



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



De 09 a 29 de novembro de 2024

ENGENHARIA CÍVIL
FEMIC JÚNIOR

Maria Clara Lira de Melo
Matheus Pereira de Lima
Millena Teles Pita Vanderlei Melo

Orientadora: Francisca Nogueira Martins
Coorientador: Erivaldo Davi dos Santos Júnior

Unidade Integrada SESI SENAI Carlos Guido Ferraio
Lobo

Maceió, Al
Brasil



mnfrancisca@hotmail.com



Climplent: composto de biomassas para a produção de cimento



Apresentação



A indústria cimenteira desempenha um papel crucial no desenvolvimento da infraestrutura global. No entanto, historicamente, tem sido associada a impactos ambientais significativos, incluindo emissões de carbono e consumo excessivo de recursos naturais, contribuindo com aproximadamente 3% das emissões totais de gases de efeito estufa e cerca de 5% das emissões de CO₂ (PRADO et al., 2022).

Durante o Fórum Econômico Mundial de 2023, sediado em Davos, na Suíça, foram abordadas as perspectivas futuras da indústria do cimento e do concreto, visando promover a descarbonização nesses setores. Entre as propostas debatidas para incentivar a produção sustentável de materiais destaca-se, principalmente, a redução da proporção de clínquer na composição do cimento.

Objetivos



Objetivo geral

Desenvolver um composto de biomassas para a produção de cimento, visando à promoção da sustentabilidade na indústria cimenteira e alcance de ganhos econômicos por meio de uma produção consciente e de baixo impacto ambiental.

Objetivos específicos

- Realizar análises químicas do composto de biomassas para identificar sua composição em elementos como sílica, alumina, cal e óxido de ferro, com o intuito de assegurar que suas características químicas sejam comparáveis às do clínquer, o principal componente do cimento convencional;
- Analisar se esse composto de biomassas apresenta consistência e granulometria semelhantes às do cimento tradicional, a fim de garantir capacidade de solidificação e velocidade de hidratação de forma adequada.

Metodologia



O climplent é um composto de biomassas que pode ser integrado à fabricação do cimento, visando promover a redução da quantidade de clínquer utilizada no processo. Para assegurar sua incorporação na composição, será necessário que o produto apresente características químicas do clínquer e características físicas do cimento.

Por meio de um estudo bibliográfico detalhado, foi possível assegurar, além da disponibilidade, o desempenho técnico e o impacto ambiental de matérias-primas como bagaço de cana-de-açúcar, fibras de bambu, casca de mandioca e fibras de arroz, que apresentam os principais elementos químicos do clínquer, como sílica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), cal (CaO) e óxidos de ferro (Fe_2O_3).

Metodologia



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Preparação da Matéria-Prima: Coleta e tratamento (limpeza, secagem e calcinação) das biomassas, seguido de armazenamento adequado em dessecador.

• Matéria Prima



Preparação | Obtenção da Matéria prima



Preparação | Matéria prima



Preparação | Pesagem

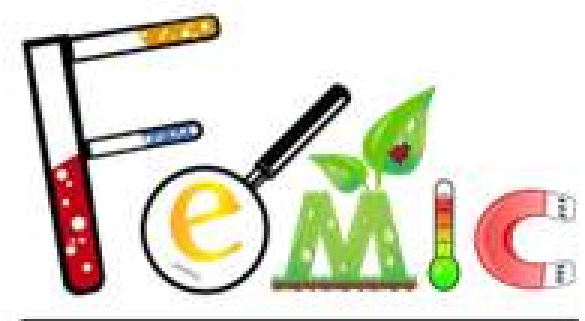


Mufra | Calcinação



Cinzas | Biomassas

Metodologia



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Análise Química: Determinação da caracterização química das biomassas em comparação com o clínquer, utilizando técnicas como EDX, FT-IR, Termogravimetria e Espectrometria de Massa, para garantir compatibilidade química e eficácia na produção de cimento.

