

SP Pesquisa e Tecnologia Ltda



*PRODUZIDO NO BRASIL
TECNOLOGIA 100 % NACIONAL*

Desenvolvimento de Reatores de Pirólise de processo contínuo para transformação de resíduos e aplicação sustentável dos produtos gerados na Indústria de Borracha e no Agronegócio

Dr. Álvaro Guedes Soares

Eng. João Pedro Delgado Junior

Eng. Lúcio A. B. Christiansen Filho

Bel. Jorge Antonio Barbosa

Mogi Mirim, 24 de Março de 2016

Conteúdo

Introdução	2
Objetivos e Justificativa do Projeto.....	3
Descrição do projeto	4
Resultados Obtidos.....	7
1. Construção de Planta Piloto – Reator de pirólise contínua (capacidade de 2 ton/dia) ..	7
2. Depósito de três pedidos de patentes de produtos e processos.	8
3. Construção e operação da primeira unidade industrial da empresa com capacidade de processamento de 10t/dia destinada pirólise de resíduos de borracha.	9
4. Tecnologia de produção de fertilizantes organominerais a partir dos produtos obtidos da pirólise de Cama de frango e resíduos de frigoríficos.	12
5. Planta de Demonstração de Produção de Fertilizantes Organominerais.	13
6. Desenvolver planta piloto de regeneração e produção de carvão ativado.	14
7. Implantação de planta de demonstração da tecnologia de tratamento de lodo de esgoto com produção de biocarvão (linha ambiental e agrícola).	15
Anexos	16
Anexo I - Relatório de ensaio da aplicação do Negro de Fumo Ecológico (NFE-SP) para produção de pneus recauchutados	16
Anexo II - Justificativas técnicas para implantação da tecnologia de pirólise para transformação dos resíduos do agronegócio.....	20
Anexo III - Layout da planta de demonstração	23
Anexo IV - Layout da planta industrial de 100 toneladas por dia	24
Referências Bibliográficas.....	25

Introdução

A SP Pesquisa e Tecnologia Ltda foi fundada em 2009, está instalada em Mogi Mirim, SP, e tem por objetivo a pesquisa e a implantação industrial de tecnologias voltadas à transformação, recuperação energética e valorização de biomassas baseada em processos termoquímicos.

A empresa desenvolve tecnologia de pirólise de biomassas (400°C x 30 minutos x pressão atmosférica) que tem aplicação nos segmentos: agricultura de baixo carbono sustentável, geração de produtos químicos de base natural, siderurgia verde e geração de energia renovável.

No período de 2010 a 2015 foi cumprido o desenvolvimento tecnológico proposto na SP, em nível de planta piloto, com aspectos inovadores, o que conferiu uma patente obtida internacionalmente e dois outros depósitos de pedido de patente, sob avaliação junto ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial).

Vários órgãos de fomento à pesquisa foram fundamentais para alcançar este desenvolvimento: CNPq através da concessão de seis bolsas RHAE – Recursos Humanos em Áreas Extratêgicas (um doutorado, dois graduados e três técnicos), o SENAI Inovação SP, através de apoio técnico e financeiro e a FAPESP que apoia este projeto através do Programa PIPE – Pesquisa Inovativa em Pequena Empresa, atualmente em fase 2.

A SP possui uma planta piloto voltada a testes de desenvolvimentos de processos com diversas biomassas e a obtenção de novos produtos.

Em 2017 a SP implantou seu primeiro projeto industrial destinado à pirólise de pneus inservíveis que gera os produtos: Negro de Fumo Ecológico (NFE), que retorna ao processo de produção de artefatos de borracha e Condensado de Pirólise de Pneus (CPP), que é um combustível renovável e também pode ser valorizado através do aproveitamento químico.

A SP trabalha também com muita ênfase no desenvolvimento de uma agropecuária sustentável. A empresa entende que o processo de pirólise tem muito a contribuir para: controle sanitário na pecuária; combate à poluição; recuperação de solos e pastagens degradadas; agregação de eficiência e vantagens financeiras na reciclagem de fertilizantes; mitigação de mudanças climáticas (sequestro de carbono pela incorporação de biocarvões ao solo) e potencialização da utilização de fertilizantes minerais.

Nos projetos que envolvem a utilização dos produtos da pirólise na agricultura sustentável, a SP possui parcerias com a ESALQ-USP, EMBRAPA (Meio Ambiente, Solos e Agrossilvipastoril), IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, FATEC e diversas Universidades Federais (UFES, UFMT, UFPR, UFSC, UFV, UFLA, UFCG) que estão envolvidos no desenvolvimento e aplicação dos produtos.

Objetivos e Justificativa do Projeto

1. Desenvolver tecnologia nacional de fabricação de reator de pirólise de operação contínua com as seguintes características:
 - a. Reator de concepção flexível permitindo diferentes processos termoquímicos (secagem, torrefação, pirólise, calcinação branda e ativação) e o processamento de diversas biomassas, atendendo ampla gama de morfologia e tamanho de partícula;
 - b. Máquinas de operação simples, automatizadas, robustas, escalonáveis (10 a 50t/dia) e de custos de capital e operacionais competitivos.

2. Desenvolver a tecnologia de pirólise de resíduos de borracha (incluindo pneus inservíveis) e a colocação no mercado dos produtos gerados: negro de fumo ecológico, combustíveis líquidos e gasosos.

Esta linha de trabalho foi desenvolvida com recursos financeiros da própria SP, gerados a partir da comercialização de NFE e CPP de sua planta industrial de pirólise de pneus com capacidade de processamento de 10t/dia.

3. Desenvolver a tecnologia de pirólise de resíduos do agronegócio, especialmente para transformação de cama de frango e resíduos de frigoríficos, resultando na produção de fertilizantes organominerais de alto desempenho e a colocação destes produtos no mercado agrícola.

Esta linha de trabalho vem sendo implantada através de parceria com grandes cooperativas do setor avícola. Estão sendo contatadas cooperativas do Paraná e de São Paulo. Nos próximos meses busca-se definir o parceiro e local de instalação da Planta de Demonstração e a empresa está angariando investidores para este negócio.

4. Desenvolver planta piloto de regeneração e produção de carvão ativado.

Esta linha de trabalho vem sendo desenvolvida com apoio financeiro provenientes do Projeto FAPESP PIPE – Fase 2 atualmente em execução, com data limite de finalização em 20 de Abril de 2018.

5. Implantação de planta de demonstração da tecnologia de tratamento de lodo de esgoto com produção de biocarvão (linha ambiental e agrícola).

Descrição do projeto

A missão da SP é desenvolver tecnologia para transformação, recuperação energética e valorização de resíduos orgânicos, através do processo de pirólise convencional (400°C, tempo de processo de 15 a 60 minutos, pressão atmosférica). A SP desenvolve tecnologia de fabricação de reatores de pirólise e respectivos processos operacionais. Neste processo termoquímico o resíduo orgânico é convertido em quatro produtos: Biocarvão, Bioóleo, Extrato Aquoso e Gases Não Condensáveis (GNC).

O percentual e a composição química destes produtos dependem da matéria-prima processada e das condições de processo. Esta tecnologia tem aplicação nos segmentos agricultura de baixo carbono, química fina de base natural, siderurgia verde e energia renovável, conforme representado na figura 1 (SOARES 2012).

Dentre estes resíduos podem ser citados dejetos de animais de produção (suínos, bovinos, aves), lodo de esgoto sanitário, parte orgânica do Resíduo Sólido Urbano (RSU), lodos de frigoríficos, vinhaça / torta de filtro de cana, tortas / farelos residuais da indústria de biodiesel, resíduos de reflorestamento e agroindustriais, lamas de perfuração e borras de petróleo, pneus inservíveis, resíduos plásticos (especialmente o polietileno - PE), entre outros. A linha de aplicação dos produtos da pirólise depende essencialmente da natureza da biomassa precursora.

