

## ÉTUDE TECHNOLOGIQUE DU TRAITEMENT THERMIQUE EN VUE DE LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE DES RÉSIDUS GÉNÉRÉS PAR LE SECTEUR FORESTIER

### VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA DE RESÍDUOS FLORESTAIS E MADEIREIROS ATRAVÉS DO TRATAMENTO TÉRMICO

COORDINATION

José Otávio BRITO  
Universidade de São Paulo – ESALQ  
Piracicaba, SP – BRASIL  
jotbrito@esalq.usp.br



Patrick PERRÉ  
AgroParisTech – ENGREF  
Nancy – FRANCE  
perre@jouy.inra.fr



Projet a démarré en  
Février 2008, dans le  
cadre de l'accord de  
coopération  
Brésil/France -  
CAPES / COFECUB

Avec la participation conjoint du



**RÉSUMÉ:** Le présent projet propose l'étude des procédés de traitement thermique des résidus gérés auprès du secteur forestier (abondants, d'approvisionnement facile et à bas coût) en vue de sa valorisation énergétique. Une des grandes difficultés à l'utilisation de ces résidus est sa grande hétérogénéité. Le traitement thermique apporterait plusieurs avantages technologiques, tels que : l'homogénéisation, la concentration énergétique, la diminution de l'hygroscopicité, augmentation de la friabilité. L'amélioration des procédés de traitement thermique du bois dans le but d'augmenter le rendement et la qualité du produit final apporterait plusieurs avantages qui peuvent être décisifs pour l'utilisation énergétique de la biomasse. Ce projet est articulé autour d'une collaboration entre d'importantes institutions de recherche sur le matériau bois brésiliennes et françaises.

**RESUMO:** O projeto tem por objetivo o estudo do tratamento térmico de resíduos gerados junto ao setor florestal (disponíveis e a baixo custo) em vistas sua valorização energética. Uma das grandes dificuldades da utilização desses resíduos é sua heterogeneidade. Os tratamentos térmicos poderão trazer diversas vantagens tecnológicas, compreendendo a homogeneização do material, aumento da sua concentração de energia, a redução da higroscopicidade, aumento da friabilidade etc. São vantagens que poderão resultar em importantes ganhos sócio-econômicos e ambientais, os quais poderão ser decisivos para a ampliação do uso dessa biomassa para fins energéticos. O projeto está articulado em torno da colaboração de importantes instituições brasileiras e francesas ligadas à pesquisa em madeiras.

**RÉSULTATS ESCOMPTÉS AU TERME DE L'ACTION (2008 – 2012): À la fin des deux premières années de projet:** a) Ajustement des paramètres du processus de traitement thermique des résidus forestiers et de la filière bois pour valorisation énergétique; b) Nouvelles données sur le comportement viscoélastique des résidus provenant de diverses espèces secondaires brésiliennes et françaises; c) Caractérisation de propriétés physico-mécaniques et anatomiques des résidus traités thermiquement; d) Données de base pour la réalisation de la modélisation du processus de traitement thermique (torréfaction).

**À la fin de la coopération (4 années de projet):** a) Prédiction du processus de traitement thermique des résidus à partir de la modélisation, ce qui résultera à un meilleur contrôle du processus industriel, pour un produit final plus homogène aux propriétés souhaitées; b) Clés d'application (conduite du procédé, caractéristiques obtenues) du processus de torréfaction aux résidus forestiers et de la filière bois, qui aboutira à une utilisation rationnelle d'une biomasse de bas coût et abondante et à un produit final de qualité; c) Utilisation rationnelle et valeur ajoutée d'espèces secondaires brésiliennes et françaises (impact socioéconomique et environnemental important).