• Análise Química



Amostras finalizadas



Análise | EDX



Análise | FTIR

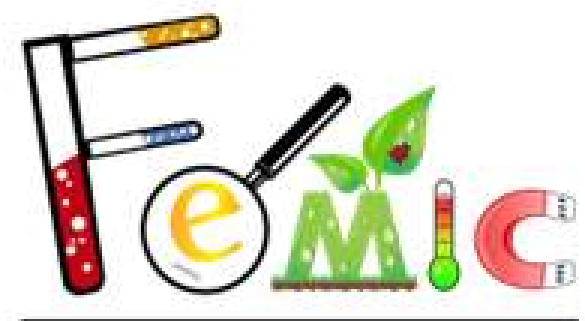


Análise | Espectrometria
de Massa



Análise | Termogravimetria

Metodologia



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Análise Física: Avaliação das propriedades físicas do composto em relação ao cimento tradicional, incluindo testes de consistência e granulometria, para garantir características adequadas para a construção civil.

• Análise Física



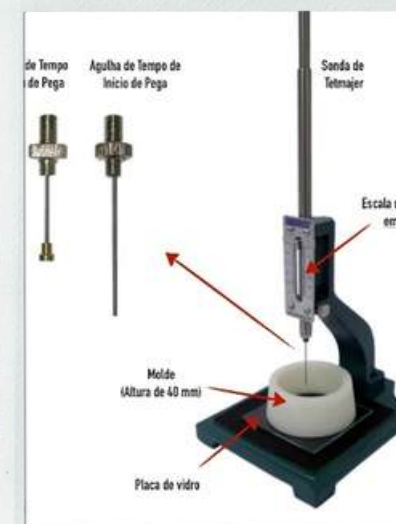
Formulação | Reação das biomassas com o clínquer



Formulação | Testes



Granulometria |
Peneira ABNT 0,075 mm



Consistência e pega |
Sonda de Tetmajer

Resultados alcançados



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



- Os resultados preliminares são promissores, as amostras das biomassas processadas por incineração, trituração ou moagem apresentaram **pH neutro** e características químicas favoráveis.
- **A análise EDX** revelou altos teores de silício no arroz carbonizado (**76,8%**), cálcio no bambu (**48,5%**) e potássio na mandioca (**46,7%**).
- **A análise FT-IR** confirmou a presença de grupos funcionais semelhantes aos do clínquer, sugerindo o potencial das biomassas como alternativas sustentáveis na produção de cimento. Com base nos resultados das análises químicas, avançamos para a etapa de formulação, visando testar na prática o comportamento dessas biomassas em combinação com o clínquer.
- A combinação mais promissora foi composta por 50% de clínquer e 50% de Climplent, utilizando uma **maior proporção de bambu e arroz carbonizado** em relação à cana-de-açúcar e às cinzas de mandioca. Nas etapas seguintes, focaremos em aperfeiçoar os resultados, uma vez estabelecida uma formulação adequada que cumpra todos os princípios químicos e físicos exigidos, planeja-se incluir outros ensaios.

Resultados alcançados



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Resultado da análise do EDX-720 para arroz carbonizado e em pó

ELEMENTOS QUÍMICOS	RESULTADOS	
	ARROZ CARBONIZADO	ARROZ EM PÓ
Ca	4,66%	9,30%
• Si	76,81%	65,96%
S	0,99%	1,19%
K	10,17%	6,20%
Fe	3,61%	7,73%
Zn	0,06%	0,07%
Cu	0,06%	0,07%
P	1,53%	0,01%
Mn	1,26%	0,94%
Al	0,39%%	6,17%
Sr	...	1,30%
Ti	...	1,07%

Fonte: Elaboradas pelo autor

Resultados alcançados



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Resultado da análise do EDX-720 para a cinza do bambu e cana-de-açúcar