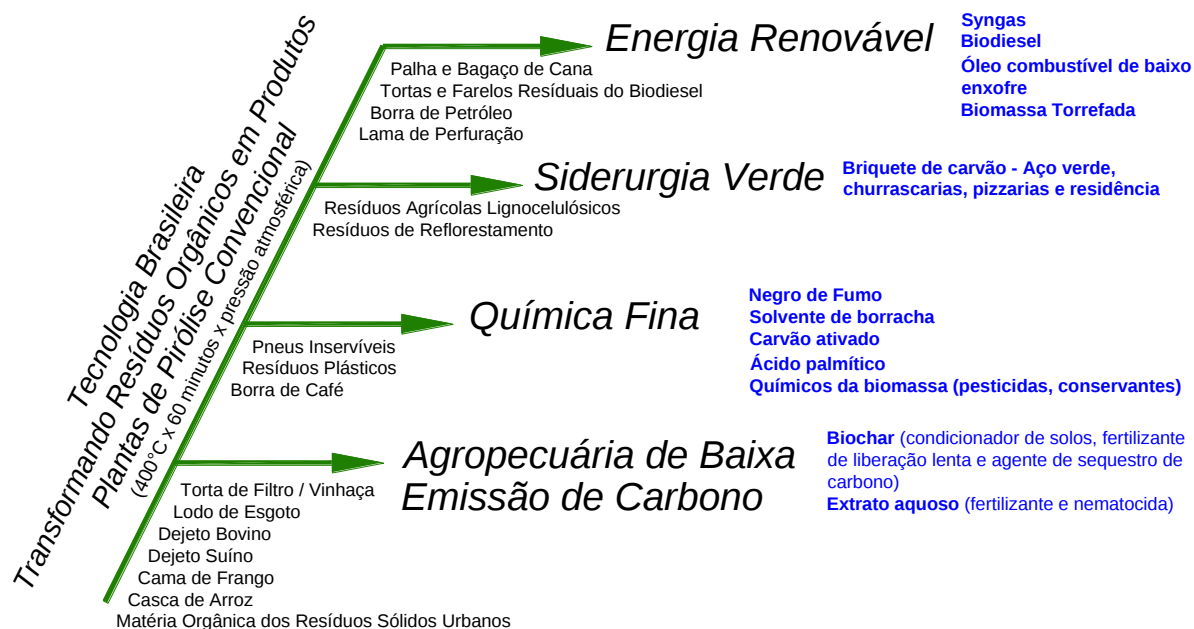


Figura 1 - Aplicações da tecnologia de Pirólise

A SP Pesquisa e Tecnologia contou com o apoio financeiro e de mão de obra técnica apresentados a seguir:

- CNPq - Programa RHAE Edital MCT/SETEC/CNPq nº 75/2010

Executado no período de Janeiro 2012 a Abril de 2014. O projeto é intitulado “Implantação de Planta Piloto de Conversão de Baixas Temperaturas (CBT) para Tratamento de Resíduos Orgânicos” e teve como objetivo central a formação de recursos humanos na área de atuação da empresa SP Pesquisa e Tecnologia Ltda: a) Desenvolvimento da planta piloto; b) Desenvolvimento de agricultura sustentável e de baixa emissão de carbono; c) Desenvolvimento de produtos químicos de valor agregado e colocação destes produtos no mercado e e) Desenvolvimento de serviços. O projeto foi viabilizado pela concessão de seis bolsas, três de nível superior e três de nível técnico. Valor do projeto R\$299.712,00. O projeto foi finalizado com relatório aprovado.

- SENAI Inovação Edital 2102 (01/03/2012 a 22/11/2013). SP.

Projeto "Implantação da planta piloto para tratamento de resíduos orgânicos através da tecnologia de conversão de baixa temperatura - CBT". O projeto teve como objetivo central a captação de recursos financeiros e recursos técnicos para aprimoramento da planta piloto da empresa SP Pesquisa e Tecnologia Ltda e teve como principais resultados: a) Implementações nos reatores de pirólise vertical e horizontal; b) Realização de testes operacionais com diversas biomassas que permitiram o desenvolvimento da engenharia operacional e o controle de qualidade dos produtos e c) Desenvolvimento de novos produtos, especialmente relacionados ao processamento de pneus e também dos resíduos gerados no setor sucroalcooleiro. O valor do projeto R\$543.504,00. O projeto foi finalizado com relatório aprovado.

- FAPESP – Programa PIPE – Projeto 2012/50961-4 “Desenvolvimento de Planta Piloto para Reativação e Produção de Carvões Ativados”.

O objetivo central do projeto executado na empresa SP Pesquisa e Tecnologia LTDA foi comprovar a viabilidade técnica da reativação termoquímica de carvões ativados saturados, particularmente carvões ativados saturados utilizados no processo de bidestilação de glicerina, os quais, no estágio atual, são destinados a aterros sanitários. O Projeto encontra-se na seguinte condição:

Fase 1 finalizada com relatório aprovado – Valor R\$140.129,37

Fase 2 em execução – Valor R\$646.748,007

Em 2017 a SP implantou seu primeiro projeto industrial em sede própria com área de 10.000 m² no município de Mogi Mirim, SP (figura 2), que se destina à pirólise de pneus inservíveis que gera os produtos: Negro de Fumo Ecológico (NFE), que retorna ao processo de produção de artefatos de borracha e Condensado de Pirólise de Pneus (CPP), que é um combustível renovável e também pode ser valorizado através do aproveitamento químico.



Figura 2 – Sede da SP Pesquisa e Tecnologia Ltda. Superior: escritórios administrativos e laboratórios. Inferior: Galpões de produção e desenvolvimento

Resultados Obtidos

1. Construção de Planta Piloto – Reator de pirólise contínua (capacidade de 2 ton/dia)..

Ao longo do período 2010 a 2015, foram desenvolvidos pela SP dois reatores (vertical e horizontal) conforme mostrado na figura 3. Foram realizados os depósitos de pedido de patente dos dois equipamentos e respectivos processos, em nível nacional e internacional. No caso do reator horizontal, o pedido de patente foi realizado conjuntamente com o SENAI Inovação SP que apoiou técnica e financeiramente o projeto.

Reator Horizontal Piloto

Aplicações: Pirólise e Gaseificação



Reator Vertical Piloto

Aplicações: Secagem, Torrefação, Pirólise, Gaseificação, Calcinação Branda e Ativação de Carvão



Figura 3 – Reatores pilotos desenvolvidos pela SP e respectivas aplicações

2. Depósito de três pedidos de patentes de produtos e processos.

- Patente Equipamento trocador de calor vibrante para conversão de baixa temperatura para tratamento de resíduos orgânicos e processo de tratamento de resíduos orgânicos mediante emprego de equipamento trocador de calor vibrante para conversão de baixa temperatura – Autoria, depósito de pedido de patente depositado em nome da empresa SP Pesquisa Tecnologia tda no INPI (Brasil) data de depósito: 29 de Janeiro de 2010 Patente PI1000208-1 A2 publicada em 04/01/2011.
- Depósito de pedido de patente Equipamento reator cilíndrico com mola extratora para processamento térmico de materiais orgânicos e inorgânicos e processos térmicos de tratamento de materiais orgânicos e inorgânicos mediante emprego de reator cilíndrico com mola extratora. Co-autoria juntamente com Barbosa, Jorge Antonio, Oliveira, Rodolfo Sandro Pinto, Sarabando, Hélcio. Depósito de pedido de patente em nome da empresa SP Pesquisa e Tecnologia Ltda em conjunto com SENAI Inovação, SP realizado no INPI (Brasil) – 2013 BR10 2014 010862 9 - data de depósito 06 de maio de 2014.
- Depósito de Pedido de Patente Processo termoquímico de pirólise para recuperação do alumínio de embalagem Tetrapak. Co-autoria juntamente com Delgado Jr, João Pedro; Christiansen Filho, Lúcio Augusto Branco; Barbosa, Karina Puggina; Dal Piero, Fernando Antonio. Depósito de pedido de patente em nome do IPAR – Instituto de Pesquisas Aplicadas em Resíduos realizado no INPI (Brasil) – BR 10 2014 025445 5 Data de depósito 13 de outubro de 2014.

