

PRINCIPAIS MÉTODOS DE ESTOCAGEM DE MINÉRIO DE FERRO: UMA ABORDAGEM TEÓRICA

Carlos Alberto Lopes Biancchi dos Guaranys

Especialista em Logística Portuária/ ISECENSA
kalubianchi@hotmail.com

Rodrigo Rocha Pessanha

Especialista em Logística Portuária/ ISECENSA
rochapmello@yahoo.com.br

Rodrigo Maia de Faria

Especialista em Logística Portuária/ ISECENSA
rodrigomaiafaria@yahoo.com.br

Rachel Ferreira Klem de Mattos Morgades

Especialista em Logística Portuária/ ISECENSA
rachelklem@yahoo.com.br

Gustavo Silva Maciel

Mestre em Engenharia de Produção/ UFF
gustavosilvamaciel@gmail.com

Recebido: 03 de dezembro de 2012. Revisado: 25 de fevereiro de 2013. Aceito: 08 de março de 2013. Publicado online: 04 de setembro de 2013.

RESUMO

O presente artigo objetiva compilar os métodos de estocagem de minério de ferro, incluindo o empilhamento e a recuperação, tendo em vista que são poucas as fontes de pesquisa, e quando existe, a maioria delas está em língua estrangeira. No que tange a forma de abordagem do problema a pesquisa é qualitativa, feita através de levantamento bibliográfico. A princípio foram tratados alguns conceitos de logística e estoques, a fim de introduzir a importância do assunto estudado. No estudo são apresentados alguns equipamentos existentes nos portos e/ou ambiente de estocagem de minério de ferro, como empilhadeiras, retomadoras e viradores de vagão e introduzidos os principais métodos de estocagem existentes (*chevron, windrow e cone shell*) e suas características.

Palavras-chave: Minério de ferro; Métodos de estocagem; Equipamentos; Pátios.

ABSTRACT

This article aims to compile the methods of storage of iron ore, including stacking and recovery, given that there are few sources of research, and when there, most of them are in foreign language. Regarding how to approach the problem the research is qualitative survey done by bibliography. At first they were treated some concepts of logistics and inventory, in order to introduce the importance of the subject studied. The study presents some existing equipment at ports and / or storage environment of iron ore, such as forklifts, reclaimers and car dumpers and introduced the main methods of storage place (*chevron, windrow and cone shell*) and their characteristics.

Keywords: Iron ore; Storage methods; Equipments; Courtyards.

1. INTRODUÇÃO

O minério de ferro está entre os cinco principais produtos da balança de exportação brasileira. Em 2008, o minério de ferro respondeu pela maior parte da movimentação das mercadorias nos portos organizados e terminais privativos, com 36,5% dos 767 milhões de toneladas. Seguido por combustíveis, óleos minerais (petróleo e seus derivados) e outros produtos com 19,1% (ANTAQ, 2008).

Segundo Jacobi (2004) o Brasil situa-se entre os principais centros de exportação por se destacar mundialmente tendo uma participação de 25% no saldo da balança comercial. Isso se dá pelo elevado teor de ferro disponível em seu minério de ferro, segundo dados do Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2007). Estudo do BNDES (2010) mostra que o minério de ferro brasileiro apresenta teor médio de 64% de ferro e, conforme Jesus (2004), o Brasil beneficia minério de ferro de maior qualidade com cerca de 67,5% de teor de ferro. Em comparação, o teor médio obtido na Austrália é de 59% e o da China tem menos 40%.

Pela definição do Council of Logistics Management, “Logística é a parte do Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias primas, materiais semiacabados e produtos acabados, bem como as informações a eles relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes.

As atividades logísticas também são aquelas desempenhadas dentro de um sistema logístico. A mais comumente lembrada é o transporte, não sendo a única. Estocagem e manuseio também são atividades logísticas e tem igual importância para o alcance do objetivo principal da Logística. Definições tradicionais de logística encontram-se em Ballou (2006) ao afirmar que a Logística é responsável por diminuir o hiato entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem e na condição física que desejar. Assim, empresas têm como objetivo prover o cliente com os níveis de serviços desejados a custos mínimos. A meta para o nível de serviço logístico é providenciar bens ou serviços corretos, no local certo, no tempo exato e na condição desejada ao menor custo possível.

Uma das maiores preocupações dentro da Logística é em relação à estocagem. Por estoques, entende-se todo e qualquer depósito de mercadoria ou matéria-prima para produção ou venda em data futura. Na concepção de Corrêa (2000), estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação.

Uma das razões da existência dos estoques segundo Corrêa (2000) é a impossibilidade ou inviabilidade de coordenar suprimento e demanda. Quer por incapacidade, pelo alto custo de obtenção ou por restrições tecnológicas; com fins especulativos, pela escassez ou pela oportunidade; com a finalidade de gerenciar incertezas de previsões de suprimento e/ou demanda, na formação de estoque de segurança.

Segundo Martins e Laugeni (2005) a estocagem de materiais é uma atividade especializada e consiste em armazenar adequadamente os materiais para que seja possível sua rápida recuperação e manutenção dos níveis de qualidade e para que a entrega seja facilitada.

Conforme Ballou (2006), se a demanda de produtos de cada empresa fosse conhecida com exatidão e os produtos pudessem ser fornecidos instantaneamente para suprir essa demanda, teoricamente não haveria necessidade de estocagem, pois não seriam mantidos estoques. No entanto, não é nem prático nem econômico operar uma empresa dessa maneira, pois a demanda normalmente não pode ser prevista com exatidão.

Mesmo para chegar perto da coordenação perfeita oferta *versus* demanda, a produção teria de ser instantaneamente reativa e o transporte inteiramente confiável, com tempo zero de entrega. Nada disso, porém, está à disposição das empresas a custo razoável.

Por isso mesmo, as empresas fazem uso de estoques para melhorar a coordenação entre oferta e procura e igualmente a fim de reduzir seus custos totais. Disso se infere que a manutenção de estoques

produz a necessidade da estocagem e igualmente a necessidade do manuseio dos materiais. A estocagem torna-se mais do que necessidade, uma conveniência econômica, devido aos erros de planejamento e programação.

Ainda nesse sentido, Martins e Laugeni (2005) relatam que o armazenamento de materiais é necessário para reduzir os custos de produção e fretes e para garantir um melhor atendimento aos clientes.

O bom armazenamento também ajuda a otimizar o espaço alocado, a estocagem dos materiais e consequentemente os custos relacionados a ela. Outro objetivo do bom armazenamento é a facilidade na rastreabilidade do produto estocado.

2. METODOLOGIA

2.1. Classificação da pesquisa

No que tange a forma de abordagem do problema a pesquisa é qualitativa, pois descreve e faz a interpretação dos métodos de empilhamento e não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas.

Do ponto de vista de seus objetivos o estudo é descritivo (Gil, 1999) e visa descrever as características dos métodos de estocagem do minério de ferro, com foco no empilhamento e recuperação. A pesquisa envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados sob a forma de levantamento bibliográfico.

2.2. Procedimentos técnicos

No que se refere aos procedimentos técnicos (Gil, 1999), o trabalho é bibliográfico, porque é elaborado a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, artigos de periódicos e atualmente com material disponibilizado na Internet e, também documental, pois utiliza materiais que não receberam tratamento analítico.

3. Estocagem de minério de ferro

Segundo Chaves e Ferreira (1996), existem diferentes formas de estocar o minério de ferro, podendo ser feitas em vagões ferroviários, em silos ou em pilhas, no caso do produto beneficiado. A estocagem em vagões ferroviários não é prática comum no Brasil, sendo usada principalmente para evitar a movimentação do minério no vagão para a pilha e da pilha para outro vagão, evitando os efeitos negativos do manuseio sobre o material. A estocagem em silos é característica de estoques intermediários ou de estoques de materiais em processamento em beneficiamento e, portanto, em quantidade reduzida.

A estocagem em pilhas por sua vez, é um método bastante usado na mineração. Chaves e Ferreira (1996) dizem que a grande vantagem sobre os outros tipos de estocagem é a de permitir a estocagem de grandes quantidades, por longos períodos de tempo e a custo relativamente baixos. Para os portos e para as indústrias minerais e metalúrgicas, os pátios de estocagem são muito importantes no processo de aguardar a chegada do meio de transporte (trem ou navio), para poder embarcar.

Chaves e Ferreira (1996) afirmam que é sempre necessária a formação de estoques de minério por alguma razão. Os estoques podem ser bastante úteis funcionando como reserva para a operação em época de chuva, nas paradas previstas ou de emergência para a mina. O estoque 'pulmão' entre operações com lead time (tempo da demora) diferentes amortecer oscilações na produção. Lead time ou tempo de provisionamento ou ainda ciclo, é o período entre o início de uma atividade, produtiva ou não, e o seu término. A definição mais convencional para lead time em Supply Chain Management (SCM) é o tempo entre o momento de entrada do material até à sua saída do inventário (Lambert et al., 1998, p. 347, pp. 503–506, pp. 566–576). O lead time é um dos conceitos mais importante da logística. Deve ser levado em consideração em todas as atividades, pois está associado ao custo da operação.

O estoque pode ser formado para aguardar a chegada do meio de transporte (trem ou navio) para poder ser embarcado. O estoque em pilhas pode ter a finalidade de homogeneizar o material que entrará em

determinada unidade, para evitar flutuações das características (teor médio e variabilidade) da alimentação e conseqüente perda de controle do processo como se verá a frente.

A estocagem em pilhas tem como grande vantagem sobre os outros processos permitir a estocagem em grandes quantidades, por longos períodos de tempo e a custo relativamente baixos.

As pilhas podem ter os formatos mais variáveis, dependendo das características do material e das disponibilidades de espaço e equipamentos. A altura da pilha dependerá da degradação mecânica do material sob o peso das camadas subjacentes, das características do solo em que se apóia a pilha, e do equipamento disponível.

Chaves e Ferreira (1996) dizem que dentro de um complexo de mineração, o minério defronta com diversos equipamentos de manuseio aptos a inserir alterações na qualidade do produto até atingir o ponto de destino. A qualidade de um lote de concentrado é definida por diferentes parâmetros, variáveis de minério para minério, são eles:

a) parâmetros físicos: distribuição granulométrica, área de superfície, cor, resistência mecânica, alvura, untuosidade;

b) parâmetros químicos: teor mínimo aceitável para o elemento útil ou mineral de minério, teor máximo admissível para os contaminantes, etc.,

c) parâmetros metalúrgicos como redutibilidade, friabilidade, tendência a crepitação, resultados de ensaios de tamboreamento e de queda, etc.

3.2. Equipamentos

Cruz (2003) cita que todo porto conta com dezenas de equipamentos e recursos diferentes para fazer a operação de embarque do minério nos navios, como descrito na Tabela 1:

