

Desenvolvimento e criação de uma unidade produtiva de carvão ativado

Fábio Morais Borges (UFPB) fabiom@hs24.com.br
Francier Pereira da Silva (UFPB) francierps@ig.com.br
Maria Carolina Carvalho (UFPB) caca_ep@zipmail.com.br
Antonio Gualberto Filho (UFPB) gualberto@producao.ct.ufpb.br

Resumo

O intuito principal desse artigo é apresentar as etapas de planejamento e desenvolvimento de uma unidade produtiva de carvão ativado, descrevendo cada uma delas, oferecendo assim, subsídios para a formação de uma Matriz Sistêmica do Empreendimento. Tratando o processo por completo, desde a coleta da matéria-prima – endocarpo do coco da Bahia, neste caso – até o acondicionamento para posterior distribuição, mostrar-se-á que várias áreas da Engenharia de Produção são envolvidas, não apenas as relacionadas ao Planejamento e Projeto do Produto. Várias pesquisas bibliográficas foram realizadas, porém, os dados obtidos por meio de visitas, contatos com empresários entre outras formas de coleta, todas voltadas para o mercado propriamente dito, foram mais significativos. O resultado final torna clara a dificuldade que existe quando do dimensionamento de um empreendimento, por menor que ele seja.

Palavras-chave: Carvão Ativado; Endocarpo; Matriz Sistêmica.

1. Introdução

O desenvolvimento de uma empresa voltada à produção de Carvão Ativado é interessante por vários motivos. A produção no país mostra-se insuficiente frente às suas reais necessidades tendo que importar o produto e também porque apresenta um enorme mercado consumidor, abrangendo desde as empresas de abastecimento de água potável à população, empresas de fármacos até as de transporte de gases, entre outras, com inúmeras formas de utilização.

O Carvão Ativado pode ser obtido a partir de várias matérias-primas, no entanto, em vista da grande demanda e da facilidade na obtenção do endocarpo do coco da bahia no Brasil e, principalmente na Região Nordeste devido à grande quantidade de coco existente, esta matéria-prima foi a que se adequou melhor às condições do projeto desta empresa. Além de mostrar-se necessária esta produção ainda ajuda a minimizar um dos graves problemas gerados pelas empresas que utilizam o coco, o destino dos resíduos (mesocarpo e endocarpo), que provocam um grande impacto ambiental quando não tratado devidamente. Produto final e matéria-prima

2. Produto final e matéria-prima

2.1. O Carvão Ativado

O carvão ativado é um material carbonáceo, caracterizado por possuir uma área superficial e porosidade altamente desenvolvidas, o que lhe confere a capacidade de adsorver moléculas tanto em fase líquida como gasosa (BASAL, 1988). É um adsorvente de interesse industrial e suas aplicações incluem o tratamento d'água, refino do açúcar, recuperação de metais preciosos, desodorização do ar, etc (MATTSON, 1971). Pode ser produzido a partir de ossos, madeira, casca do coco, nozes, carvão mineral e de polímeros sintéticos.

Seguindo padrões econômicos adotados pelo mundo moderno, o desenvolvimento tecnológico da produção de carvão ativado busca minimizar a razão custo benefício desses materiais. Neste contexto, vem-se buscando obter esses adsorventes a partir de matérias-primas de baixo custo, originadas, sobretudo, de resíduos agrícolas e/ou de rejeitos industriais. São exemplos: bagaço de cana-de-açúcar, sementes e cascas de frutas, ossos bovinos, serragem de tronco do coqueiro, mesocarpo e endocarpo do coco.

O processo de produção do carvão ativado envolve duas etapas principais: a carbonização da matéria-prima, acima de 500°C, e a ativação; que pode ser:

- Física → as moléculas se ligam fracamente ao adsorvente, não alterando suas características físicas. Utiliza no processo, vapores de água, CO₂, ou uma mistura destes dois gases.
- Química → ocorre a ligação de valências livres das moléculas do adsorbato. Utiliza agentes ativantes, como ZnCl₂, H₂SO₄, H₃PO₄, hidróxidos de metais alcalinos.

A carbonização consiste de uma decomposição térmica do material carbonáceo, eliminando espécies não carbônicas e produzindo uma massa de carbono fixa com uma estrutura porosa rudimentar, onde muitos poros, extremamente finos e fechados, são formados nesta etapa.

O propósito da ativação é aumentar o diâmetro destes poros e criar outros (ZHONGHUA HU, 2001). Devido às condições de carbonização, ativação e material de origem utilizado em sua produção, o carvão ativado terá diferentes características em sua estrutura, textura e propriedades superficiais. Juntamente com sua área superficial interna e porosidade altamente desenvolvidas, a distribuição dos tamanhos dos poros é uma das mais importantes propriedades que influenciam o processo de adsorção (BOENHORFF, 1980).

