

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
LABORATÓRIO DE ENERGIA E BIOPROCESSOS

Produção de carvão ativado a partir de madeira tratada com arseniato de cobre cromatado (CCA) para adsorção de CO₂

Prof. Dr. Marcelo Godinho
MSc. Michele Leoratto Botomé

Matriz High Tech de reuso e descarte limpo na CPFL

Período: 2011 – 2015

Financiador: Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL – P&D
ANEEL.



Produção sustentável de Biometano para a cogeração de energia elétrica e calor

Período: 2012 – 2015

Financiador: Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE – P&D
ANEEL



O Conceito de uma Biorrefinaria Aplicado a uma propriedade rural

Período: 2012 – 2016

Financiador: Secretaria do Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul



SECRETARIA DO
DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA

Infraestrutura Laboratorial



Fixed-bed/Rotative reactor
Application:
Pyrolysis/gasification
reactions. Biomass and
waste combustion.



Multipurpose reactor (CSTR/PFR)
Application: Catalytic
homogeneous/heterogeneous
reactions. Production of biodiesel.



Fixed or Fluidized-bed reactor
Application: Pyrolysis/gasification
reactions. Biomass and waste
combustion.

Infraestrutura Laboratorial



Steam explosion reactor
Application: Separation of
biomass fibres and lignin removal



Fixed or Fluidized-bed reactor
Application: Pyrolysis/gasification
reactions. Biomass and waste
combustion.



Pressure Swing Adsorption (PSA)
Application: CO₂/CH₄ separation.
Biomethane production

Infraestrutura Laboratorial



Fazenda Souza



UASB reactor
Application: Biogas production



Screw reactor
Application: Pyrolysis reactions.
Biomass and waste.

Infraestrutura Laboratorial



Surface Area Analyser
Quantachrome/NOVA1200E



Thermogravimetric Analyser TG/DSC
NETZSCH STA449F3 Jupiter.



Gas chromatograph
Dani/Master (GC).

Biomassas/Resíduos pesquisados no Lebio



Capim elefante



Resíduos de
couro



Resíduos de cama
de aviário



Resíduos de madeira
contaminada com CCA



Nabo forrageiro



Resíduos de
MDF



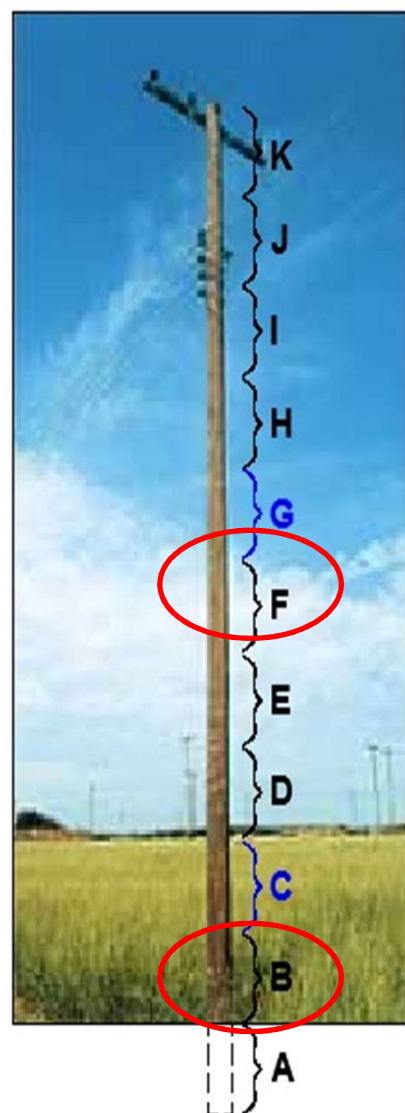
Resíduos de talo
de fumo



Resíduos
siderúrgicos

Empresas com projetos P&D em andamento no LEBIO





11 frações

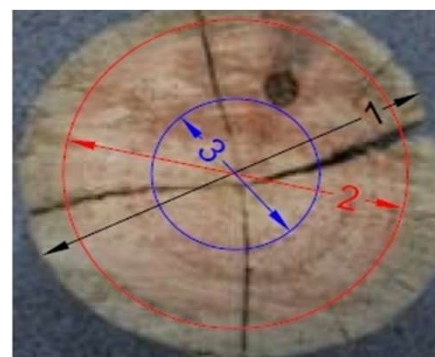


Figura. Seções do poste de madeira tratada com CCA

Nomenclatura e sigla das amostras de madeira tratada com CCA

Sigla	Nomenclatura
C1	Fração referente à base do poste e parte externa do disco
C2	Fração referente à base do poste e parte do entremeio do disco
C3	Fração referente à base do poste e parte interna do disco
G1	Fração referente ao meio do poste e parte externa do disco
G2	Fração referente ao meio do poste e parte do entremeio do disco
G3	Fração referente ao meio do poste e parte interna do disco



