

Desenvolvimento de um novo conceito de plantas de lavagem e classificação para reciclagem de material contaminado

(Development of new washing and classifying plants for contaminated material)

Resumo

As tecnologias para a reciclagem de materiais, especialmente para a indústria de eletrônicos e de construção civil, têm experimentado um enorme crescimento nos últimos anos. A lavagem, britagem e a classificação são operações unitárias que integram as plantas de lavagem utilizadas para o processamento de muitos materiais, como, por exemplo, na indústria de agregados. Nesse contexto, um inovador sistema de lavagem e classificação foi desenvolvido para processar material contaminado em matéria-prima secundária de alto valor agregado. Este trabalho descreve o conceito dessa planta compacta, que tem como base três módulos: 1- lavagem e classificação, 2- recuperação de areia e 3- tratamento de água. Dependendo da quantidade de impurezas contidas no material a ser processado, a capacidade da planta pode chegar a 100 t/h. A planta foi projetada para reciclar materiais com tamanho de partícula variando entre 0-63 mm, porém dependendo da aplicação a planta pode processar partículas até 150 mm.

Palavras-chave: Planta de lavagem, peneiramento, tecnologia de lavagem por alta pressão, economia de água e energia, reciclagem de materiais.

Abstract

The technologies for recycling materials, especially in the electronics and civil construction industries, have experienced a huge growth in the last years. In this context, an innovative washing and classifying system was developed to turn contaminated material into a valuable secondary raw material. The washing, comminution and classification are processes that integrate the so called washing plants and, sometimes, they can produce end products, like aggregates for construction. This work describes the concept of a compact plant that is made up of three basic components: a washing and classifying unit, a sand recovery unit and an integrated water treatment unit. Depending on the amount of dirt, up to 100 t/h of material can be processed. This plant was designed to operate with a particle size range of 0-63 mm, but depending of the application, the particle top size can be 150 mm.

Keywords: Washing plants, screening, high pressure washing technology, water and energy saving, material recycling.

James José Varela

Dr.-Ing., Engenheiro de Projetos
Tecnologias de Britagem e Peneiramento
ThyssenKrupp Fördertechnik
Latino Americana
E-mail: james.varela@krupp-eng.com.br

1. Introdução

A demanda por tecnologias eficientes para o processamento mineral torna-se cada vez maior, principalmente devido aos impactos sociais, econômicos e ambientais associados a essa atividade extrativa. Segundo Vieira (2008), o produto obtido das usinas de reciclagem de material de construção custa até 50% do preço do agregado natural.

Um excelente exemplo dessas vantagens associadas ao aporte de inovações tecnológicas para o processamento de materiais é o conceito de lavagem e classificação, desenvolvido na Alemanha. Atualmente, a planta encontra-se em operação para reciclagem de agregados utilizados na construção de lastro de ferrovia. Dessa forma, a partir de um material contaminado, essa planta, que possui um baixo consumo de recursos com água e energia, gera matéria-prima secundária de alto valor agregado. Para assegurar a maior flexibilidade possível, o sistema foi projetado em containeres, em arranjo semimóvel, podendo ser utilizado em diferentes locais da produção. Além do enorme potencial de aplicação na área de construção civil, ressalta-se que as reciclagens de metais, vidros, borracha e plásticos são muito promissoras.

2. Desenvolvimento

O conceito desta planta compacta possui três módulos básicos: 1- alimentação, lavagem e classificação; 2- recuperação de areia e 3- tratamento de água. Dependendo da quantidade de impurezas contidas no material contaminado, a capacidade da planta pode chegar a 100 t/h. A planta foi projetada para reciclar materiais com tamanho máximo de partícula de 63 mm (Haver & Boecker, 2008).

Módulo 1: alimentação, lavagem e classificação

O material a ser processado é alimentado em uma tremonha. Essa tremonha possui uma grelha de segurança que opera, hidraulicamente, com capacidade para 8m³. A seguir, o material é extraído da tremonha por um extrator de correia. Este, por sua vez, alimenta uma correia transportadora. No início da correia transportadora, foi instalado um separador magnético de correia de ímã permanente (Figura 1). O objetivo desse equipamento é retirar as partículas magnéticas, como, por exemplo, parafusos, arruelas, cabos, chapas e retalhos de ferro, que se encontram no material a ser reciclado.

