiamento industrial de alto impacto energético. Ademais, abre-se uma nova vertente de valorização econômica para os recursos minerais secundários amazônicos, estimulando cadeias produtivas regionais e oferecendo ao mercado pet uma solução acessível e ecologicamente responsável.

Como perspectivas para a continuidade e o desdobramento desta pesquisa, recomenda-se fortemente a realização de novos ensaios laboratoriais focados no mapeamento sistemático de curvas de absorção a partir da variação controlada das frações de argila (sugerindo-se intervalos de 5% a 20% em massa), com o intuito de determinar a proporção exata que maximize a resistência ao cisalhamento dos torrões sem comprometer a porosidade do sistema. Paralelamente, faz-se necessária a condução de testes físico-químicos e reológicos complementares para avaliar a capacidade específica de adsorção e neutralização de odores amoniacais, ensaios de durabilidade em prateleira sob diferentes condições de umidade relativa do ar e, por fim, a execução de testes práticos de aceitabilidade in vivo em escala piloto com felinos domésticos.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus sinceros agradecimentos ao Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pará (UFPA) – Campus Ananindeua, pela excelência na condução do ambiente acadêmico e por todo o suporte e orientação intelectual concedidos ao longo do desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Estendemos um agradecimento especial ao Laboratório de Materiais Cerâmicos (LabCER) do Campus de Ananindeua-UFPA, na pessoa de seus coordenadores, técnicos e pesquisadores, pelo apoio técnico especializado, pela infraestrutura laboratorial de ponta colocada à disposição e pelos insumos essenciais cedidos. A contribuição do LabCER foi fundamental para a viabilização, processamento e execução rigorosa de todas as etapas desta pesquisa experimental.

REFERÊNCIAS

- COELHO, Antônio C. Vieira; SANTOS, Pêrsio de Souza. Argilas especiais: o que são, caracterização e propriedades. Química Nova, 2007.
- NASCIMENTO, Damares da Cruz Barbosa et al. Caracterização física, mineralógica e mecânica das argilas do polo cerâmico do município de Moju, Pará. Cerâmica Industrial, v. 29, p. 1-11, 2024.



SILVA, A. F. N.; RATÃO, M. E. R.; VASCONCELOS, R. de S. Educação e sustentabilidade: o aproveitamento do caroço da manga na produção de areia higiênica biodegradável para gatos. Revista PPC – Políticas Públicas e Cidades, Curitiba, v. 15, n. 3, p. 1–15, 2026.

SILVA, A. R. V. & FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais. 2008.

VAZ NETO, Josias de Souza. Avaliação da incorporação do rejeito do processo Bayer em formulações com argila. UFPA, 2023.