Com o desenvolvimento do presente projeto, novas idéias e oportunidades surgirão e a equipe técnica executora do projeto estará avaliando permanentemente a possibilidade de novos .

3. Construção e operação da primeira unidade industrial da empresa com capacidade de processamento de 10t/dia destinada pirólise de resíduos de borracha.

No período de 2015 a 2017, a SP implantou, com recursos próprios, sua primeira planta industrial voltada ao processamento de resíduos de borracha com capacidade operacional de 10t/dia (regime contínuo - 24 horas) mostrada na figura 4. Esta planta atualmente está sendo posta em marcha



Figura 4 – Planta de Processamento de Pneus Inservíveis da SP - 10 t/dia

O projeto de pirólise de pneus inservíveis é caracterizado por:

- Eliminação de um resíduo poluente (pneus inservíveis) e que serve como vetor de criação de mosquitos transmissores da dengue e outras doenças epidêmicas.
- Geração de produtos de alto valor agregado e rápida colocação do produtos no mercado.
 - O NFE será utilizado como substituto de negro de fumos comerciais (NFC) na produção de artefatos de borracha. O NFC tem valor de mercado na faixa de R\$4,50 a R\$6,00/kg. A SP, juntamente com seus parceiros, tem tecnologia para fabricação de pneus recauchutados utilizando o NFE (figura 5). A empresa realizou um teste de rodagem com esses pneus e os resultados foram plenamente satisfatórios. A tecnologia emprego de NFE na fabricação de pneus recauchutados já é dominada pela SP e seus parceiros e esta tecnologia está sendo posta em comercialização, naturalmente, sempre se atentando para o aprimoramento do produto.

- O CPP pode ser utilizado como combustível renovável ou ser beneficiado para produção de insumos químicos. A SP realizou um trabalho em parceria com a Fundação Educacional Inaciana Pe. Sabóia de Medeiros (FEI), São Bernardo do Campo, para desenvolvimento em conjunto da caracterização deste combustível. Os resultados deste trabalho foram publicados em OLIVEIRA 2014.
- Os GNC são queimados no próprio processo: são queimados na fornalha da planta para gerar o calor necessário no reator de pirólise havendo, inclusive, excedente de energia.



Figura 5 - Pneu recauchutado fabricado com o Negro de Fumo Ecológico produzido pela SP Pesquisa e Tecnologia Ltda, utilizando a tecnologia de orbitas.

A pirólise é um processo termoquímico de decomposição de resíduos realizado em ambiente com ausência do oxigênio em faixa de temperatura de 380 a 500°C, catalisada por elementos inorgânicos presentes na matéria-prima, sendo que as ligações heterogêneas C-H; C-N; C-O e C-S são rompidas e as ligações C-C são preservadas. O aquecimento é proveniente dos Gases Não Condensáveis (GNC) gerados do próprio processo.

Os produtos gerados no processamento de pneus inservíveis serão basicamente:

- 43 % em Negro de fumo Ecológico (NFE) - utilizados para produção de compostos de borracha;
- 46 % em Condensado da Pirólise de Pneus (CPP) - utilizado em primeiro momento como combustível em caldeiras industriais;
- 11% em Gases Não Condensáveis (GNC) - utilizado para suprir toda energia térmica necessária no processo.

- **Características do Negro de fumo ecológico (NFE-SP)**

O NFE-SP, conforme apresentado na tabela 1, produto ausente de odor, é um produto ideal para substituição parcial do NF Comercial. Sua aplicação, brevemente definida é substituição parcial do Negro de Fumo Convencional: (1) entre 30% a 50% para compostos de borracha de maior resistência; (2) acima de 50% para compostos de borracha de menor resistência.

Benefício indireto: A utilização do NFE-SPPT traz como outro benefício a redução de até 100% na utilização do óleo plastificante utilizado na formulação.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas do Negro de fumo ecológico (NFE-SP)

Amostras	SPPT (N339)
Resíduo (500#)	2,6
Densidade Real (Kg/m ³)	220
Absorção de Óleo	118,55
Adsorção de Iodo	86,94
Teor de cinzas (%)	16,82
Teor de Umidade (%)	0,95
Teor de ZnO	1,65
Teor de SiO ₂	6,5
pH 1%	7,72
pH 5%	8,1

- **Ensaio qualitativos do pneu recauchutado (utilizado NFE SP no composto de borracha).**

Para atestar a qualidade do negro de fumo ecológico fabricado pela SP na utilização do mesmo na composição de compostos de borracha utilizados como bandas de rodagem em pneus recauchutados, a SP juntamente com a GUMIX (empresa produtora do composto de borracha que utiliza o negro de fumo da SP) e a MORECAP (empresa que utiliza o composto de borracha da GUMIX) procederam o ensaio obrigatório conforme portaria brasileira do INMETRO nº227 de 21 de setembro de 2006 para avaliação dos pneus recauchutados.

Os resultados, plenamente satisfatórios, são apresentados no Anexo I. Obteve aprovação quanto a verificação dimensional para pneus; Largura da seção; Diâmetro do pneu e Ensaio de velocidade sob carga em pneus. Como resultado final o pneu recauchutado que utiliza NFE da SP está apto para ser comercializado no Brasil conforme normas brasileiras que atestam sua qualidade.

4. Tecnologia de produção de fertilizantes organominerais a partir dos produtos obtidos da pirólise de Cama de frango e resíduos de frigoríficos.

Esta tecnologia foi alcançada através de pesquisas próprias desenvolvidas na empresa e pelo estabelecimento de parcerias e prestações de serviço com IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), EMBRAPA (Solos, Meio Ambiente e Agrossilvopastoril), ESALQ-USP, UFES, UFSC, UFLA, UFMT, UFCG, UFV, UFSCar), conforme resumido na figura 6.



EMBRAPA Agrossilvopastoril, Sinop, MT

"Produção, caracterização e utilização de biocarvão como condicionador de solo em sistemas florestais e de produção de mudas".

Dra. Fabiana de Abreu Rezende



IAC Campinas, SP

Avaliação do potencial agrônomo do carvão de cama de frango produzido pela SP.

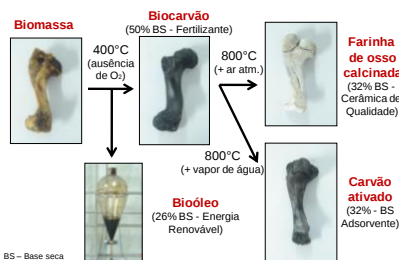
Dr. Ronaldo S. Berton



UFMT

O uso de biocarvão em Neossolos Quartzarênicos de Mato Grosso sob cultivo de milho de segunda safra

Prof. Dr. Eduardo Guimarães Couto



EMBRAPA SOLOS Rio de Janeiro, RJ

Avaliação agrônomo do biocarvão produzido da pirólise de ossos suínos.

Dr. Etelvino H. Novotny



UFSC (Florianópolis, CS)

Biocarvão e microorganismos como tecnologia inovadora para remediação de impactos ambientais associados à mineração de carvão.

Prof. Dr. Admir Giachini



UFV (Viçosa, MG)

Recuperação de Solos Contaminados por Metais Pesados - Teste de germinação

Prof. Dr. Leonidas C. A. Melo



UFCG Campina Grande, PB

Fertilidade do solo e produção de gergelim sob aplicação de biocarvão e adubação mineral.

Prof. D.Sc. Lúcia Helena Garófalo Chaves



Empresa FLOREMA, Mogi Guaçu, SP

Teste de campo a com o biocarvão de cama de frango na floricultura (begônia)

Eng. Martinus Peters

Figura 6 - Colaborações estabelecidas pela SP no período de 2010 a 2015 - Instituição / Título do projeto / Pesquisador Responsável

5. Planta de Demonstração de Produção de Fertilizantes Organominerais.

No mercado de fertilizantes a SP tem parcerias com várias das mais renomadas instituições de pesquisa do Brasil (IAC, ESALQ, EMBRAPA (Solos, Meio Ambiente, Agrossilvipastoril), UFLA, UFV, UFMT, UFES, UFCG, UFScar, UFSC. As biomassas alvo são a cama de frango e os resíduos dos frigoríficos.

A implantação da tecnologia de pirólise para transformação destas biomassas permite a implantação de sistemas de controle sanitário para os resíduos do setor pecuário, em particular para o setor avícola. Este é um mercado gigantesco. Um estudo de viabilidade técnica e econômica realizado na empresa mostrou que o ponto ótimo para a implantação industrial desta tecnologia com a biomassa cama de frango requer plantas com capacidade de processamento de 100t/dia.

No Brasil são criados 10 bilhões de frangos de corte por ano. Cada frango gera da ordem de 2kg de cama de frango. O volume de cama de frango gerada por ano é de 20 milhões de toneladas por ano ou cerca de 55mil toneladas por dia. Considerando plantas de 100t/dia, há um mercado para 550 plantas industriais.

A SP tem tecnologia de pirólise, incorporação de fertilizantes minerais, granulação e aplicação agrícola do biocarvão e dos líquidos da pirólise. A meta é implantar a tecnologia industrialmente e o primeiro passo é a implantação de uma planta de demonstração de 10t/dia. A SP está trabalhando para angariar investidores nesta área. No setor de fertilizantes é preciso plantas de 100t/dia (dois reatores de 50t/dia). A tecnologia da SP nasceu pensado em ser escalonável industrialmente e a SP está trabalhando no detalhamento do projeto do reator de 50t/dia.

Os Anexos II, III, IV apresentam respectivamente, as Justificativas técnicas para implantação da tecnologia de pirólise para transformação dos resíduos do agronegócio; layout da planta de demonstração e layout da planta industrial de 100 t/dia.

6. Desenvolver planta piloto de regeneração e produção de carvão ativado.

Esta linha de trabalho vem sendo desenvolvida com apoio financeiro provenientes do Projeto FAPESP PIPE – Fase 2 atualmente em execução, com data limite de finalização em 20 de Abril de 2018.

Na Fase 1 o projeto foi intitulado “Desenvolvimento de Reator de Laboratório para Reativação de Carvão Ativado Saturado e Caracterização dos Produtos”, processo 12/50961-4, tendo a SP Pesquisa e tecnologia Ltda como empresa sede do projeto. Com a realização da fase 1 do projeto, a SP avançou significativamente para o domínio da ciência de reativação de carvão saturados e da produção de carvões ativados a partir de precursores virgens. Atualmente está sendo executando a fase 2 deste projeto, processo 2015/50346-6. Está sendo construída uma planta piloto específica para o processo de ativação. Através deste projeto a SP dará um passo significativo para o domínio industrial da tecnologia de reativação de Carvão Ativado Saturado (CAS) e produção de Carvões Ativados (CA) a partir de resíduos agrícolas abundantes no Brasil tais como casca de coco verde e caroço de açaí. O reator piloto de ativação já está sendo construído e a previsão é que fique pronto em Setembro de 2017, quando serão iniciados os trabalhos experimentais. A Planta de ativação é um aprimoramento da planta de pirólise já dominada pela SP. São empregados metais refratários para permitir operar em temperaturas mais elevadas de até 900°C e apresenta recursos técnicos para ajuste dos processos de ativação.

A SP já domina a tecnologia de reativação de carvão ativado saturados. A figura 8 apresenta os resultados de do número de lodo (NI) das amostras de carvão reativados e virgem. O carvão virgem apresentou número de iodo de 865mg/g. Nos tratamentos com vapor de água observou-se o aumento do NI à medida que a temperatura de reativação foi elevada, tanto no carvão previamente lavado com água destilada, quanto no carvão sem lavagem. Alcançou-se NI de 800mg/g à temperatura de 800°C.

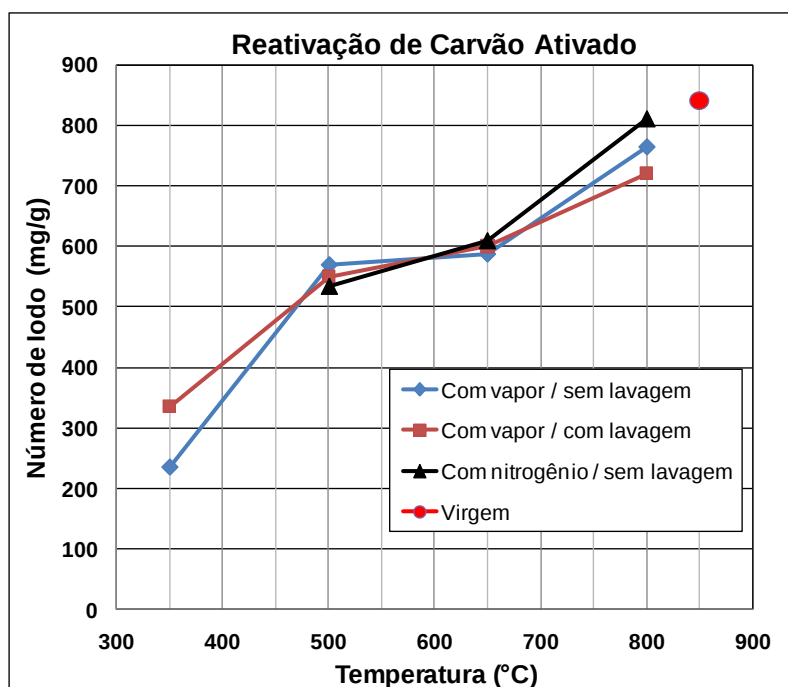


Figura 7– Resultado do Número de lodo dos Carvões Reativados

7. Implantação de planta de demonstração da tecnologia de tratamento de lodo de esgoto com produção de biocarvão (linha ambiental e agrícola).

Esta linha de trabalho vem sendo implantada através de parceria com grandes empresas atuantes no segmento de saneamento básico. Duas alternativas estão sendo negociadas: a) Com uma grande empresa brasileira que atua em nível estadual responsável pelo tratamento de esgoto; b) Com uma empresa de médio porte que gerencia o tratamento de esgoto num grande condomínio do litoral norte do Estado de São Paulo que busca sustentabilidade e redução de custos nesta operação. Há aspectos econômicos, ambientais e ambientais que motivam estas negociações e nos próximos meses já deverá estar definido o parceiro e local de instalação da Planta de Demonstração.

• Justificativas Técnico Econômicas:

- a) A tecnologia de pirólise convencional apresenta logística de implantação otimizada: a pirólise é uma operação industrial e a planta de processamento deve ser instalada anexa à fonte geradora de resíduo, ou seja, no sítio da Estação de Tratamento de Efluentes. Elimina-se desta forma os custos de frete e geração de maus odores durante o transporte.
- b) É eliminado o alto custo de disposição do resíduo em aterros sanitários e passa a haver a geração de retorno financeiro pela comercialização dos produtos gerados.
- c) O caráter modular da tecnologia SP permite a implantação gradual da tecnologia, de acordo com a capacidade requerida de processamento.
- d) A pirólise não demanda água ou qualquer outro insumo.
- e) A tecnologia pode vir a trazer redução de custos indiretos devido a simplificações operacionais na estação de tratamento de efluentes como, por exemplo, a dispensa de utilização de cal.

• Justificativas Técnico Ambientais:

- a) Por haver consideráveis concentrações de macro e micro-nutrientes no lodo, supõe-se boas qualidades agronômicas do carvão a ser obtido do processo de pirólise. O ensaio agronômico de laboratório em curso na SP permitirão melhor avaliação deste ponto. A aplicação agronômica do carvão promove uma Agricultura Sustentável nos seguintes aspectos: - Ocorre a retenção do alumínio e do ferro tornando o fósforo mais disponível para as plantas; - um fertilizante de liberação lenta; - Aumenta a capacidade de retenção de água do solo; -Promove a redução de perdas de fertilizantes por lixiviação; -Promove a fixação de nitrogênio do ar no solo; -É um agente de seqüestro de carbono; -É um corretivo da acidez (carvão pH = 10) (menos calcário); -Permite a recuperação de solos degradados.
- b) Na pirólise ocorre a destruição de hormônios sintéticos, pesticidas, compostos organoclorados eventualmente presentes no lodo de esgoto (BRIDLE 1990);
- c) O processo de pirólise ocorre em ambiente redutor com ausência de oxigênio, portanto não há formação de dioxinas e furanos, pelo contrário, caso estes compostos estejam presentes na matéria-prima serão decompostos de forma muito acentuada (BRIDLE 1990);
- d) A presença de metais potencialmente tóxicos depende da região de origem do lodo e suas características físicas e químicas dependem do tipo de processo adotado na estação de tratamento. No processo de pirólise ocorre a imobilização de metais potencialmente tóxicos eventualmente presentes no lodo que ficam retidos no carvão na forma de óxidos e silicatos;
- e) A queima controlada do carvão ($T < 850^{\circ}\text{C}$) evita a volatilização dos metais potencialmente tóxicos.

Anexos

Anexo I - Relatório de ensaio da aplicação do Negro de Fumo Ecológico (NFE-SP) para produção de pneus recauchutados

 LABORATÓRIO DE ENSAIOS		 CRL 0647	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 - sob o número CRL 0647			
Relatório de Ensaio Nº 100/14-1		Emissão: 29/09/2014	
Este relatório se aplica somente às amostras ensaiadas, não se estendendo a quaisquer lotes, mesmo que similares e não deve ser reproduzido total ou parcialmente sem prévia autorização por escrito do GTL Laboratório. Não nos responsabilizamos por qualquer cópia emitida por cliente ou por terceiros, seja qual for a natureza (eletrônica, fotográfica, etc.). Os resultados obtidos por esse ensaio referem-se somente ao item ensaiado.			
Empresa: Evasola Industria de Borracha LTDA		CNPJ: 05.866.984/0001-01	
Endereço: Av. Alberto Rodrigues Alves, 450		Bairro: Dist. Industrial	
Cidade: Franca	UF: SP	CEP: 14406 - 077	Fone: (16) 3707 - 2400
SOLICITANTE: Elcio Marafigo		E-mail: elciomarafigo@evasola.com.br	
ORDEM DE SERVIÇO: 100/14		ORÇAMENTO NÚMERO: 158/14	
1- AMOSTRA			
Data do Recebimento: 19/09/2014		Início: 24/09/2014 Término: 26/09/2014	
Identificação da Amostra pelo Solicitante: 185/70R 14 - Verde Ecológico SPPT			
Método: Ensaio conforme portaria INMETRO Nº 227 de 21 de setembro de 2006			
Total de Amostras Recebidas: 1		Total de Amostras Ensaçadas: 1	
☐ Com Lacre Nº Lacre: ---- ☒ Sem Lacre			
Categoria ☒ Pneus para Automóveis, camionetas, ônibus de uso misto e seus rebocados leves.			
Ensaios Solicitados			
Itens	Descrição do(s) ensaio(s)	Obs.:	Pág.:
1	Verificação dimensional para pneus	R	2
2	Ensaio de velocidade sob carga em pneus	R	3
2 - IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA DE PNEU			
2.0	Identificação da Amostra pelo solicitante	185/70R 14 - Verde Ecológico SPPT	
2.1	Marca do Pneu	APOLO	
2.2	Fabricante do Pneu	MORETYRE	
2.3	Reformador do Pneu	Morecap	
2.4	CNPJ	73.019.721/0001-17	
2.5	Designação do Tamanho do Pneu	185/70R 14	
2.6	Índice de Carga	89	
2.7	Símbolo de Velocidade	P	
2.8	Identificação do Tipo de Estrutura ou Construção da Carcaça	Radial	
2.9	Pneu Novo ou Reformado	NOVO	X REFORMADO
2.10	País de Origem	Brasil	
2.11	Data de Fabricação/Reforma	2914	
2.12	Marca do INMETRO	SIM	X NÃO
2.13	Sigla M+S, M&S, MS (Lama ou Neve para autos e carga)	SIM	X NÃO
2.14	Indicação Regroovable ou Ressuscável	SIM	X NÃO
2.15	Indicação Reinforced ou Reforçado	SIM	X NÃO
2.16	Indicação Tubless ou sem câmara	X	SIM NÃO
2.17	Indicadores de Desgaste (6 filas TWI)	X	SIM NÃO
2.18	Pneu Possui Marcação "C" ou "LT" em sua Designação	SIM	X NÃO

Legenda: R - Realizado NR - Não Realizado C - Atende ao Item da Norma NC - Não Atende ao Item da Norma NA - Não Aplicável

Página 1 de 4



LABORATÓRIO DE ENSAIOS

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a
ABNT NBR ISO/IEC 17025 - sob o número CRL 0647

Relatório de Ensaio Nº 100/14-1

Emissão: 29/09/2014

3 - INSPEÇÃO INICIAL

A AMOSTRA APRESENTOU		SIM	NAO
3.0	Separação na Banda de Rodagem		X
3.1	Separação de Lonas		X
3.2	Separação de Cordões		X
3.3	Separação de Flanco		X
3.4	Separação do Talão		X
3.5	Rachaduras		X
3.6	Emendas Abertas (rodagem, flancos, lonas)		X
3.7	Arrancamento de Desenho na banda de rodagem		X
3.8	Cordões Partidos		X
3.9	Bolhas		X
3.10	Consertos na Região da Banda		X
3.11	Consertos na Região dos Flancos		X
3.12	Consertos na Região do Talão		X
3.13	Consertos Internos	X	

4 - ENSAIO DE VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL

4- ENSAIO DE VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL												
4.0	Temperatura de Acondicionamento °C						Inicial	25,6	Final	23,1		
4.1	Data (dd/mm/aa) e Hora (hh:mm) Início Acondicionamento								23/09/14 - 08:10			
4.2	Diâmetro do Aro Ø (pol)								14			
4.3	Largura do Aro (pol)								5.50			
4.4	Pressão de Inflação para verificação do dimensional (lb/pol²)								26			
4.5	Medidas TWI (mm) (profundidade total - profundidade medida no TWI)											
4.6	Data (dd/mm/aa) e Hora (hh:mm) da Medição (mínimo de 24 horas)								24/09/14 - 08:20			
4.7	1	1,6	2	1,7	3	2,0	4	2,0	5	1,7	6	2,1
	TWI's Seção Considerada (mm)								2,1			
4.8	RESULTADO ENCONTRADO								C			

LARGURA DA SEÇÃO

4.9	Medidas da largura da seção (mm)												
4.10	Data (dd/mm/aa) e Hora (hh:mm) da Medição												24/09/14 - 08:30
4.11		1	186,4	2	185,7	3	186,2	4	186,9	5	186,7	6	186,0
	Seção Considerada (Maior Largura) (mm)												186,9
4.12	Largura mínima (mm)												181,4
4.13	Largura máxima (mm)												197,0

RESULTADO ENCONTRADO

C

DIÂMETRO DO PNEU

4.15	Perímetro do Pneu (mm)												1937
4.16	Diâmetro do Pneu acondicionado (Ø = perímetro/π (3,1416)) (mm)												616,6
4.17	Tolerância de 3% (Ø Novo - Ø Nominal do Aro)												7,8
4.18	Ø Mínimo (Novo - Tolerância) (mm)												608,2
4.19	Ø Máximo (Serviço) (mm)												626,0

RESULTADO ENCONTRADO

C

Legenda: R - Realizado NR - Não Realizado C - Atende ao item de Norma NC - Não Atende ao item de Norma NA - Não Aplicável

Página 2 de 4

 LABORATÓRIO DE ENSAIOS		 CRL 0647	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 - sob o número CRL 0647			
Relatório de Ensaio Nº 100/14-1		Emissão: 29/09/2014	
5 - ENSAIO DE VELOCIDADE SOB CARGA			
5.0	Data (dd/mm/aa) e Hora (hh:mm) do Início do Acondicionamento		24/09/14 - 08:40
5.1	Temperatura de Acondicionamento °C	Inicial 25,0	Final 26,2
5.2	Pressão de Inflação para verificação do dimensional (lb/pol ²)		35
5.3	Perímetro após Acondicionamento (mínimo de 3h) (mm)		1935
5.4	Diâmetro do Pneu após Acondicionamento ($\varnothing = \text{perímetro}/\pi$ (3,1416)) (mm)		616
5.5	Fases	Data e Horário (hh:mm)	Carga (kg)
5.6	1	26/09/14 - 14:03	464
5.7	2	26/09/14 - 14:13	464
5.8	3	26/09/14 - 14:23	464
5.9	4	26/09/14 - 14:33	464
5.10	5	26/09/14 - 14:43	464
5.11	Data e Horário Final do Ensaio		26/09/14 - 15:03
5.12	Data e Horário Medição		26/09/14 - 16:00
5.13	Diâmetro do Pneu após Ensaio (mm):		617
5.14	Diferença (%) $\varnothing \text{ Final} - \varnothing \text{ Inicial} \times 100 =$		0,2
5.15	Tolerância Máxima:		3,5%
5.16	RESULTADO ENCONTRADO		C
Legenda: R - Realizado NR - Não Realizado C - Atende ao Item da Norma NC - Não Atende ao Item da Norma NA - Não Aplicável			
6 - INSTRUMENTOS/EQUIPAMENTOS UTILIZADOS			
6.0	Máquina Endurance - Tambor (1700 mm)		MAQ01
6.1	Célula de Carga		GCC02
6.2	Paquímetro		GPQ01
6.3	Trena Flexível		GTF01
6.4	Manômetro		GMN01
6.5	Roda		14X5.50
6.6	Controlador de Temperatura		GCT01
6.7	Paquímetro de Profundidade		GPD01
6.8	Encoder		GEN01
7 - INSPEÇÃO FINAL			
A AMOSTRA APRESENTOU		SIM	NÃO
7.0	Separação na Banda de Rodagem		X
7.1	Separação de Lonas		X
7.2	Separação de Cordonéis		X
7.3	Separação de Flanco		X
7.4	Separação do Talão		X
7.5	Rachaduras		X
7.6	Emendas Abertas (rodagem, flancos, lonas)		X
7.7	Arrancamento de Desenho na banda de rodagem		X
7.8	Cordonéis Partidos		X
8 - INCERTEZA DE MEDIÇÃO DO ENSAIO			
DESCRIÇÃO DO ENSAIO		Incerteza de Medição	
Verificação Dimensional em pneus (largura da seção)		U = 0,1 mm	K=2,00 Veff=INFINITO
Verificação Dimensional em pneus (diâmetro externo)		U = 0,7 mm	K=2,00 Veff=INFINITO
Verificação Dimensional em pneus (indicadores de desgaste)		U = 0,02 mm	K=2,00 Veff=INFINITO
Ensaio de Velocidade sob Carga em Pneu		Não Considerada	
RESULTADO FINAL			
HOVE FALHAS		SIM	X NÃO

Legenda: R - Realizado NR - Não Realizado C - Atende ao Item da Norma NC - Não Atende ao Item da Norma NA - Não Aplicável

Página 3 de 4

5 - ANEXOS



OBSERVAÇÕES: Pneu Verde Ecológico SPPT.

Vinicius Bedinot da Rocha

Técnico Responsável

Nome: Vinicius Bedinot da Rocha

Rodrigo M. Barboza

Signatário

Nome: Rodrigo Mazim Barboza

Observações Finais:

Os resultados aqui apresentados são válidos apenas para a(s) amostra(s) ensaiada(s) e condições de ensaio adotadas. O GT Laboratório não se responsabiliza pela extrapolação dos resultados a outra (s) amostra(s) de mesmo nome. É responsabilidade dos órgãos competentes acreditados para este fim a certificação, homologação ou aprovação de produtos.

Legenda: R - Realizado NR - Não Realizado C - Atende ao Item da Norma NC - Não Atende ao Item da Norma NA - Não Aplicável

Página 4 de 4

***** Final do Relatório *****

Elaborado Por: Rodrigo Mazim Barboza Aprovado Por: Guilherme Henrique Weller

Anexo II - Justificativas técnicas para implantação da tecnologia de pirólise para transformação dos resíduos do agronegócio

O mundo busca soluções sustentáveis no suprimento energético e na produção de insumos e alimentos. Este projeto está em sintonia com as diretrizes do KBBE (Knowledge-BasedBio-Economy) em vigor na união europeia, cujos regulamentos condicionam o ingresso de produtos químicos na EU (KBBE, 2015). O KBBE irá desempenhar um papel importante em uma economia global, onde o conhecimento é a melhor forma de aumentar a produtividade e a competitividade e melhorar a qualidade de vida, ao mesmo tempo proteger o meio ambiente e o modelo social. É um setor com valor estimado em mais de €1,5 trilhões por ano. O KBBE incentiva a substituição de produtos de origem sintética por produtos de origem natural abordando as seguintes necessidades:

- Atendimento à crescente demanda por alimentos mais saudáveis, mais seguros e de maior qualidade;
- Incentivo a utilização e produção de recursos biológicos renováveis sustentáveis;
- Promoção da sustentabilidade e segurança da produção agrícola, aquicultura e pesca de produção;
- Prevenção ao aumento do risco de epizootias e zoonóticas e de doenças relacionadas com a alimentação;

Atendimento a crescente demanda por alimentos de alta qualidade, tendo em conta o bem-estar animal e os contextos rurais e costeiros e a resposta a necessidades alimentares específicas dos consumidores.

Mudança de paradigma sobre a questão de resíduos. O planeta enfrenta o desafio de descobrir maneiras de destinar corretamente 30 bilhões de toneladas de resíduos sólidos produzidas anualmente. A figura 1 mostra que os grandes ramos econômicos geradores de resíduos sólidos são a agropecuária (55%) e a mineração (36%) (WALDMAN, 2010). É preciso mudar este conceito: deixar de falar resíduo e passar a denominar biomassa, matéria-prima para produção de energia, novos materiais e insumos químicos. A tecnologia de Pirólise é uma poderosa ferramenta para promoção de sustentabilidade no setor do agronegócio. A tecnologia pode ser aplicada a extensa gama de biomassas e, particularmente em relação aos dejetos de animais de produção, é um poderoso instrumento para implantação de programas sanitários e para agregação de selo verde nos produtos finais (carne e demais produtos pecuários).

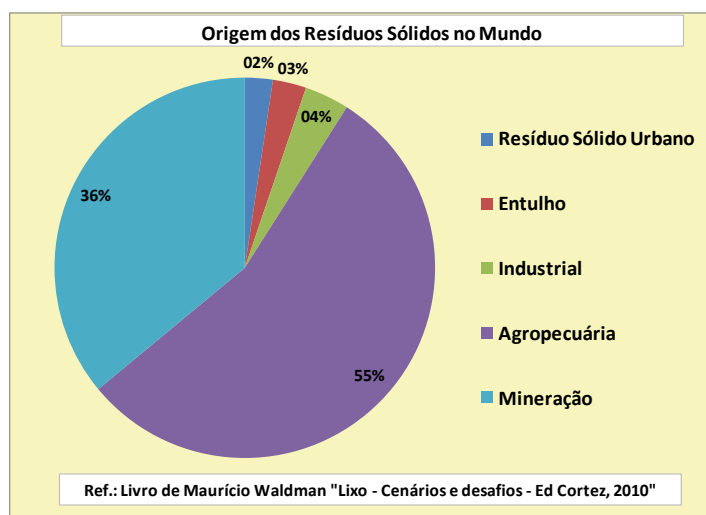


Figura 1 - Fontes de geração de resíduos sólidos no mundo (Waldman 2010)

O agronegócio é um dos pilares de sustentação da economia nacional representando em torno de 21% do PIB nacional (2014). O agronegócio apresentou uma renda de R\$1,179 trilhões sendo R\$800,57 bilhões na agricultura e R\$378,30 bilhões na pecuária (CEPEA, 2014).