Na carbonização ocorre a decomposição da matéria prima e conseqüente formação de gases voláteis e resíduos sólidos (carvão) com poros. Estes são definidos segundo a União Internacional de Química Pura e Aplicada - IUPAC, em:

- Macroporos → (>500Å)
- Mesoporos → (20-500Å)
- Microporos Secundários → (8-20Å)
- Microporos Primários → (<8 Å)

2.2. O Coco

O coqueiro é uma palmeira que produz frutos destinados tanto para o consumo "in natura" na forma de água de coco verde, quanto para a industrialização na forma de coco ralado, leite de coco etc. Nos últimos anos o consumo de água de coco verde tem aumentado consideravelmente, em todo o Brasil, permitindo uma maior expansão da área produtora, dentro de um padrão tecnológico elevado.

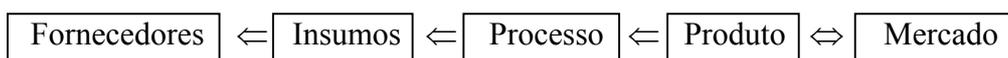
O consumo Brasileiro de coco verde chega a mais de 1 milhão de frutos por ano. Um levantamento sistemático da produção agrícola para o ano de 2000, realizado pelo IBGE / CEPAGRO, mostrou que o Brasil teve uma grande produção de coco verde, sendo os Estados da Bahia, Maranhão e Ceará, os maiores produtores brasileiros. Sabe-se que esse material cria um tipo de rejeito agrícola/industrial, o mesocarpo do coco (parte fibrosa), o qual foi utilizado para a fabricação de calabrês naval, tendo em vista sua capacidade de não apodrecer com a água, e vem sendo empregado hoje em dia como substrato de solo em cultivos com a técnica da hidroponia, ou para a fabricação de tecidos para toalhas, ou vestuário. Já o endocarpo era descartado no meio ambiente, poluindo e ajudando na proliferação de vários microorganismos.

3. Informações Iniciais

O rendimento do processo, dependendo da matéria-prima utilizada varia de 2 a 20%. O endocarpo de coco da bahia é uma das matérias-primas que possui um dos maiores rendimentos – 18 a 20%. Para uma produção de 100kg/dia de carvão – preestabelecido quando do planejamento da demanda requerente – precisaremos de 500kg de endocarpo de coco da bahia o que resultaria em um consumo de aproximadamente 918.000kg de endocarpo de coco por ano. O endocarpo de coco pesa em média 0.160kg, o que daria um consumo diário de 3.125 endocarpos/dia, resultando num consumo de 5.737.500 endocarpos ao ano. A produção de coco no Estado da Paraíba, no ano de 2002, segundo levantamento da EMATER foi de 73,818 milhões de frutos, assim, para produção dessa quantidade de carvão ativado, o plantio de coco no Estado é satisfatório, não necessitando o estudo de outros mercados produtores de coco.

4. Metodologia

Todo o desenvolvimento do projeto foi realizado com base na Matriz Sistêmica do Empreendimento (Anexo 1), segundo esta matriz o produto nasce da relação produto-mercado, isto é, pela necessidade do mercado cria-se um produto, ou toma-se o caminho inverso, faz o produto e torna-o atrativo ao mercado. Têm-se ainda os itens processo, insumos e fornecedores.



MATRIZ SISTÊMICA DO EMPREENDIMENTO

Como citado anteriormente, obteve-se primeiramente informações sobre o produto – produção de 100kg de Carvão Ativado ao dia.

Tendo em mãos o produto, começou-se a pesquisa de mercado, entrando em contato com as empresas que utilizam o carvão ativado, bem como a pesquisa tecnológica que foi realizada principalmente na internet e com a ajuda de estudantes e professores do Laboratório de Carvão Ativado da UFPB.

4.1. Pesquisa de Mercado

O mercado é quem induz o surgimento de novos produtos. Daí a necessidade de identificá-lo e descobrir seus reais desejos. A pesquisa das necessidades do mercado é realizada sobre levantamentos quantitativos e qualitativos do mercado, a capacidade de marketing da empresa e sobre dados estatísticos.

Inicialmente pesquisamos a aplicação do carvão ativado nas diversas indústrias e conhecemos a importância desse produto na vida do ser humano. É utilizado desde processos de filtração de água, transporte de gases, na indústria de fármacos sendo indicado até mesmo para limpezas gastrointestinais.