#### L'ÉQUIPE

Prof. Dr. José Otávio BRITO - USP/ESALQ/Piracicaba  
Dr. Giana ALMEIDA - USP/ESALQ/Piracicaba  
Dr. Waldir F. QURINO - LPF/Serviço Florestal Brasileiro/Brasília  
Dr. Patrick ROUSSET – Cirad/Montpellier  
Prof. Dr. Patrick PERRÉ – AgroParisTech/Engref /Nancy  
Prof. Dr. Romain REMOND - AgroParisTech/Engref /Nancy  
Dr. Laurent Van de STEEN - Cirad/Montpellier

#### ÉTUDIANTS DOCTORAT

Ana Lucia PINCELLI (José Otávio BRITO) - USP/ESALQ/Piracicaba -Termoretification du bois pour l'utilisation combustible  
Thiago RODRIGUES (Patrick ROUSSET et Waldir QUIRINO) - UnB/Brasília - Co-tutelle - Etude de la pyrolyse ménagée de la biomasse à travers l'utilisation de la spectrométrie proche infra rouge  
Floran PIERRE (Patrick PERRÉ) - AgroParisTech/Engref/Nancy - Caractérisation physique et mécanique du bois traité  
Julien COLIN (Patrick PERRÉ) - AgroParisTech/Engref/Nancy - Suivi expérimental et modélisation numérique du traitement thermique du bois (mesures de température et pression internes au cours du traitement et simulation numérique)

#### MISSIONS RÉALISÉES

Prof. Dr. Romain REMOND - AgroParisTech/Engref /Nancy → LPF/Serviço Florestal Brasileiro/Brasília et USP/ESALQ/Piracicaba – 12 au 26 février 2008  
Prof. Dr. José Otávio BRITO - USP/ESALQ/Piracicaba → Cirad/Montpellier et AgroParisTech/ENGREF/Nancy – 28 juin au 12 juillet 2008  
Dr. Laurent Van de STEEN - Cirad/Montpellier → LPF/Serviço Florestal Brasileiro/Brasília et USP/ESALQ/Piracicaba – 10 au 20 novembre 2008  
Ing. Florian PIERRE - AgroParisTech/Engref/Nancy → USP/ESALQ/Piracicaba – 3 septembre au 3 novembre 2008  
Prof. Dr. Patrick PERRÉ - AgroParisTech/Engref /Nancy → USP/ESALQ/Piracicaba - 1er février au 14 mars 2009  
Dr. Waldir F. QUIRINO - LPF/Serviço Florestal Brasileiro/Brasília → Cirad/Montpellier et AgroParisTech/ENGREF/Nancy - 2 au 15 mai 2009

#### PUBLICATIONS/PRODUCTIONS

ALMEIDA, G., BRITO, J. O., PERRE, P. 2009. Changes in wood-water relationship due to heat treatment assessed using micro-samples of Eucalyptus. *Holzforschung*. 63(1): 80–88.  
PIERRE, F., ALMEIDA, G., BRITO, J. O., PERRE, P. 2008. Caractérisation physico-chimique du bois traité thermiquement en vue de sa valorisation énergétique. Vème Colloque SIB - IXème Colloque ARBORA "Contribution des Sciences et Industrie du Bois aux Défis du Développement Durable". Bordeaux, 20 et 21 novembre 2008.  
REMOND, R., BRITO, J. O., ALMEIDA, G., PERRE, P. 2008. France-Brazil integrated research for bio-energy. International Conference. «The European Forest-Based Sector: Bio-Responses to Address New Climate and Energy Challenges?». Nancy, France, 6-8 November.  
ALMEIDA, G., PINCELLI, A. L., PERRÉ, P., BRITO, J. O. Estudo das propriedades energéticas da madeira de E. grandis, E. saligna e Corymbia citriodora, tratadas térmicamente. 1<sup>o</sup>. Congresso Brasileiro de Florestas Energéticas, Belo Horizonte, 2 a 5 de junho de 2009.  
ALMEIDA, G., PINCELLI, A. L., BRITO, J. O. PERRÉ, J. O. Alterações das propriedades físicas e morfológicas da madeira e da casca de eucalipto tratadas térmicamente. 1<sup>o</sup>. Congresso Brasileiro de Florestas Energéticas, Belo Horizonte, 2 a 5 de junho de 2009.