ELEMENTOS QUÍMICOS	RESULTADOS	
	CINZA DO BAMBU	CINZA DO BAGAÇO DA CANA
• Ca	48,50%	38,19%
Si	40,03%	12,00%
S	7,35%	8,89%
K	2,55%	31,19%
Fe	0,76%	2,26%
Zn	0,15%	0,08%
Cu	0,10%	...
Sr	0,03%	0,04%
Mn	0,53%	...
Ti	...	...
P	...	6.52%

Fonte: Elaboradas pelo autor

Resultados alcançados



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Resultado da análise do EDX-720 para a cinza da mandioca e clínquer

ELEMENTOS QUÍMICOS	RESULTADOS	
	CINZA DA MANDIOCA	CLÍNQUER
Ca	24,82%	81,95%
Si	15,69%	11,04%
S	2,08%	1,05%
• K	46,71%	1,07%
Fe	3,00%	4,11%
Zn	0,19%	0,08%
Cu	0,05%	0,07%
Sr	0,13%	0,29%
Ti	4,51%	0,35%
P	2,78%	...
Mn	0,13%	...

Fonte: Elaboradas pelo autor

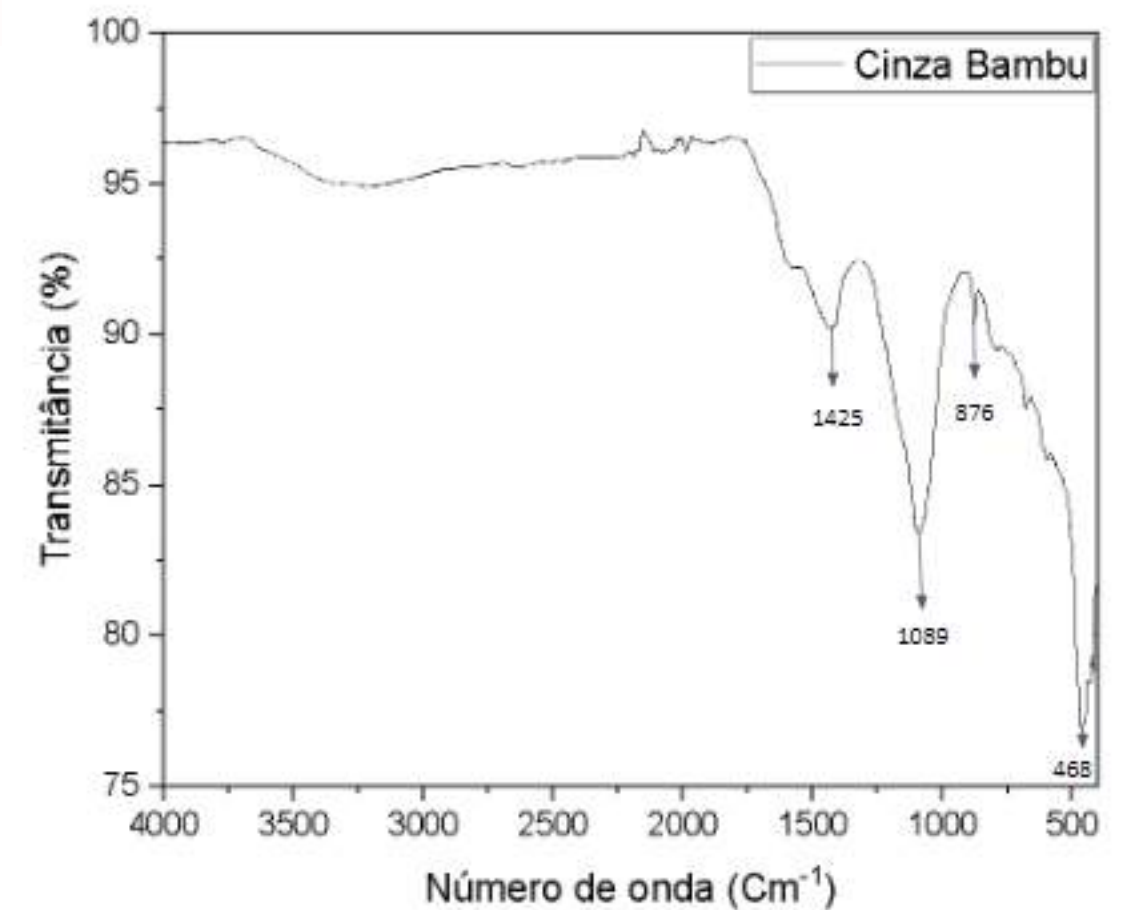
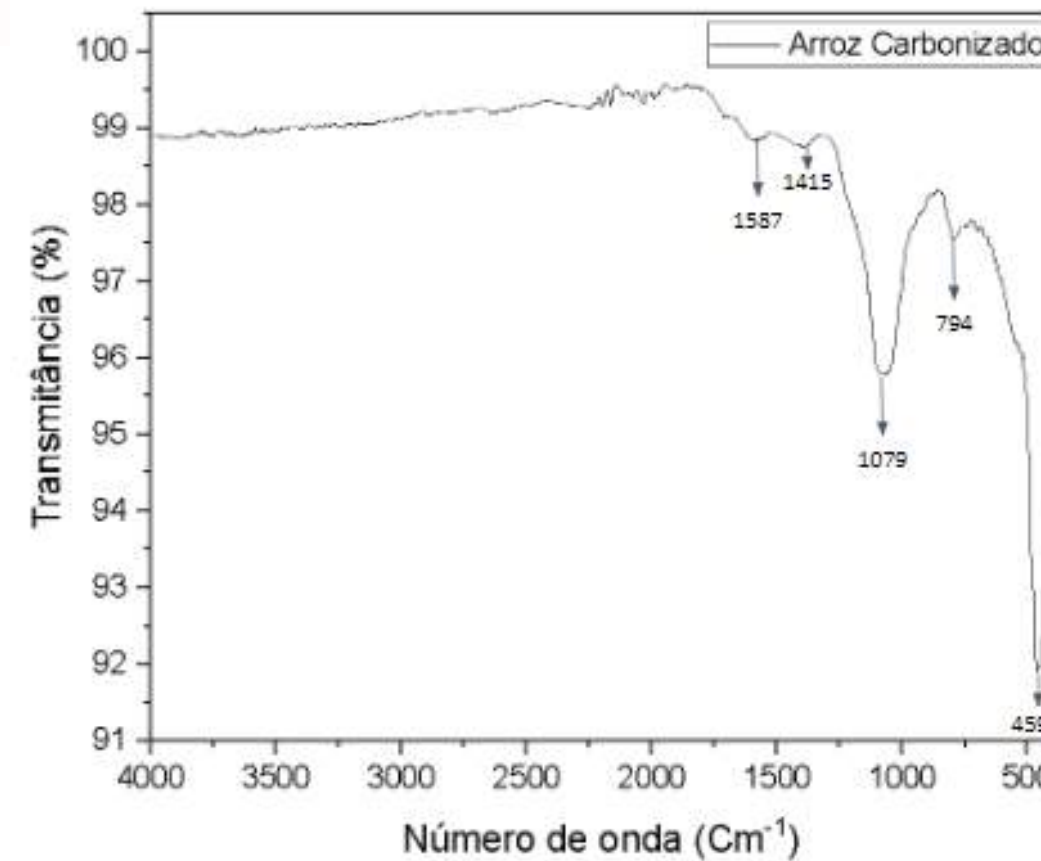
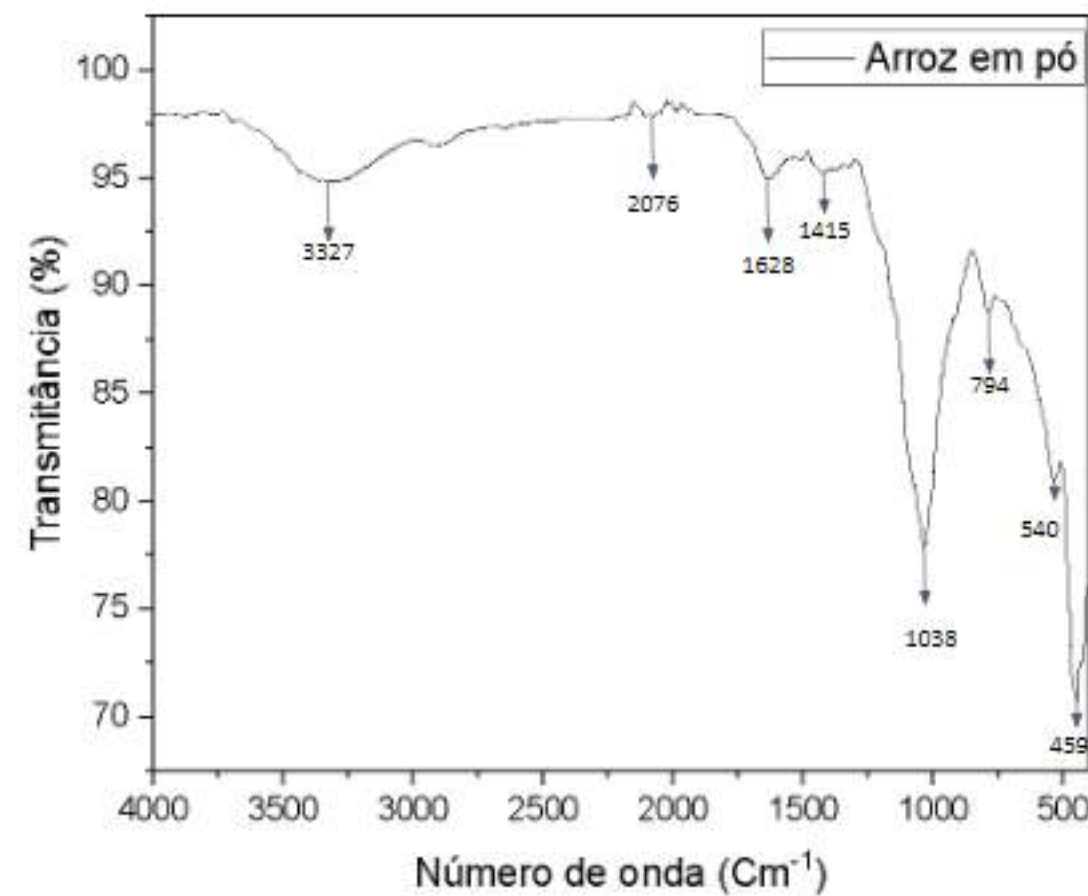
Resultados alcançados