O projeto ataca um dos mais graves problemas sócio ambientais que é a deterioração de solos agrícolas. Biocarvão é a designação do carvão obtido no processo de pirólise quando este tem aplicação agrícola e consiste num condicionador de solos e fertilizante de liberação lenta. Kimetu e Lehmann (2010) mostraram em trabalhos experimentais no Quênia que é possível a recuperação de solos degradados pelo desmatamento e esgotados pela prática de agricultura convencional intensiva através da adição de matéria orgânica ao solo, em especial o biocarvão (figura 2).

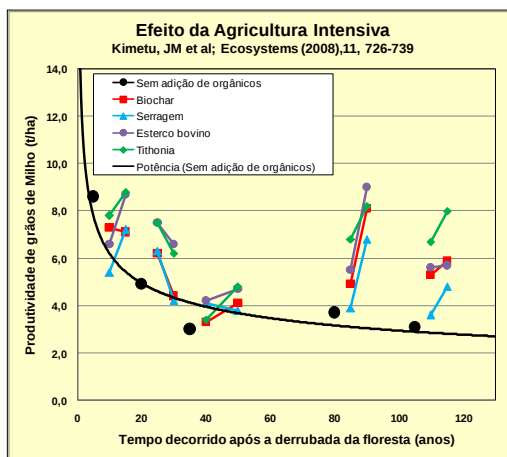


Figura 2 - Recuperação de solos degradados pelo desmatamento e recuperação da capacidade produtiva destes solos pela incorporação de matéria orgânica. Após 2 anos de aplicação consecutiva, a produtividade de solos com mais de 30 anos de desmatamento é retornada a valores próximos a solos com baixo tempo de desmatamento (8,5t/ha).

O projeto é atual e inovador e tem despertado grande interesse da comunidade científica em nível internacional como fica evidente pelo aumento crescente de publicações na área e pela conceituada Editora Elsevier (figura 3). Observa-se que os EUA e a China dominam as atividades de pesquisa na área. O Brasil tem várias instituições de renome desenvolvendo trabalhos de pesquisa com os produtos da pirólise. O assunto não é restrito ao meio acadêmico e muitas empresas, especialmente nos países do primeiro mundo, estão trabalhando no desenvolvimento tecnológico desta área.

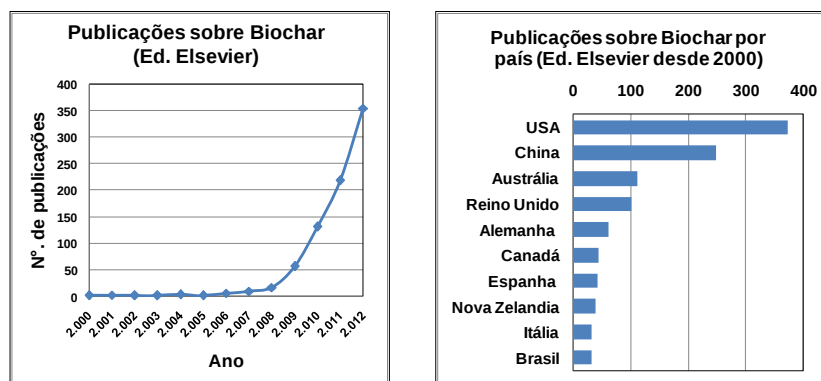
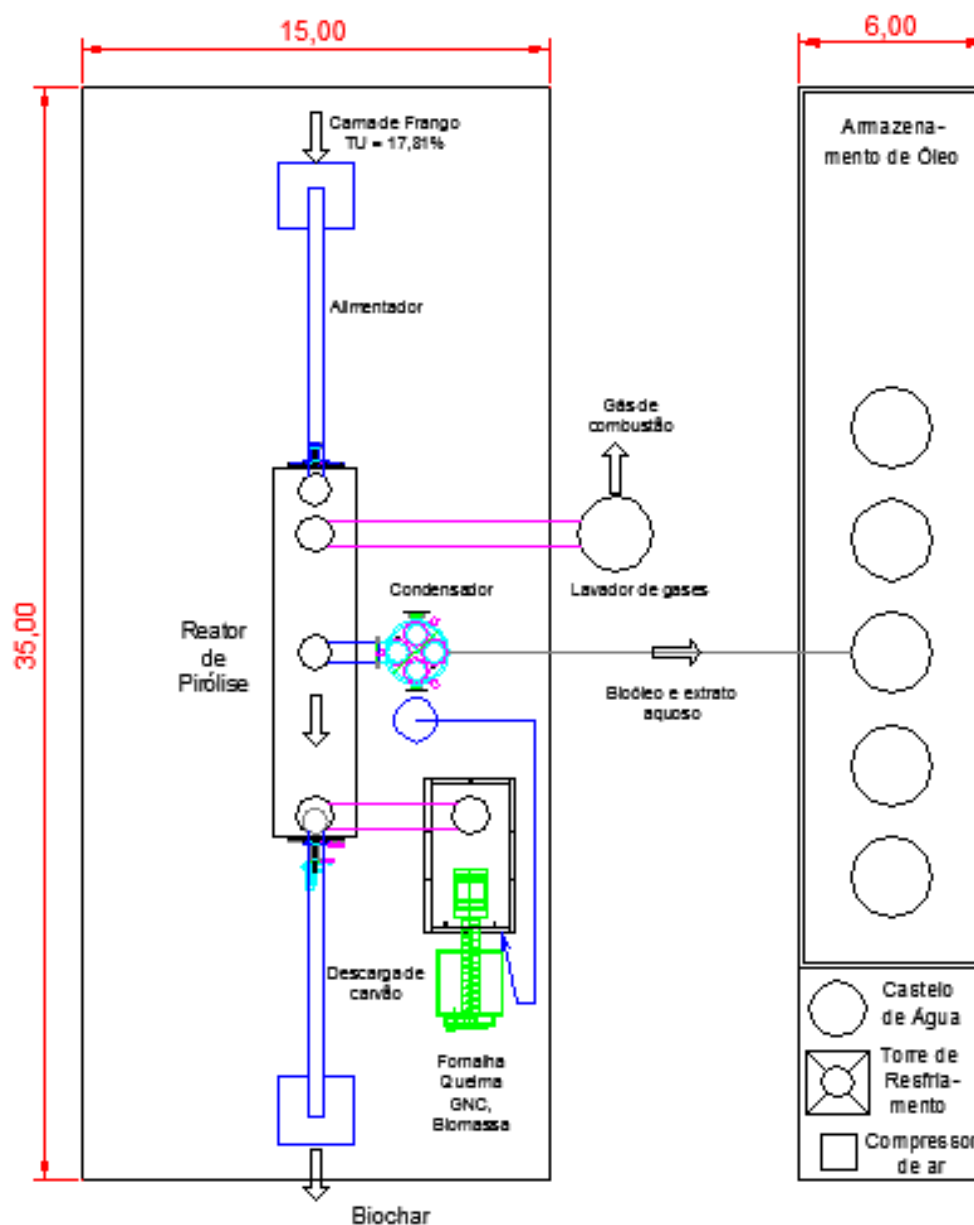


Figura 3- Publicação sobre o tema Biocarvão pela Editora Elsevier – 2000 a 2012

O biocarvão quando depositado no solo é recalcitrante e a utilização agrícola do biocarvão é reconhecida pela comunidade científica como uma das mais promissoras ferramentas para sequestro de carbono e para mitigação das emissões de gases de efeito estufa como CO₂ e N₂O (CERNANSKY 2015).