Inicialmente o material é alimentado ao equipamento de lavagem sob alta pressão Hydro-Clean (Figura 2). O modelo de lavador utilizado na planta é o HC 700/100. O equipamento Hydro-Clean, aplicado industrialmente desde o ano de 1998, representa o estado da arte do processo de lavagem. O princípio de funcionamento do processo de lavagem é a injeção de água pressurizada em uma câmara vertical e distingue-se por um baixo consumo de água, que é de apenas 10m³/h. Este equipamento tem por objetivo desagregar, liberar e remover as partículas finas < 63 µm do produto (Krellmann & Hoppe, 2000 e Varela, 2008).

Após a etapa de lavagem, o material é classificado em uma peneira elíptica, de dois decks, com acionamento por eixo duplo. A peneira possui um projeto especial, sendo dividida em duas partes. Na primeira parte da peneira, a fração leve do material, constituída, principalmente, por madeira, é separada por jato de ar ascendente e adição de água contrária ao fluxo da alimentação do material. Na segunda parte do equipamento, ocorre a classificação do material em 2 mm e 20 mm (Figura 3).



Figura 1 - Tremonha de alimentação (à esquerda) e extrator magnético (à direita).



Figura 2 - Lavador Hydro-Clean HC 700/100.



Figura 3 - Peneira elíptica.

As frações de material retidas nos dois decks da peneira, com tamanho de partícula > 20 mm e entre 2-20 mm, respectivamente, são enviadas para pilhas de estocagem. Esses materiais podem ser, posteriormente, britados e classificados, sendo disponibilizados como matéria-prima secundária.

Módulo 2: Recuperação de Areia

O material passante no segundo deck da peneira (< 2 mm) é alimentado ao módulo de recuperação de areia. A polpa que contém esse material fino, juntamente com a polpa contendo os finos removidos pelo lavador Hydro-Clean, é direcionada por gravidade para uma caixa de polpa e, então, bombeada para um hidrociclone. O overflow do ciclone é enviado para um reservatório de água do processo. O underflow do ciclone alimenta uma peneira desaguadora, modelo USE 1000x2000 (Figura 4). A fração retida na peneira desaguadora gera como produto a areia, que é, então, estocada para a venda.

Módulo 3: Tratamento de Água

O sistema de tratamento da água de processo é composto por uma estação

de floculação, um clarificador de lamelas, uma unidade de filtragem e um tanque de água recuperada com capacidade para 22 m^3 . A capacidade desse sistema é de, aproximadamente, $80 \text{ m}^3/\text{h}$, com uma concentração de sólidos inferior a 60 g/l .

A primeira etapa do tratamento de água de processo é a floculação, ou seja, a adição de polímeros floculantes à polpa (Figura 5). Essa etapa tem o objetivo de agregar as partículas ultrafinas, aumentando a velocidade de sedimentação das mesmas no clarificador de lamelas. O overflow do clarificador de lamelas é enviado, por gravidade, para o tanque de água tratada e o underflow é bombeado para a unidade de filtragem.

Por fim, a polpa é enviada ao filtro do tipo correia de pressão Winkelpresse (Figura 6). Esse equipamento comprime a pasta gerando uma torta com, aproximadamente, 20% de umidade. A capacidade de alimentação deste equipamento é de, aproximadamente, $25 \text{ m}^3/\text{h}$ de polpa. Nessa planta, são produzidas 4 t/h de sólidos com tamanho de partícula menor que $63 \mu\text{m}$.



Figura 4 - Ciclone e peneira desaguadora.



Figura 5 - Estação de floculação.

Como se pode observar, nessa planta, não há disposição de efluente líquido para o meio ambiente. Desta forma, toda a água utilizada, no processo, é recuperada e recirculada ao processo de lavagem e classificação. Com a utilização da unidade integrada de tratamento de água, o sistema só necessita de água nova devido a perdas de água resultante da umidade dos produtos. Isso proporciona economias consideráveis na operação.

A Figura 7 ilustra a planta de reciclagem semimóvel modelada em software 3D. Observa-se o conceito modular da planta representado pelo: 1 - alimentação; 2 - lavagem e classificação; 3 - recuperação de areia; 4 - tratamento da água.

A Figura 8 ilustra o material a ser reciclado na planta. Observa-se a elevada quantidade de impurezas, representadas, principalmente, pela fração argilosa.

