5<sup>th</sup> International Workshop - Advances in Cleaner Production São Paulo - Brazil - 20<sup>th</sup> to 22<sup>nd</sup>, May - 2015

# "Estudo comparativo de métodos para síntese de sílica gel a partir das cinzas de resíduo de biomassa da cana-de-açúcar."

RODRIGO A. HELENO, Dra. THAÍS V. REIS, Dra. DENISE A. FUNGARO\* dfungaro@ipen.br

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares IPEN/CNEN-USP

Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA)

Academic Work

5<sup>th</sup> International Workshop - Advances in Cleaner Production

Academic Work

## INTRODUÇÃO



#### Industrias sucroalcooleiras:

- Açúcar refinado
- Etanol
- → Bagaço da CDA → Cinzas do bagaço da CDA

3,8 milhões de toneladas/ano





Cana-de-açúcar 500 – 700 kg Si/ ha ao ano



Planta cultivada que mais absorve Si

(Matinchenkov e Calvert, 2002)



Cinzas – Ricas em Si



↑ Produção sucroalcooleira → ↑ Bagaço de CDA



- Valor agregado
- Baixo custo
- Inúmeras aplicações

3 MÉTODOS DE SÍNTESE



5<sup>th</sup> International Workshop - Advances in Cleaner Production

Academic Work

## MATERIAIS E MÉTODOS



Cinzas - CDA: COSAN



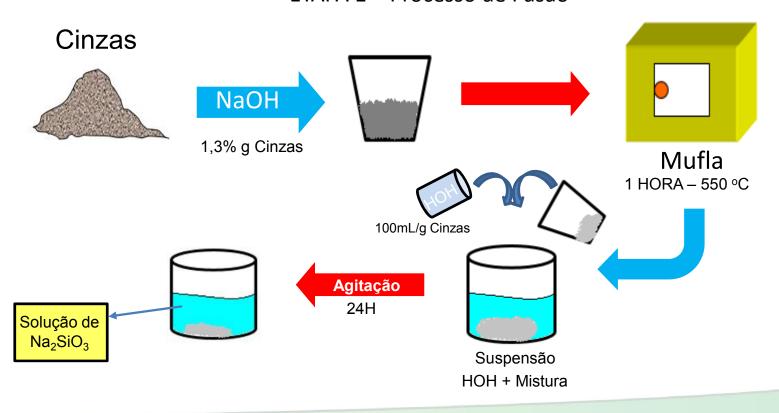




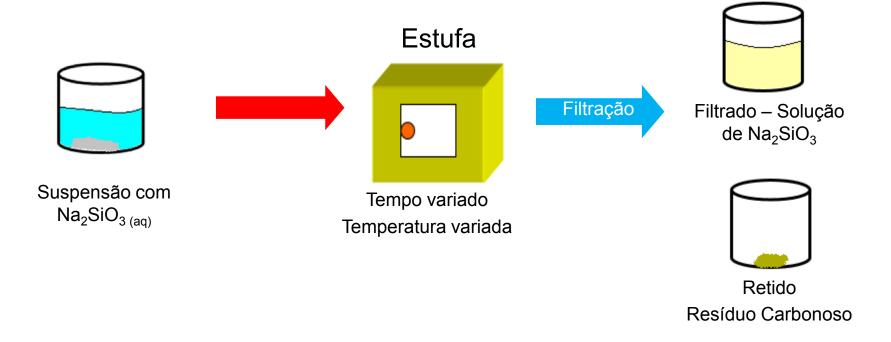
Cinzas do resíduo da biomassa da CDA

Sílica Gel seca (xerogel)