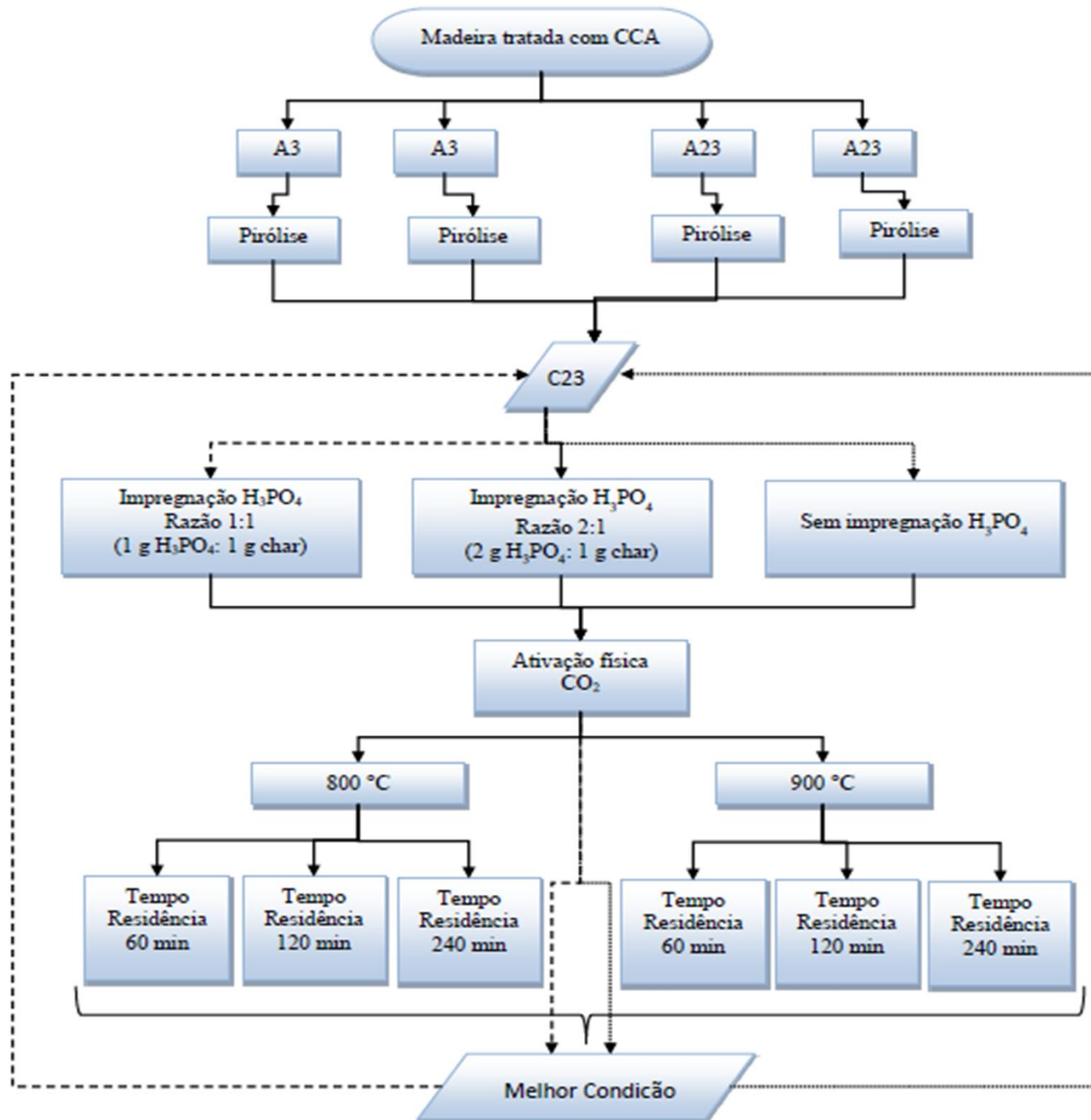
Amostra no formato
de pó



Classificador



Moinho de facas
de bancada



Composição e nomenclatura das amostras utilizadas nos experimentos de pirólise da madeira tratada com CCA em reator de leito fixo

Amostras	Massa C3 (g)	Massa G3 (g)	Massa C2 (g)	Massa G2 (g)
A3	250	250	-	-
A23	125	125	125	125