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Resultado da análise do FT-IR comparação dos gráficos



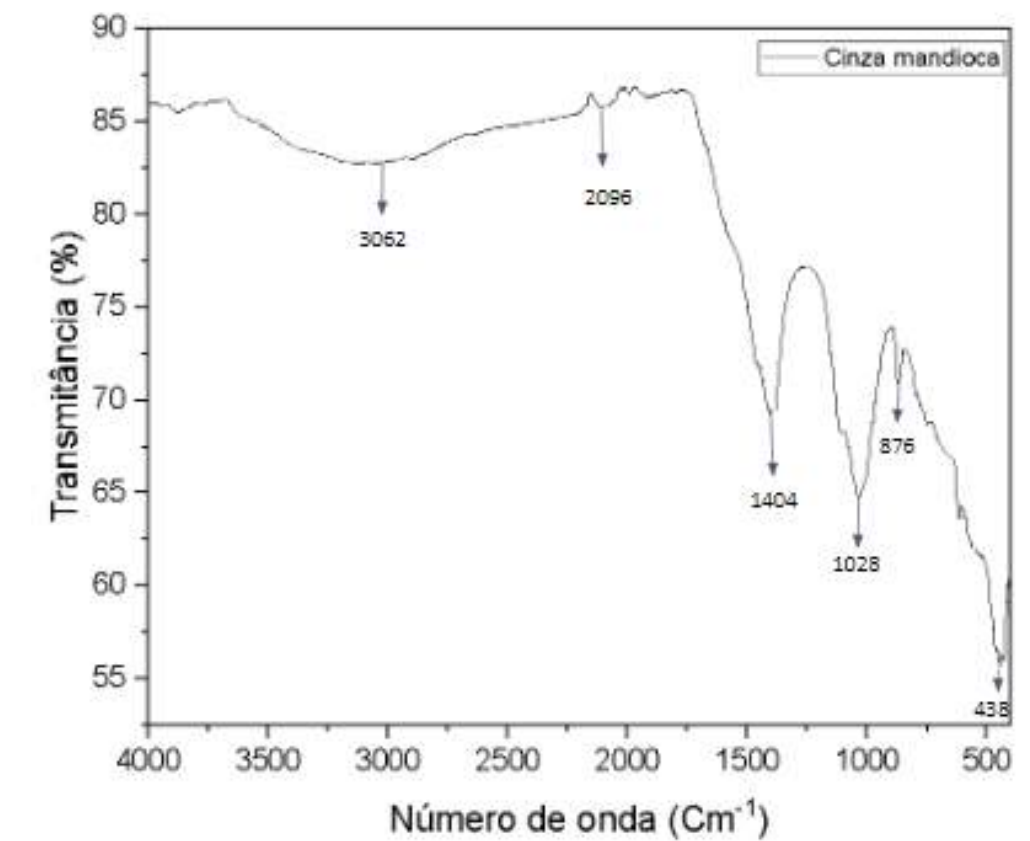
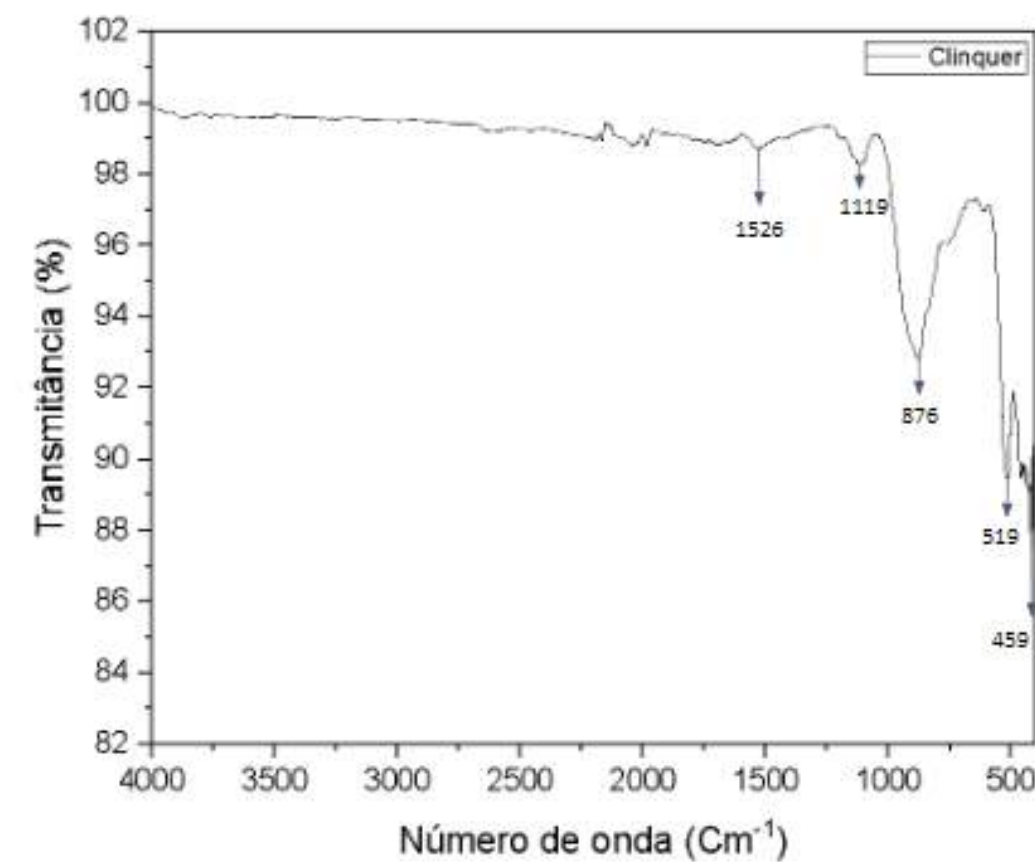
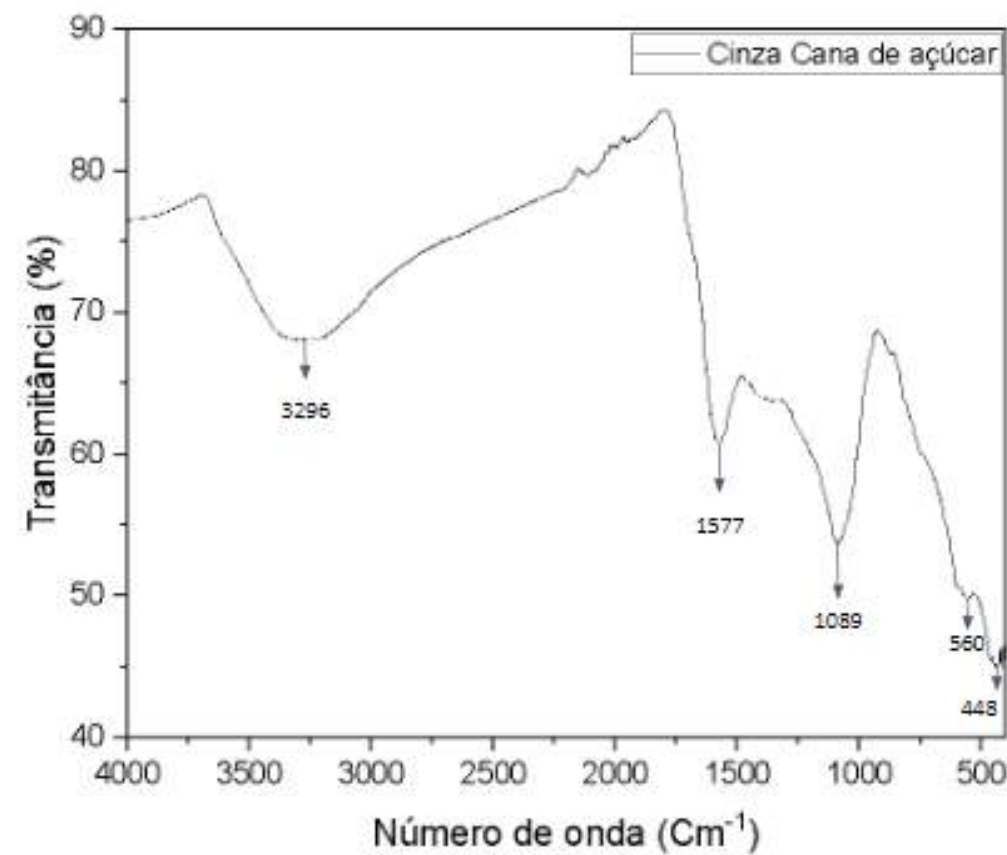
Resultados alcançados