A Figura 9 apresenta as frações > 22 mm, 2-22 mm e < 2 mm.

A Figura 10 ilustra a fração leve separada na etapa de classificação, realizada com a peneira especialmente projetada para essa aplicação, e o material fino resultante do processo de filtragem de alta performance.

Um fator fundamental para uma operação livre de problemas dessa planta modular é o sistema confiável e eficiente de controle e automação. Ainda são partes integrantes desse fornecimento *turn-key* os transportadores dobráveis,



Figura 6 - Estação de filtragem.

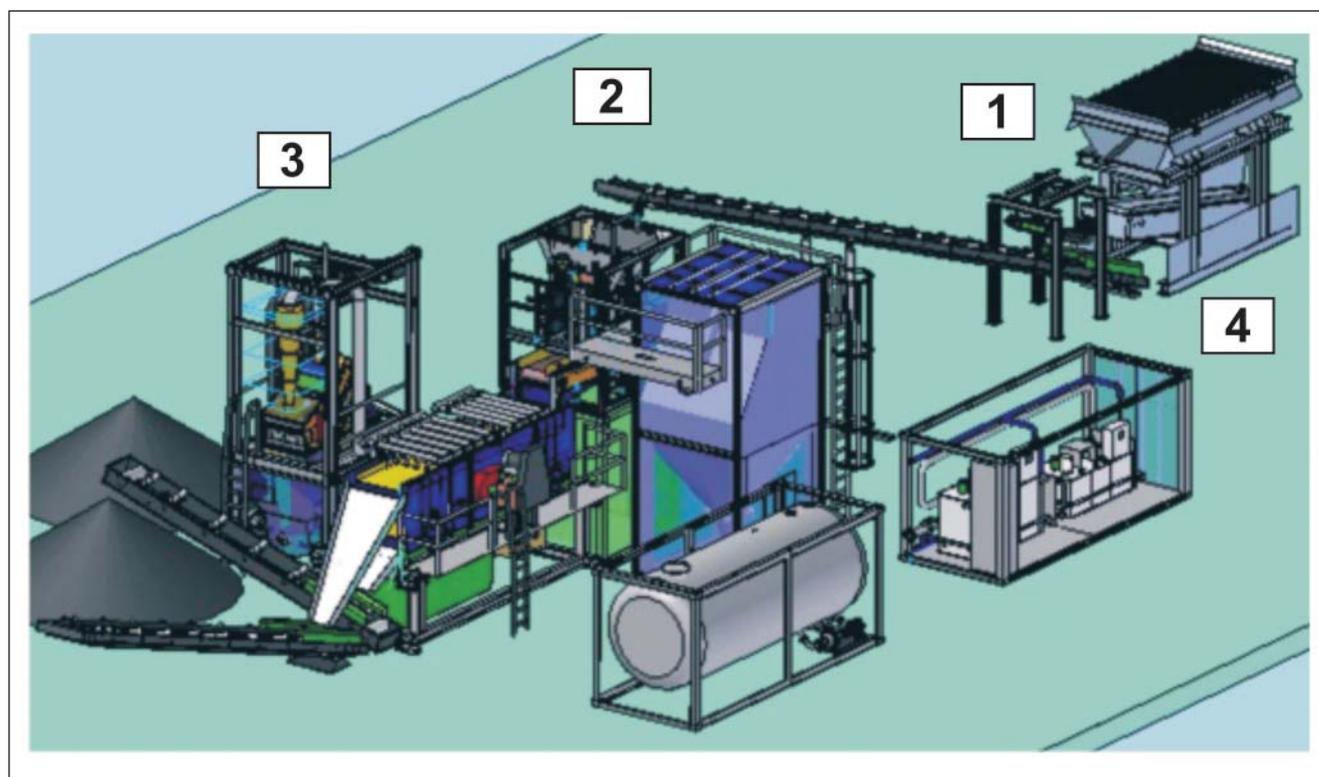


Figura 7 - Vista geral da planta modular.

os sistemas de bombeamento e as estruturas metálicas de suporte e cabeamento elétrico necessários para operação da planta.