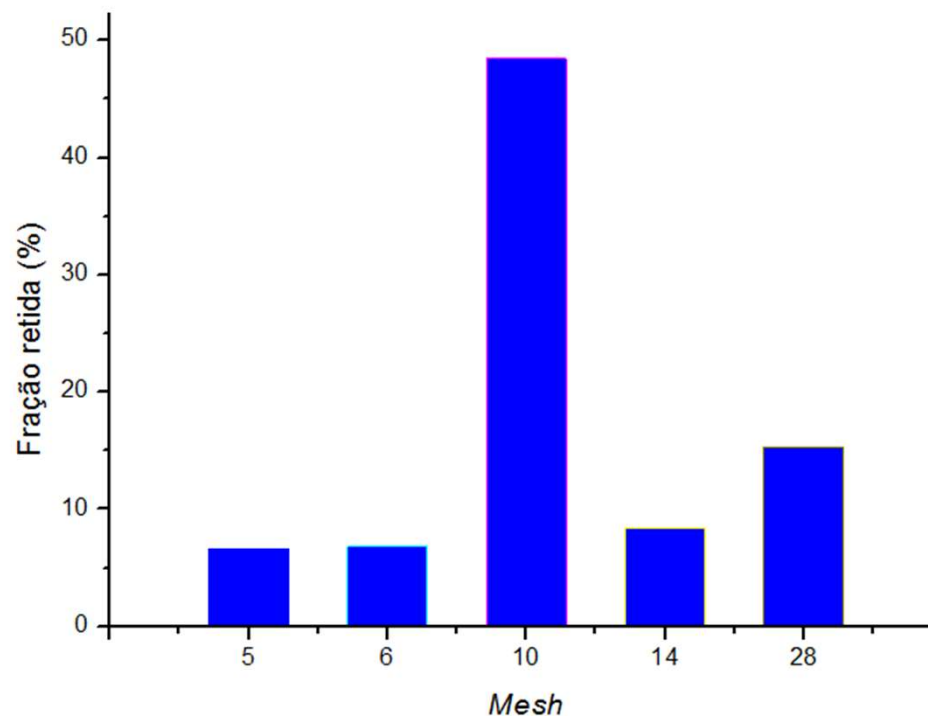
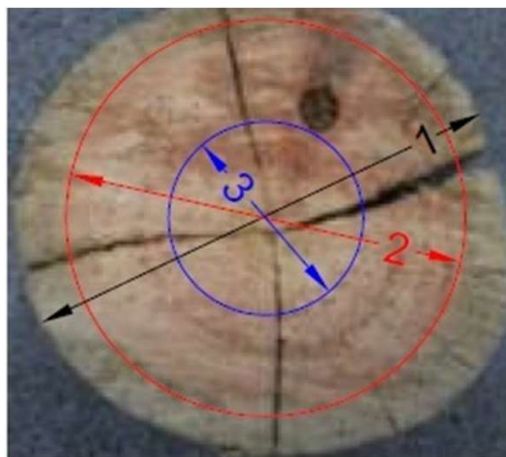
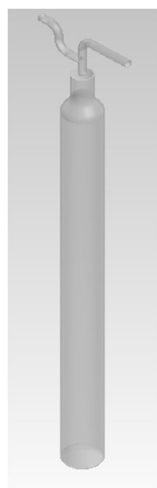


Figura. Distribuição granulométrica das amostras utilizadas nos ensaios de pirólise da madeira tratada com CCA

Determinação da emissão de metais
US-EPA Method 29



Representação do borbulhador
de vidro borosilicato
CEN BT/TF 143



$... \text{min}^{-1}$
 $5^\circ \text{C} \cdot \text{min}^{-1}$
 (temperatura: 120 minutos)

Borbulhador de
aço inox (vazio)

Termopar

Termopar

Entrada
de N_2

... às coletas de gás

Tempo (min)
0
0
0
60
120

ATIVAÇÃO FÍSICA

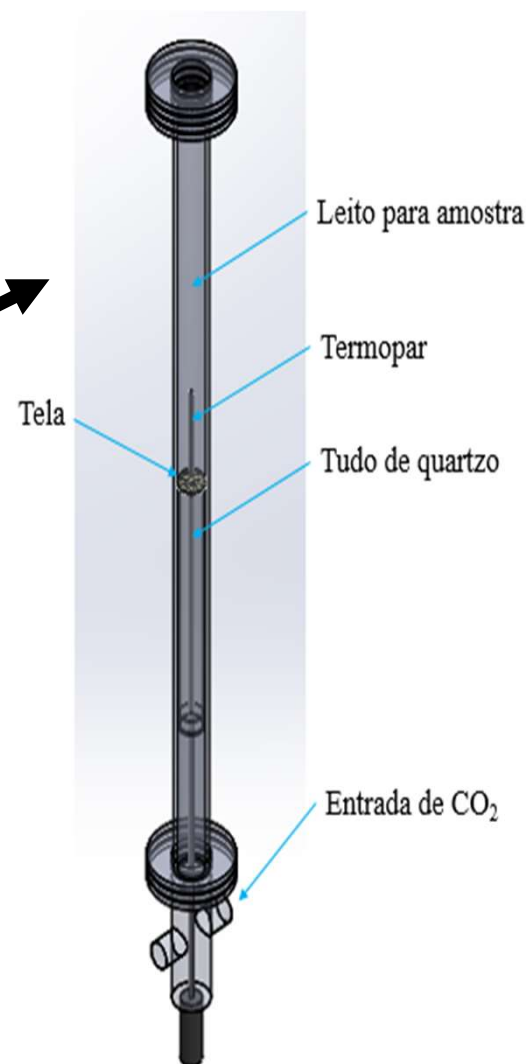
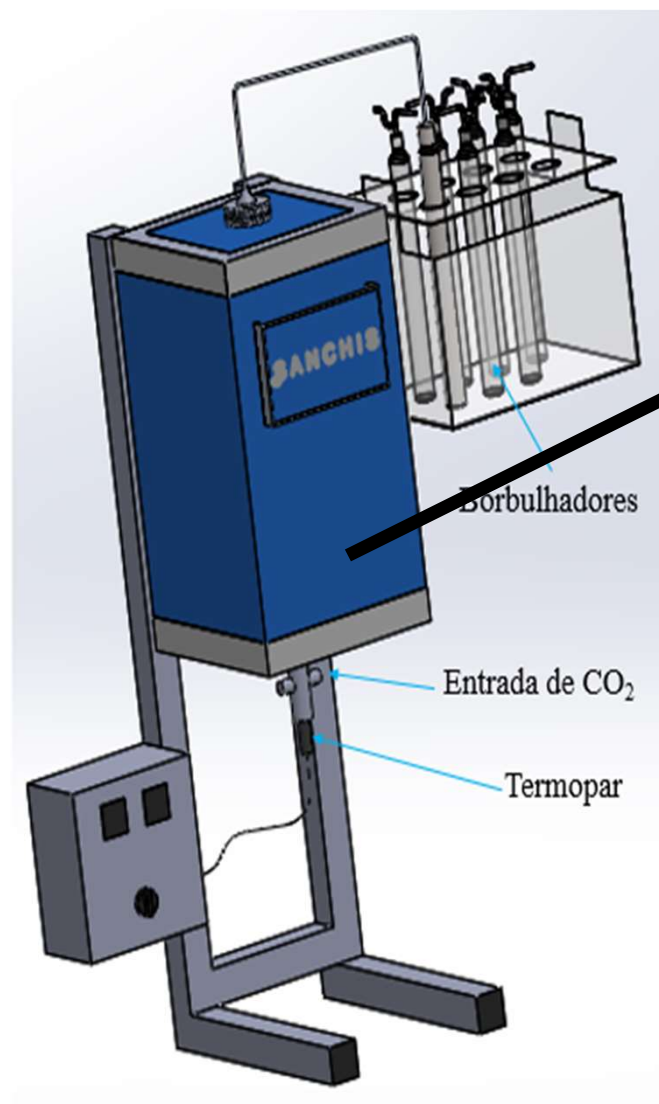