Tabela 1: Lista de recursos do porto

EQUIPAMENTO	DESCRIÇÃO
Pier	Local de atracação do navio para embarque de minério
Virador de vagão	Neste equipamento é acoplada a composição ferroviária contendo o minério para descarga. O virador de vagões então gira os vagões, dois a dois, fazendo com que o minério seja despejado sobre correias transportadoras. O mecanismo de tração para puxar toda a composição fica no próprio virador, não necessitando de uma locomotiva para puxá-los enquanto o minério é descarregado.
Empilhadeira	Também conhecido como <i>stacker</i> . Acoplada a uma correia, é responsável por despejar o minério em uma pilha de estocagem. Este equipamento se assemelha a um guindaste e se desloca pelas áreas do porto sobre pares de trilhos.
Recuperadora	Acoplada a uma correia é responsável por retirar minério de uma pilha de estocagem em geral para embarque no navio. Este equipamento conta com um conjunto de pás mecânicas que retiram o minério das pilhas de estocagem.
Carregador de Navio	Acoplado a uma correia, é responsável por despejar o minério nos porões do navio. Funcionam semelhantes às empilhadeiras.
Correia Transportadora	Responsável pelo transporte dos minérios. Estes equipamentos são responsáveis pelo tráfego de minério pelo porto.
Áreas de Estocagem	Estas áreas são usadas para estocar o minério de ferro para embarque. São divididas em balizas para facilitar o controle, com espaçamento de 10 metros entre cada uma delas.

Fonte: Adaptado de Cruz, 2003.

3.2.1. Equipamentos utilizados na operação de empilhamento

O empilhamento dos materiais pode ser realizado através dos seguintes grupos principais de equipamentos:

a) empilhadeira com lança fixa e única: é a configuração mais comum quando o empilhamento é feito através do sistema *chevron* e o material não causa o levantamento de pó.

b) empilhadeira com lança única, com torre fixa, e movimento apenas no plano vertical (para cima e para baixo): basicamente o mesmo campo de atuação do equipamento descrito acima, só que aplicável para materiais onde o levantamento de pó ou a degradação granulométrica são críticas.

c) empilhadeira com lança dupla: pode ser encontrada nas duas categorias equivalentes aos equipamentos descritos nos dois itens anteriores, sendo provavelmente o equipamento mais utilizado em sistemas com pilhas múltiplas, como na Figura 1.



Figura 1: Empilhadeira com lança dupla (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

d) empilhadeira com lança única e torre giratória (Figura 02): é mais versátil do que os equipamentos do terceiro item, tendo, no entanto, maior custo de aquisição. Geralmente são utilizadas no método *windrow* de empilhamento.



Figura 2: Empilhadeira com lança única e torre giratória (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

e) empilhadeira com lança fixa e correia retrátil: tem o mesmo campo de atuação do que aquelas descritas no item anterior, tendo, no entanto, a vantagem de requerer um menor espaço no pátio.

f) em pilhas onde haja necessidade de cobertura, e não haja importância na segregação das partículas (e também na degradação granulométrica), pode-se optar por um transportador de correia acoplado a um *tripper* operando apoiado em estrutura junto ao teto. Alternativamente, é instalado numa ponte, sobre colunas, como pode ser visto na figura 3.



Figura 3: *Tripper* (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

Além das máquinas apoiadas sobre trilhos, existem máquinas apoiadas sobre esteiras. Para o manuseio em pátios, a maior parte delas apóia-se sobre trilhos, a não ser nas situações em que a pilha seja extremamente larga ou que a adoção de máquinas sobre trilhos não se justifique. Estas máquinas, entretanto são mais lentas e pesadas e a operação acaba tornando-se mais complicada.

3.2.2. Equipamentos utilizados na operação de recuperação

Para a retomada são usados vários tipos de equipamento, chamados coletivamente de retomadores, dos quais os principais são os:

a) *bucket wheel reclaime* com a roda de caçambas instalada na ponta de uma lança (Figura 4). Estes equipamentos são instalados sobre um carro, que se movimentava sobre trilhos, ao longo da pilha. Suas capacidades variam desde 100 até 28.000 t/h. As lanças possuem movimentos de rotação, o que permite a retomada percorrer toda a secção da pilha. Existem modelos sobre esteiras, para aplicações especiais.