3. Conclusão

O desenvolvimento de um conceito de planta de lavagem modular e eficiente demonstra a viabilidade técnica e econômica para o reaproveitamento de materiais, incluído o processamento de minérios de baixo teor com economia de água e energia. O lavador Hydro-Clean e a peneira vibratória constituem-se nos principais equipamentos dessas plantas. Esses equipamentos refletem no desenvolvimento e na aplicação de tecnologias de ponta, tanto para o processo de lavagem, quanto de classificação. Há algumas vantagens do processo de lavagem por alta pressão, como, por exemplo, os excelentes resultados de limpeza do

material, os baixos custos de operação e de manutenção, além de uma grande possibilidade de ajustes durante a operação. Há alguns pré-requisitos para a etapa de classificação por peneiramento, como, por exemplo, a confiabilidade do

projeto e a alta disponibilidade mecânica do equipamento. Dessa forma, através do aporte de tecnologias, as indústrias de mineração e de reciclagem demonstram sua capacidade em aplicar soluções inovadoras com o fito de contribuir para o desenvolvimento sustentável.



Figura 8 - Alimentação da planta de reciclagem.



Figura 9 - Produtos reciclados: fração > 22 mm (esquerda), fração 2-22 mm (centro), fração < 2 mm (direita).

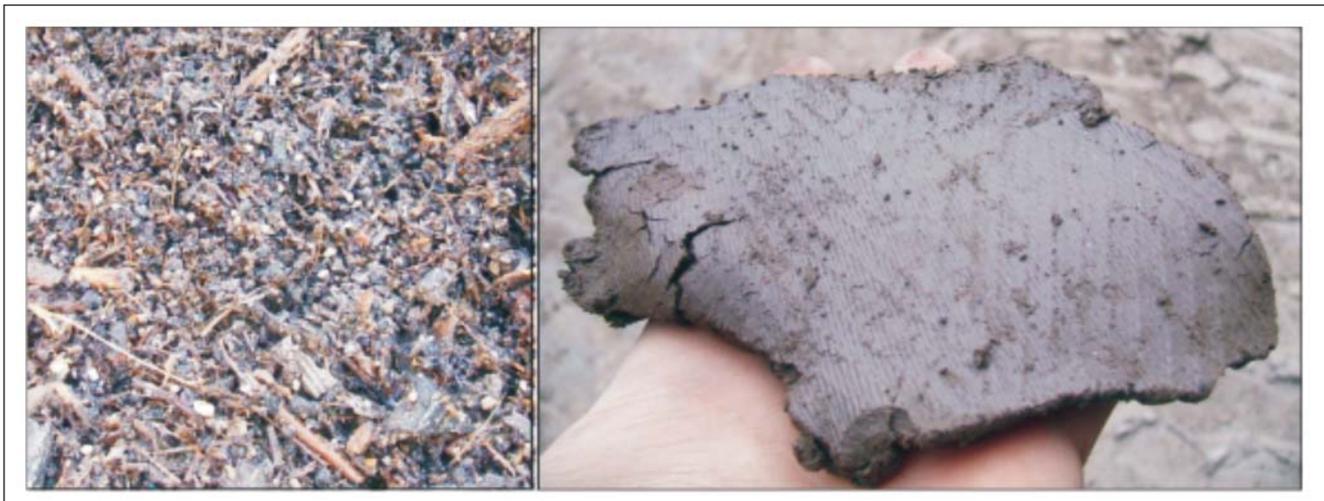


Figura 10 - Fração leve (direita) e material fino produzido na planta de reciclagem.

4. Referências bibliográficas

VIEIRA, S. Concreto. *Reciclagem Moderna*. ECOBRASIL Editora, ano III, p. 50, 2008. (Edição Setembro/Outubro).

HAYER & BOECKER. Página da Internet <http://www.haverboecker.de/en/home.html> (Acesso 11/08/2008).

KRELLMANN, J., HOPPE, J. Cost effective separation of silt and clay size material. *Aufbereitungstechnik*, v. 41 n. 11, p. 529-534, 2000.

VARELA, J.J. High-pressure washing technology: "HAVER Hydro-Clean". In: INTERNATIONAL CONGRESS ON WATER MANAGEMENT IN THE MINING INDUSTRY, 1. *Anais...* Santiago: GECAMIN, 2008. p. 243-252.

Artigo recebido em 16/04/2009 e aprovado em 25/05/2009.

**Cada um tem
seu jeito de
SEER - Scielo**



**A primeira
revista do setor
Mínero-Metalúrgico
da América do Sul**