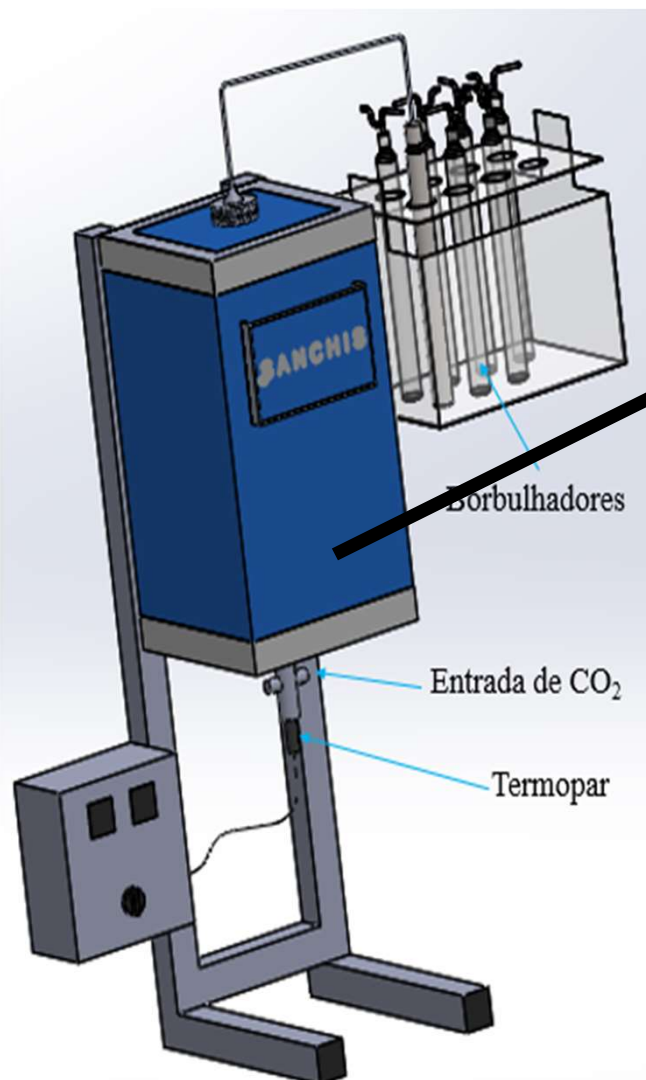
Figura. Componentes presentes no interior do reator de leito fixo

ATIVAÇÃO FÍSICA

Char = 15 g

50 mL.min⁻¹

10 ° C. min⁻¹



Activation process conditions of the activated carbon from CCA-treated wood.

Sample	* Impregnation ratio (w/w)	Temperature (°C)	Time (h)
1:2/800/1	1:2	800	1
1:2/800/2	1:2	800	2
1:2/800/4	1:2	800	4
1:2/900/1	1:2	900	1
1:2/900/2	1:2	900	2
1:2/900/4	1:2	900	4
900/4	–	900	4

* Char/H₃PO₄.