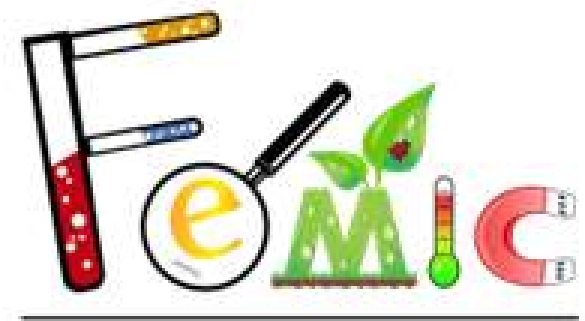
7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Resultado da análise do FT-IR comparação dos gráficos



Resultados alcançados



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



Ph | Neutro



Clínquer



Formulações |
Clínquer + Biomassas

Aplicabilidade dos resultados no cotidiano da sociedade



- A aplicabilidade futura do Climplent é ampla e promissora, pois não apenas contribui para a descarbonização da indústria cimenteira, mas também oferece uma alternativa sustentável ao uso do clínquer tradicional, conhecido por seu elevado impacto ambiental. Ao utilizar resíduos agrícolas que, de outra forma, seriam descartados, nosso composto completa o ciclo de vida dos recursos, promovendo uma economia circular e agregando valor aos subprodutos agrícolas.
- A comercialização do composto como um produto B2B (business-to-business) é uma estratégia viável, direcionando-o a empresas de construção civil, fabricantes de cimento e empresas de obras que buscam incorporar práticas mais sustentáveis em suas operações. Para maximizar o impacto e a adoção do produto, consideramos a formação de parcerias estratégicas com essas empresas, promovendo uma abordagem colaborativa que facilita a transição para soluções mais ecológicas.

Criatividade e inovação



Uso de Biomassas : A ideia de substituir parte do clínquer por biomassas é uma abordagem criativa que visa resolver dois problemas simultaneamente: a necessidade de materiais de construção sustentáveis e a utilização de resíduos agrícolas que, de outra forma, seriam descartados. Essa combinação inovadora contribui para uma economia circular.

Formulações Diversificadas : Uma pesquisa que investiga diferentes proporções de biomassa (como bagaço de cana-de-açúcar, casca de mandioca, casca de arroz e fibras de bambu) demonstra criatividade na experimentação de materiais e suas combinações, buscando atualização das propriedades mecânicas do composto .

Criatividade e inovação



Pesquisa e Testes : O projeto está comprometido com a inovação por meio de testes contínuos para melhorar a formulação e garantir que o novo material atenda às normas e padrões exigidos pela indústria. A busca por melhorias nas propriedades físicas e químicas do composto é um exemplo de como a inovação é integrada ao processo de desenvolvimento.

Modelo de Negócio Sustentável : A estratégia de comercialização do Climplent como um produto B2B reflete uma inovação no modelo de negócios. Direcionar-se a empresas de construção civil que buscam práticas mais sustentáveis é uma abordagem que não apenas atende à demanda do mercado, mas também promove a colaboração em prol da sustentabilidade.

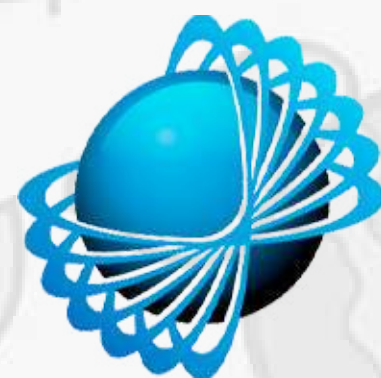
Considerações finais



Com base nas experiências e resultados obtidos até o momento espera-se que o projeto resulte na identificação e na formulação de um composto de biomassas que possa ser utilizado como substituto parcial do clínquer na produção de cimento, mantendo ou melhorando as propriedades físicas e mecânicas do material final.

Uma vez estabelecida uma formulação adequada que cumpra todos os princípios químicos e físicos exigidos, planeja-se incluir outros ensaios, além de impulsionar a fabricação de blocos de concreto. Essas medidas adicionais irão ampliar o processo de descarbonização no mercado da indústria cimenteira.

SESI Serviço
Social
da Indústria



FAPEAL

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA
DO ESTADO DE ALAGOAS



7ª Feira Mineira de Iniciação Científica



De 09 a 29 de novembro de 2024

Realização



Associação Mineira de
Pesquisa e Iniciação Científica



Apoiadores

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico