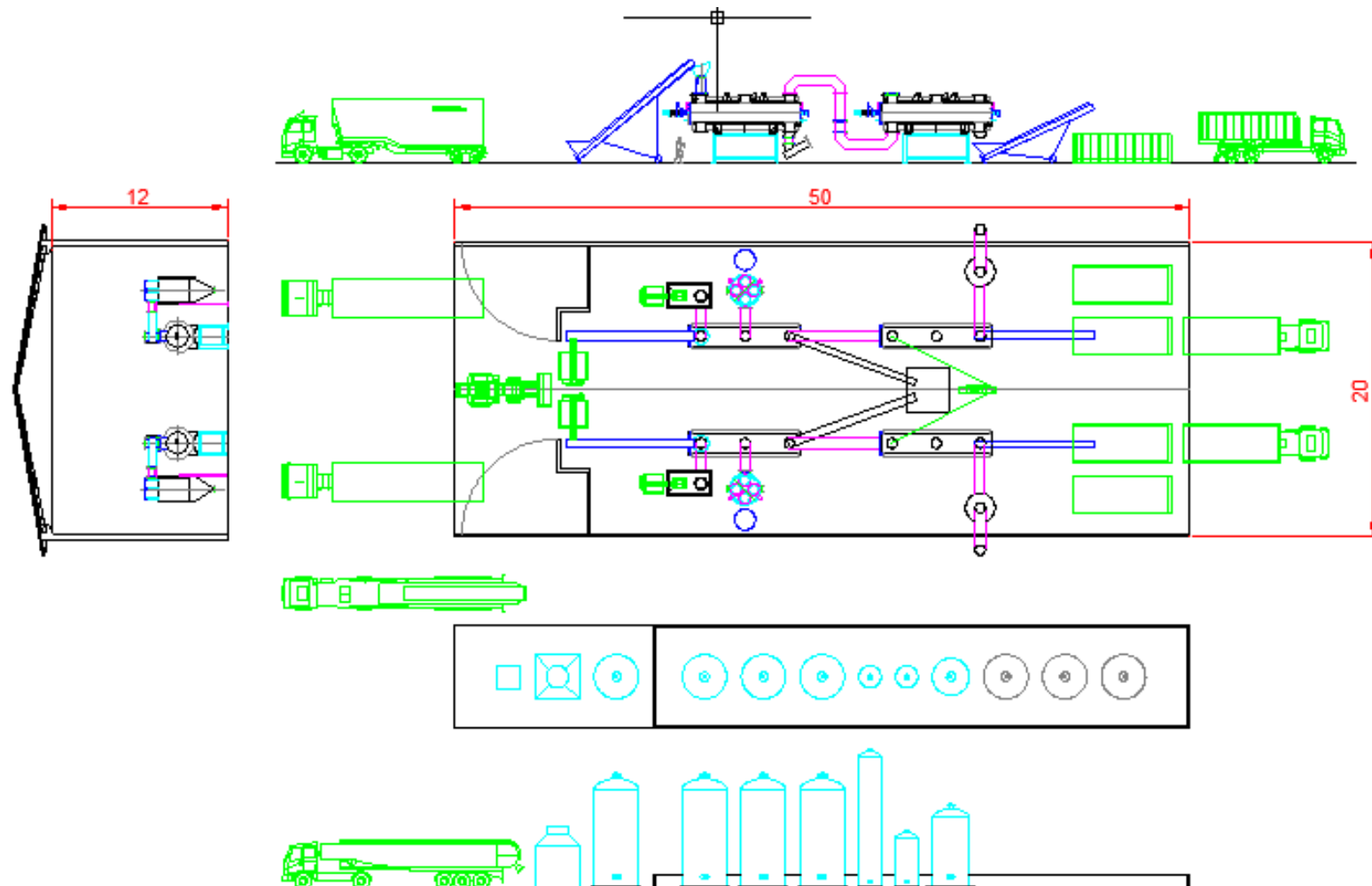
A aplicação da tecnologia de pirólise para produção de fertilizantes organominerais é de especial interesse do Brasil que consome atualmente em torno de 32 milhões de toneladas de fertilizantes por ano, das quais 75% são importados, segundo a média dos últimos cinco anos. Os demais 25% são produzidos no país, o que corresponde a cerca de 10 milhões de toneladas.

Anexo III - Layout da planta de demonstração



Item	Descrição	Executor	Item	Descrição	Executor
1	Recepção cama de aviário	Cooperativa	12	Tanque Bioóleo	SP
2	Bobcat carregamento	Empresa Parceira	13	Tanque Extr. Aquosos	SP
3	Moega dosadora	SP	14	Decantador	SP
4	Esteira de alimentação	SP	15	Castelo de água	Empresa Parceira
5	Reator de Pirólise	SP	16	Compressor de ar	Empresa Parceira
6	Descarregador Biocarvão	SP	17	Torre de resfriamento	Empresa Parceira
7	Condensador	SP	18	Tanque GLP	Empresa Parceira
8	Fornalha	SP	19	Despacho Biocarvão	Cooperativa
9	Lavador de gás / chaminé	SP	20	Despacho Líquidos	Cooperativa
10	Granulador	Empresa Parceira	21	Galpão (300m²)	Empresa Parceira
11	Secador de grãos	Empresa Parceira	22	Dique de contenção	Empresa Parceira

Anexo IV - Layout da planta industrial de 100 toneladas por dia



Referências Bibliográficas

- ANDRADE, C. A.; BIBAR, M. P. S.; COSCIONE, A. R.; PIRES, A. M. M.; SOARES, A. G.. Mineralização e efeitos de biocarvão de cama de frango sobre a capacidade de troca catiônica do solo. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 5, p. 407-416, maio 2015.
- BIBAR, M.P.S., Potencial agrícola de biocarvões provenientes de biomassas alternativas, Tese de Mestrado, curso de pós-graduação em agricultura tropical do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Abril 2014.
- Bridle, T.R.*; Hammerton, I**; and. Hertle, C.K*; "Control of Heavy Metals and Organochlorines Using the Oil from Sludge Process" * Enersludge (Australia) Pty Ltd (Join venture do Grupo Campbell (Australia) e SNC (Canadá). ** Sydney Water Board, Australia - LAWPRC Sludge Management Conference, Los Angeles, Janeiro 1990.
- CERNANSKY, R.Agriculture: state-of-the-artsoil. **Nature: international weekly journal of Science**, v. 517, p.258-260, jan 2015. Disponível em <http://www.nature.com/news/agriculture-state-of-the-art-soil-1.16699>. Acesso em 18 de Maio 2015.
- KBBE 2015 http://cordis.europa.eu/fp7/kbbe/about-kbbe_en.html
- KIMETU, M. J.; LEHMANN J.; Stability and stabilization of biocarvão and green manure in soil with different organic carbon contents, **Australian Journal of Soil Research**, vol. 48, pp. 577-585, 2010.
- MAHER, K.D., BRESSLER, D.C.; Pyrolysis of triglyceride materials for production of renewable fuels and chemicals, **Bioresouce Technology**, 98 2351-2368, 2007
- OLIVEIRA, C. F.; TORRES, R. B.; SOARES, A. G.; GONÇALVES, R. Propriedades combustíveis do condensado da pirólise de pneus. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Centro de Convenções Centro Sul, Florianópolis, SC, 19 a 22 de outubro de 2014.
- SILVA, D. A. Produção de biomassa de microalgas cultivadas em esgoto sanitário biodigerido visando a produção de biodiesel; Tese de Mestrado, Setor de Tecnologia Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2014.
- SOARES, A. G.; Conventional Pyrolysis - Transformation, Energy Recovery and Valorization of OrganicWastes – **Eco German Congress** – São Paulo, Brazilm, 27 e 28 de Junho de 2012
- WALDMAN, M. Lixo – Cenários e Desafios, Editora Cortez, 2010