ETAPA 1 – Processo de Fusão

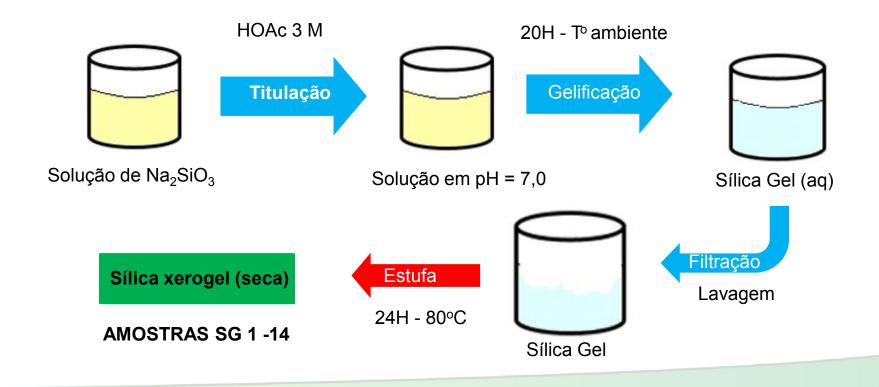


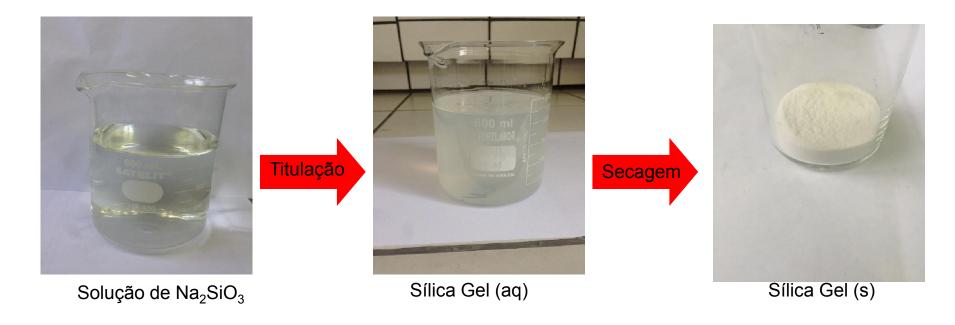
ETAPA 2 – Tratamento hidrotérmico



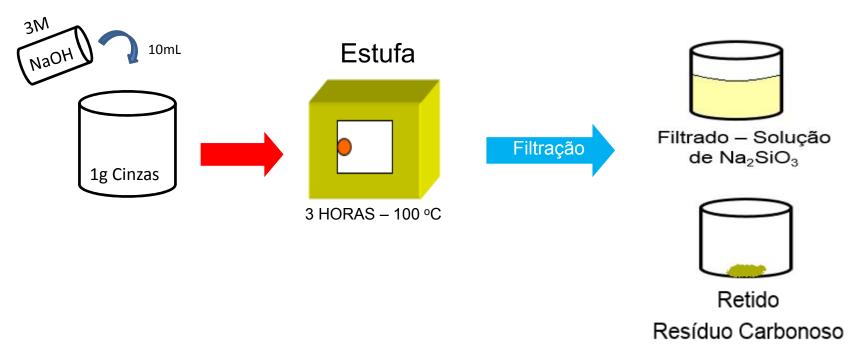


Obtenção da sílica gel





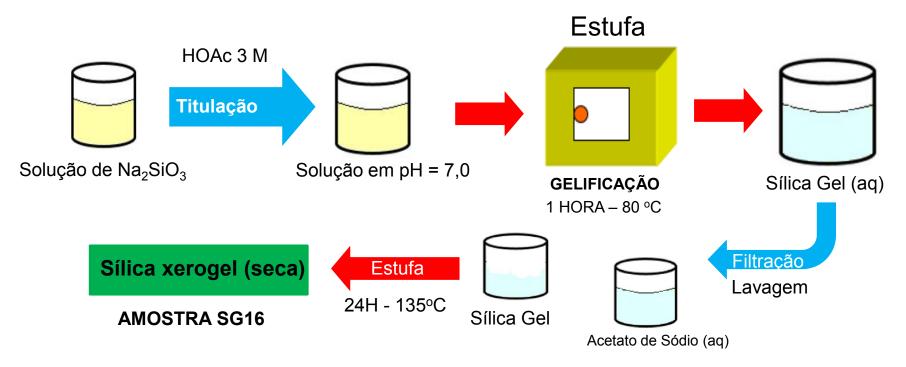




O processo de obtenção da sílica gel seguiu o mesmo procedimento do método de duas etapas. **AMOSTRA SG15** 

#### MÉTODO III – PROCESSO DE GELIFICAÇÃO À 80°C

Obtenção da sílica gel – Ferret, 2013



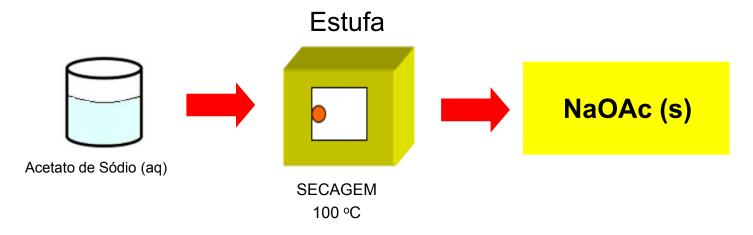


#### MÉTODO III - PROCESSO DE GELIFICAÇÃO À 80°C

Obtenção de Acetato de Sódio

Submeteu-se a solução de NaOAc à estufa para obter-se o sal hidratado.