Pirólise - Rendimento

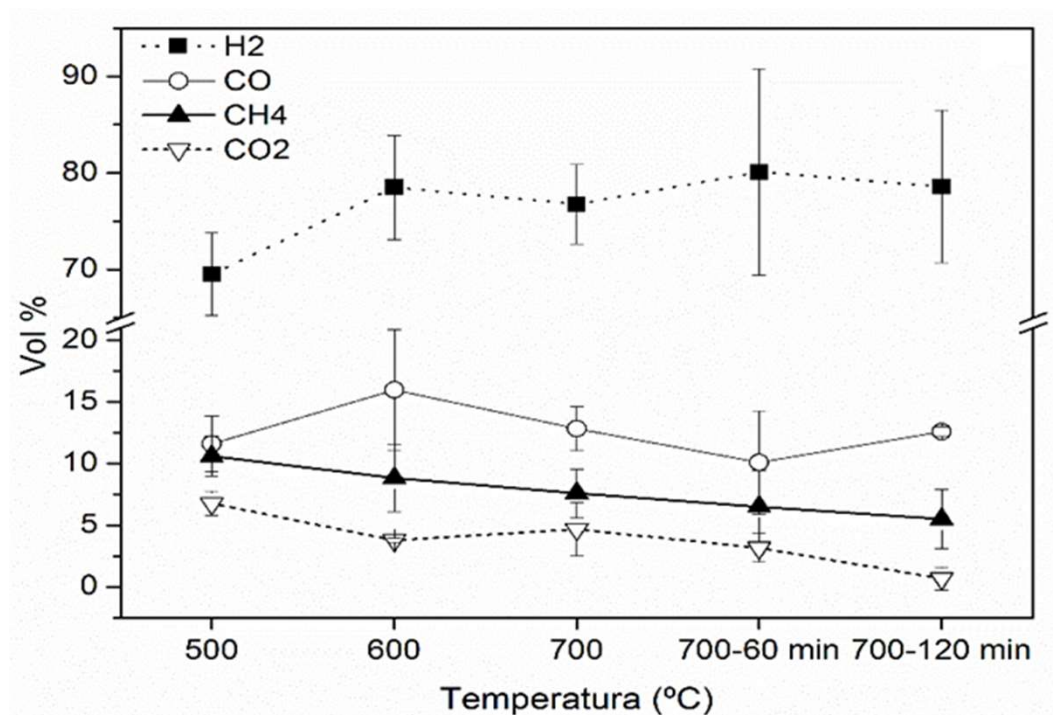
Biomassa	Temperatura (°C)	Produtos (% m.m ⁻¹)			Referência
		Char	Óleo	Gás	
Eucalipto tratado – CCA (A23)*	700	24,2	43,4	32,5	Este trabalho
Eucalipto tratado – CCA (A3)*	700	26,3	42,6	31,1	Este trabalho
Madeira tratada - CCB	372	38,6	36,6	24,8	(KINATA <i>et al.</i> , 2013)
Pinus tratado - CCA	350	30,2	57,7	4,6	(FU <i>et al.</i> , 2007)

*Valor médio de 2 experimentos

CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA PIRÓLISE

• GÁS COMBUSTÍVEL

- Temperatura
- Produção de hidrogênio: 70% - 78% vol



Lignina
H₂ / CH₄ – 650 ° C

A 500 ° C inicia o craqueamento do alcatrão. Os principais produtos são CO e H₂

ANCA-COUCÉ, A. Prog Energ Combust, v. 53, p. 41-79, 2016.

Influência da temperatura sobre a concentração molar (vol%) dos gases não condensáveis