O mercado inicialmente escolhido para o desenvolvimento desse projeto foi a Indústria de Líquidos do Estado da Paraíba por três motivos principais, primeiro por se tratar do processo de filtração de água já conhecido por muitos, segundo por se mostrar um mercado de enorme importância para toda população já que esta necessita de água de qualidade e finalmente pelo fato de existir um mercado próximo, o que nos daria maiores condições de aproximação com as empresas e facilidade na obtenção de maiores informações. Foram estabelecidos contatos com as empresas de água mineral, refrigerantes, distribuição de água para domicílios dentre outras no município de João Pessoa as quais se mostraram dependentes das empresas do

Sul/Sudeste do país, sendo todos compradores de carvão ativado das duas principais fabricantes do produto, a Carbomafra (Paraná) e a Crossfilter (São Paulo).

A produção apenas para a Indústria de Líquidos mostrou-se restrita, percebendo-se a necessidade de ampliação desse mercado, o que se tornou propício pelo fato de o processo em si nos oferecer uma gama de produtos para diferentes utilizações (as diferentes granulometrias). É então definido o mercado: empresas que utilizem o Carvão Ativado para qualquer fim, seja ele filtragem de água; filtragem, armazenamento e transporte de gases; indústria alimentícia, farmacêutica, dentre outras.

4.2. Pesquisa Tecnológica

A pesquisa inicial deu-se na busca de fontes de carvão ativado. Foram conhecidos carvões advindos da casca de coco-da-Bahia (tanto do endocarpo como do mesocarpo), do coco babaçu, bagaço da cana-de-açúcar, ossos bovinos, da bucha de algodão, dentre outros. A partir desses dados descobrimos que cada uma dessas fontes nos dá um carvão com diferentes diâmetros de poros (macroporos, mesoporos e microporos) e que cada tipo tem uma indicação diferenciada. Para filtragem de água é indicado o carvão provido do endocarpo de coco-da-Bahia, o qual possui macro e mesoporos, permitindo a filtragem dos resíduos garantindo uma maior qualidade dos produtos filtrados.

5. Projeto do Produto

5.1. Mercado

Como descrito acima, o Carvão Ativado é utilizado, hoje em dia, em vários processos produtivos. Sendo disponibilizado em diversas granulometrias, de acordo com a utilidade para a qual será destinado. Além das utilidades já existentes, novos valores estão sendo dados ao Carvão Ativado, inclusive em estudos ainda não concluídos, de grande impacto ambiental e econômico. De acordo com pesquisas, nossos principais clientes seriam: companhias de abastecimento de água, indústria de bebidas, laboratórios de fármacos, fabricantes de catalizadores, fabricantes de filtros residenciais, redução de odores, respiradores contra gases tóxicos, separação de metais preciosos

5.2. Produto

Saco de 25kg de Carvão Ativado, obtido através da carbonização e ativação física do endocarpo de coco da bahia, em diferentes granulometrias, à pedido do cliente, embalado em sacos plásticos, com as devidas informações necessárias ao reconhecimento do produto e visualização de suas características.

5.3. Processo Produtivo

Após o recolhimento do coco da Bahia, o endocarpo é separado do mesocarpo e levado para as caieiras, onde é carbonizado acima de 500°C, para garantir a qualidade do carvão. Carbonizado, o carvão segue para a embalagem em sacos de plástico, que ficam estocados num galpão adequado, para posterior transporte até a fábrica central, a partir dos Centros produtores (Conde, Caapora e Lucena). O planejamento é feito para que seja recolhida semanalmente a produção acumulada de cada centro produtor, intermitentemente, assim, a cada semana, o recolhimento de matéria-prima será realizado em um centro diferente.

Ao chegar na Empresa, o material é estocado, num local específico, até que seja solicitado para a ativação. Então, o funcionário transporta o carvão até o forno, para ser ativado, dentro das especificações requeridas. Após a ativação, é recolhida uma pequena amostra para análise, sobre responsabilidade do Químico. O Restante segue para as peneiras rotativas, onde será separado em diferentes granulometrias. O carvão é, então, levado ao setor de pesagem e

embalagem e posterior estocagem final. Aqui, o estoque de produtos acabados é organizado de modo que todos os funcionários possam claramente distinguir o local específico de cada granulometria, de acordo com um esquema de cores pintado no chão deste.

5.3.1. Maquinário

No começo do processo, quando do recebimento da matéria-prima, o endocarpo é processado no moinho de bolas, em seguida, é levado às caieiras – uma em cada centro de carbonização – que não apresentam especificações necessárias. O único controle que deve ser feito é com relação à temperatura de carbonização. Para tanto, usa-se apenas um termostato em cada caieira. Além disso, faz-se necessária uma seladora simples para garantir o bom fechamento dos sacos plásticos.