#### NaOAc como produto residual secundário





## RESULTADOS E DISCUSSÕES



#### CINZAS DO RESÍDUO DA BIOMASSA DA CDA

Fluorescência de raio x



Composição Química das cinzas do bagaço de CDA

Quantidade de SiO<sub>2</sub>

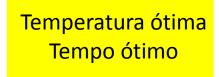




#### CINZAS DO RESÍDUO DA BIOMASSA DA CDA

Óxidos	Teor	Óxidos	Teor	
	(% em massa)		(% em massa)	
SiO <sub>2</sub>	81,6	SO <sub>3</sub>	0,52	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,94	Cl	0,36	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,31	Na <sub>2</sub> O	0,26	
K <sub>2</sub> O	2,10	MnO	0,06	
MgO	1,26	Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,07	NiO	0,03	
CaO	0,98	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	
TiO <sub>2</sub>	0,67	PF	0,79	

- Variou-se o tempo e a temperatura aos quais as amostras SG1 14 foram submetidas na estufa.
- Aferiu-se a temperatura e o tempo ótimos para a síntese de sílica gel
- A formação de sílica gel (amorfa) foi aferida mediante difratometria de raio x (DRX), intervalo de varredura 2θ.





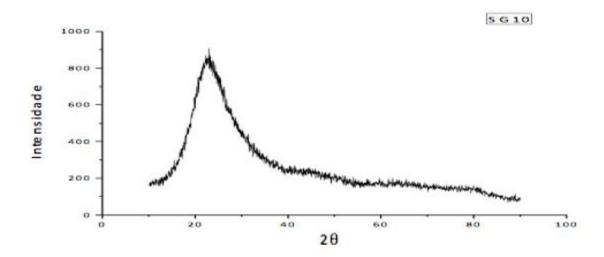
Melhor rendimento

↑ SG (g)

AMORFA

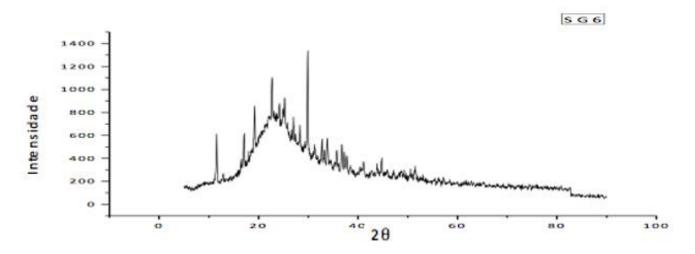


Difratograma de raio x - amorfo



SG10 – Amostra em tempo e temperatura ótima. Maior rendimento em polimorfismo amorfo

Difratograma de raio x - cristalino



SG6 – Amostra de polimorfismo cristalino, provavelmente cristobalita (Le Blond et al, 2010)

	2ª ET	m <sub>sg</sub> (g) -	
Amostra	Tempo na estufa (h)	Temperatura (°C)	Amorfa
SG1	1	100	n.f
SG2	2	100	0,232
SG3	3	100	0,248
SG4	6	100	0,366
SG5	20	100	0,431
SG6	24	100	n.f
SG7	2	90	0,388
SG8	3	90	0,402
SG9	6	90	0,53
SG10	20	90	0,689
SG11	2	95	n.f
SG12	3	95	n.f
SG13	6	95	n.f
SG14	20	95	n.f

#### **RESULTADOS**

Parâmetros 90°C – 20H



**Melhores** resultados

MÉTODO	RENDIMENTO	SÍLICA GEL (drx)	TEMPO (H)
METODO I 2 ETAPAS	89%	AMORFA	70
MÉTODO II 1 ETAPA	_	NÃO FORMADA	51
MÉTODO III GELIFICAÇÃO À 80°C	91%	AMORFA	52

#### **RESULTADOS**

NaOAc Reaproveitado do filtrado da SG(aq) 90%

Resíduo → Menos poluente que as cinzas

Carbonoso → Massa residual menor → ≈ 30%



5<sup>th</sup> International Workshop - Advances in Cleaner Production Academic Work

## CONCLUSÃO



90°C/20h Parâmetro de síntese

MAIOR formação de SG com MELHOR tempo

Método III - Maior rendimento + melhor tempo

MELHOR MÉTODO DE SÍNTESE



#### SÍNTESE - MÉTODO III

- Reprodutível em larga escala
- Baixo custo operacional
- Diminui resíduos ambientais 
   Resíduo Carbonoso
- Gera produtos de valor agregado
  - Sílica Gel (xerogel)
  - NaOAc



#### **AGRADECIMENTOS**

• À COSAN, pelo fornecimento da matéria-prima;

Ao IPEN, por fornecer o ambiente de trabalho;

Ao CNPq, pela bolsa referente ao projeto;

Às orientadoras e colaboradoras, pela ajuda.



5<sup>th</sup> International Workshop - Advances in Cleaner Production

Academic Work

### **OBRIGADO!**