CARACTERIZAÇÃO DO CARVÃO ATIVADO

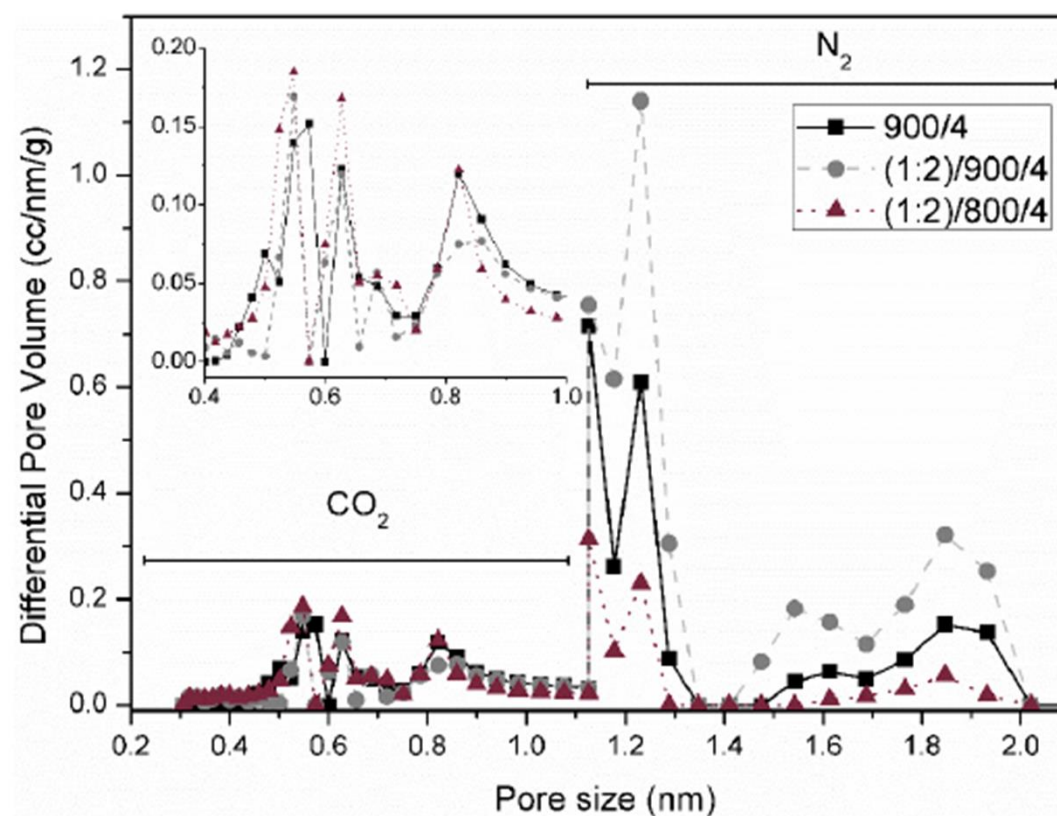
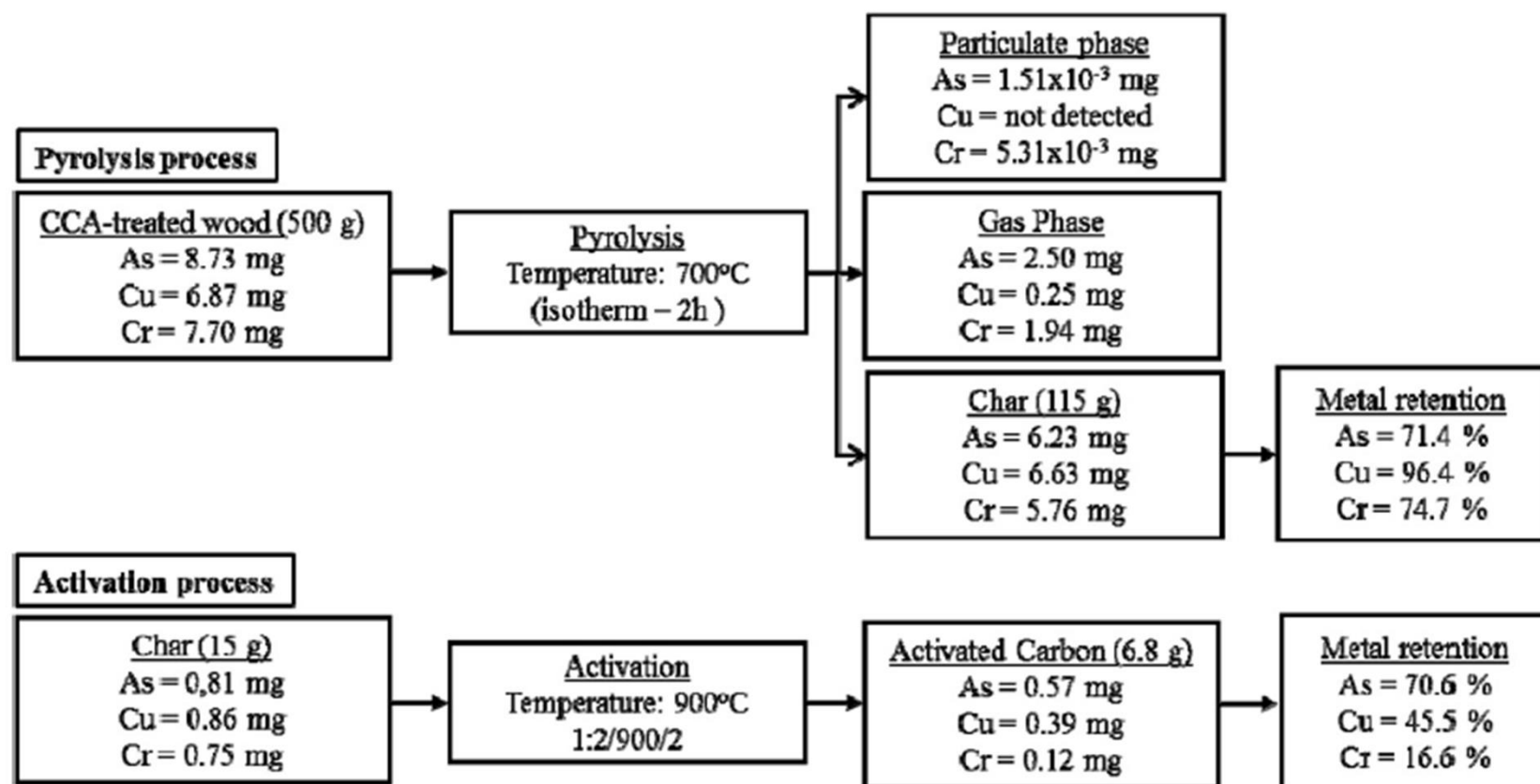