Dentro da fábrica, o processo, após a estocagem, segue para o forno rotativo que, junto com a caldeira, completa o processo de ativação. Separar o carvão ativado nas várias granulometrias é tarefa realizada nas peneiras rotativas. Separadas as granulometrias, o produto é levado até a balança, onde são preparados lotes de 25 Kg. Esses lotes são, em seguida, levados para a seladora, que fará o empacotamento final.

No controle de qualidade são utilizadas máquinas e aparelhos para análise do carvão ativado. São elas:

- Balança Termogravimétrica (SHIMADZU)
- 2. Estufa elétrica (QUIMIS)
- 3. Centrífugador (EXCELSA)
- 4. Agitador Magnético, tamis 40 (0,420mm)
- 5. pH-metro (QUÍMIS)
- Termoparares
- Substâncias químicas necessárias à análise
- Porosímetro (MICROMERITICS)

5. Conclusões

Com relação à linha de produção em si, teve-se a oportunidade de conhecer mais sobre o Carvão Ativado e tudo mais relacionado à ele. É um produto bastante importante e de crescente utilização, principalmente na substituição de outros produtos que desempenham a mesma função que o Carvão Ativado, como é o caso da sílica-gel. Desenvolver uma linha de produção, apresentando tudo o que ela necessita, desde os insumos e fornecedores até a forma de distribuição não é uma tarefa fácil, muito pelo contrário, exige afinco de seus idealizadores, além da ajuda de várias pessoas nas mais diversas áreas.

Referências

BASAL, R. C.; DONETT, J. D.; STOEKLI, F. Active carbon: Marcel Dekker inc. 1988

BOENHORFF, J. Active carbon adsorption. v. 1: Ann Arbor Science Publishers, 1980

MATTSON, J.S. AND MARK, H.B.Jr. Activated carbon surface chemistry and adsorption from solution. New York: Marcel Dekker, 1971

ZHONGHUA HU; SRINIVASAN, M. P.; YAMING NI. Novel activation process for preparing highly microporous and mesoporous activated carbons. v. 39: Carbon, 1971. 877-886 p.

**ANEXO 1
MATRIZ SISTÊMICA**

Fornecedores	Insumos	Processo	Produto	Mercado
<ul style="list-style-type: none"> - Bancos e/ou empresários - Vários produtores do endocarpo do coco - Cagepa - Saelpa - Empresas de telecomunicações - Empresas de máquinas e ferramentas - Empresas de plástico - Empresas de produtos químicos - Empresa de Alimentação - Empresa de Transportes - Empresas de Materiais de Segurança Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> - Capital - Endocarpo do coco - Água - Energia - Telefone - Transporte - Instalações física - Pessoal - Máquinas - Ferramentas - Reagentes químicos - Plásticos - Bebedouro - Televisão - Sofás - Vestimenta apropriada - EPI's - Extintores - Mangotinhos 	<ul style="list-style-type: none"> • Subsistema Técnico 1. Carbonização (externa) <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Moinho de bolas 1.2. Caieiras ou iglus 1.3. Termostato 1.4. Peneiras rotativas 1.5. Silos 1.6. Embaladeiras 1.7. Sacos Plásticos 1.8. Seladora simples 1.9. Galpão de Estocagem 1.10. Moinho de bolas 2. Controle de Qualidade <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Balança analítica (LIBROR AEG 220 SHIMADZU) 2.2. Estufa elétrica (QUIMIS) 2.3. Centrífugador (EXCELSA) 2.4. Agitador Magnético, tamis 40 (0,420mm) 2.5. pH-metro (QUÍMIS) 2.6. Termoparares 2.7. Substâncias químicas necessárias à análise 2.8. Porosímetro (MICROMERITICS) 3. Ativação <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Forno rotativo 3.2. Caldeira 3.3. Sistema de exaustão 3.4. Embaladeira 3.5. Balança Convencional • Subsistema Humano 	<p>Saco de 25kg de Carvão Ativado, obtido através da carbonização e ativação física do endocarpo de coco da bahia, em diferentes granulometrias</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Companhias de abastecimento de água - Indústria de bebidas - Laboratórios de fármacos - Fabricantes de catalisadores - Fabricantes de filtros residenciais - Redução de odores - Respiradores contra gases tóxicos - Separação de metais preciosos

		<p>1 Diretor-Presidente 1 Diretor de Marketing 1 Diretor de Produção 1 Diretor de Recursos Humanos 4 Gerentes de Produção 1 Embalador 1 Transportador 1 Operador de Máquina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrutura Organizacional – 40 horas semanais, sendo 8 horas diárias, de segunda-feira à sexta-feira, com duas horas para almoço – Café da manhã e almoço oferecidos pela Empresa – Cesta básica oferecida ao funcionário destaque do mês – Vale-Transporte 		
--	--	---	--	--

ANEXO 2

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