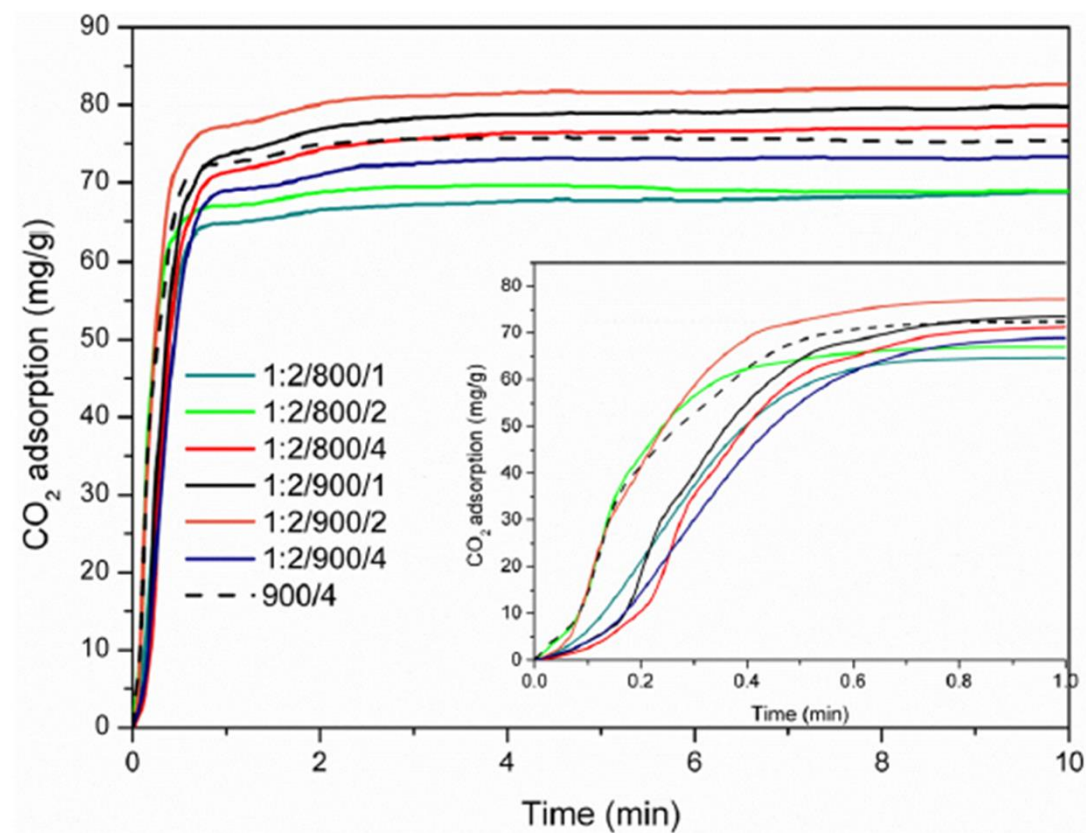
Fig. 2. Pore size distribution calculated from CO_2 and N_2 isotherms of the samples.
 non-local density functional theory (NLDFT).

Balanço de massa



ADSORÇÃO DE CO₂

69-83 mg.g⁻¹



Capacidade de adsorção de CO₂ de diferentes amostras de carvão ativado

ADSORÇÃO DE CO₂

Estabilidade do adsorvente
Rápida cinética de
adsorção/dessorção

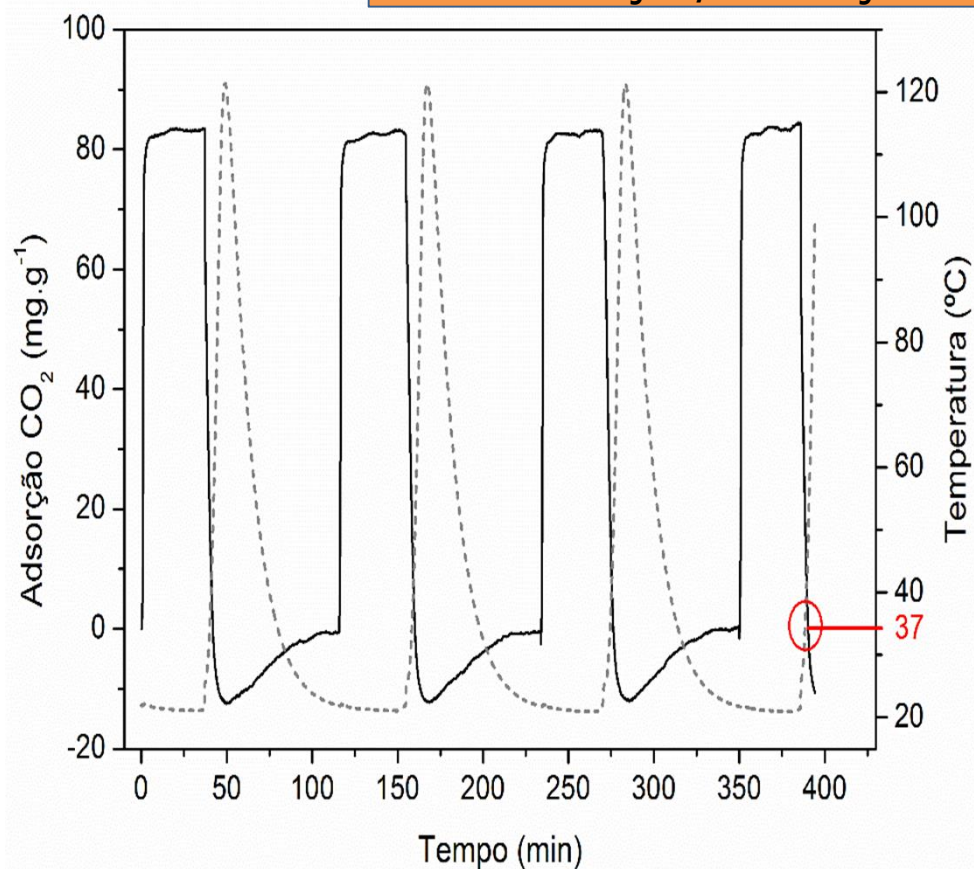


Figura. Ciclos de adsorção de CO₂ da amostra de carvão ativado produzido a partir da madeira tratada com CCA (C23(2:1)900/240)

Dados da Literatura

Aumento de aproximadamente 49% da capacidade de adsorção de CO₂ com o acréscimo de cobre no material carbonoso.

Impregnação de Cr₂O (0,00034%) no carvão ativado elevou a capacidade de adsorção de CO₂ entre 30 e 50%.

SOMY et al. Int J Greenh Gas Cont, v. 3, n. 3, p. 249–254, 2009.

Char

Cu: 0,0032% (m.m⁻¹)
 Cr: 0,0028% (m.m⁻¹)

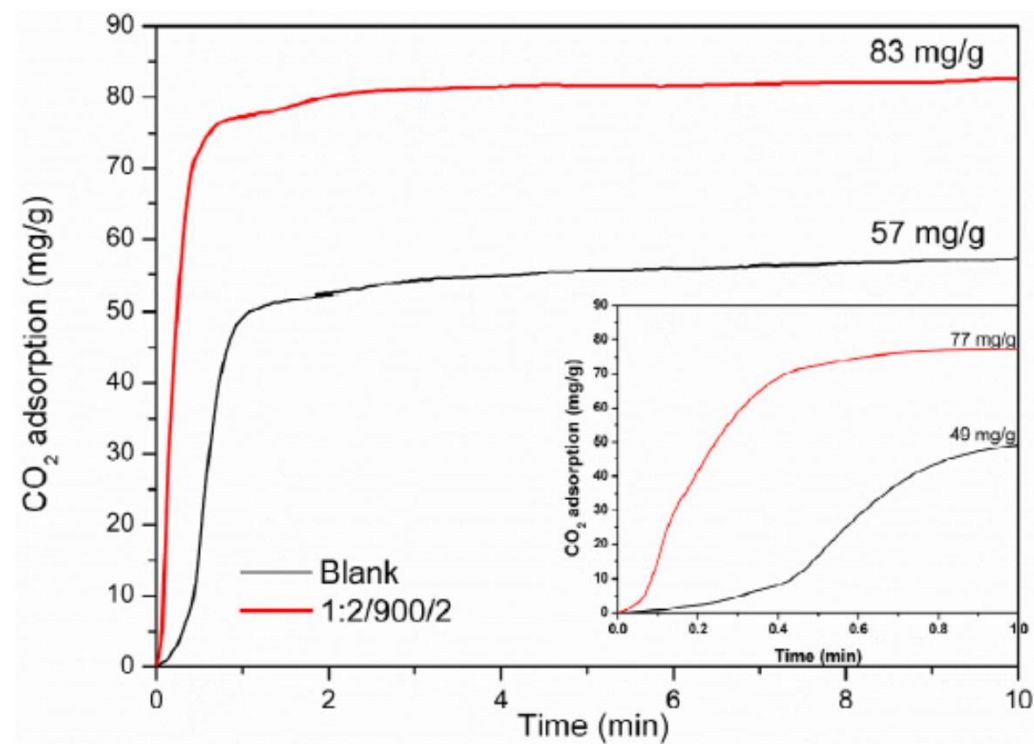


Fig. 7. CO₂ adsorption capacity of the activated carbon samples: blank – activated carbon without metals and sample 1:2/900/2 – activated carbon from CCA-treated wood.



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Chemical Engineering Journal

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cej

Chemical
Engineering
Journal

Preparation and characterization of a metal-rich activated carbon from CCA-treated wood for CO₂ capture





Michele Leoratto Botomé, Patrícia Poletto, Janaína Junges, Daniele Perondi, Aline Dettmer, Marcelo Godinho*

Postgraduate Program in Engineering Processes and Technologies, University of Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brazil

ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY, 2018
<https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1452984>



Adsorption of leather dyes on activated carbon from leather shaving wastes: kinetics, equilibrium and thermodynamics studies

Christian Manera ^a, Andrezza Piroli Tonello^a, Daniele Perondi^{a,b} and Marcelo Godinho ^a

^aPostgraduate Program in Engineering Processes and Technologies, University of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil; ^bPostgraduate Program in Mining Engineering, Metallurgical and Materials, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Rio Grande do Sul, Brazil

Equipe Executora



Dr. Antônio Cezar
Faria Vilela



Dr. Marcelo
Godinho



Dra. Daniele
Perondi



Mestre Janaína
Junges



Engenheiro
Christian Manera



Estudante de
Engenharia
Andrezza P. Tonello



Estudante de
Engenharia Danielle
Restelatto



Estudante de
Engenharia Davi A.
Zancanaro



Estudante de
Engenharia Eduardo
Didomênico



Estudante de
Engenharia Jonas
Kerwald



Estudante de
Engenharia Kirk
Lopes

Muito obrigado!

Laboratório de Energia e Bioprocessos – Bloco G – Sala 107
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis
95070-560 – Caxias do Sul / RS
Telefone: (54) 3218-2689