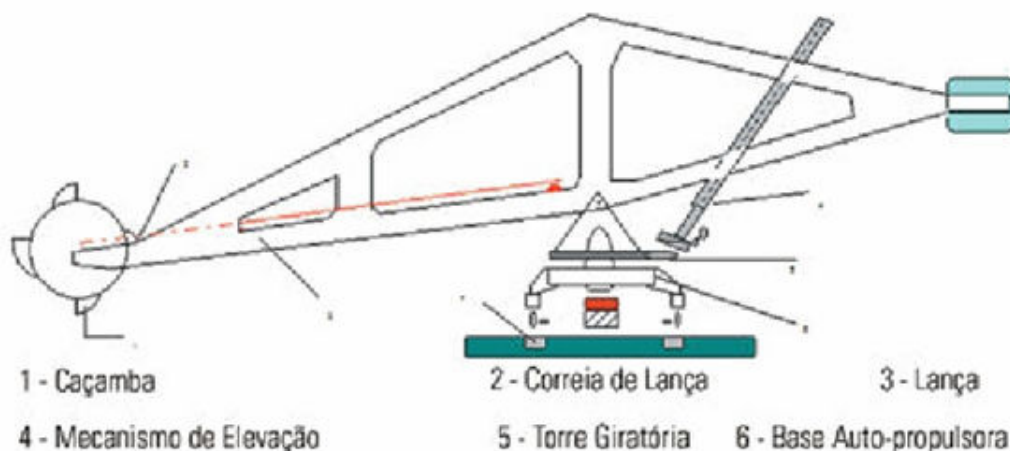


Figura 4: Retomador roda de caçamba em lança (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

b) *bridge bucket wheel reclaimer* com a roda de caçambas instalada numa ponte (Figura 5). Neste caso, pode-se utilizar uma, duas e até três rodas de caçamba.



Figura 5: Retomador de roda de caçamba em ponte (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

c) *bridge scrapper reclaimer* com um transportador de arraste instalado numa ponte (Figura 6). Neste caso, pode-se utilizar um ancinho para derrubar o material da face da pilha e misturá-lo antes da retomada.



Figura 6: Retomador de arraste em ponte (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

d) *drum reclaimer*, ou retomadeira de tambor, em que o conjunto de "bucket wheels" é substituído por um tambor único (Figura 7).

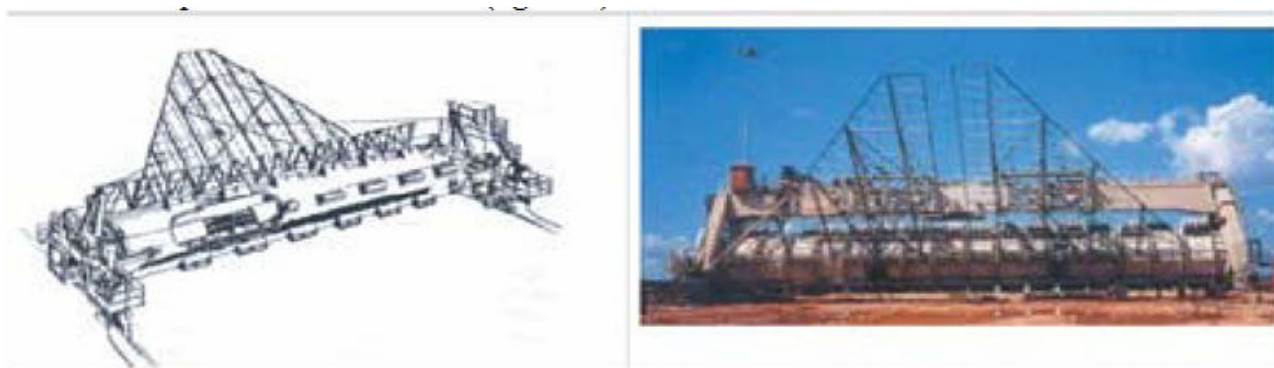


Figura 7: "Drum reclaimer" (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

e) retomador de disco que é utilizado para proporcionar uma melhor recuperação de materiais a granel coesivos pois possui um sistema capaz de suportar as tensões encontradas na retomada desses tipos de materiais. (Figura 8).

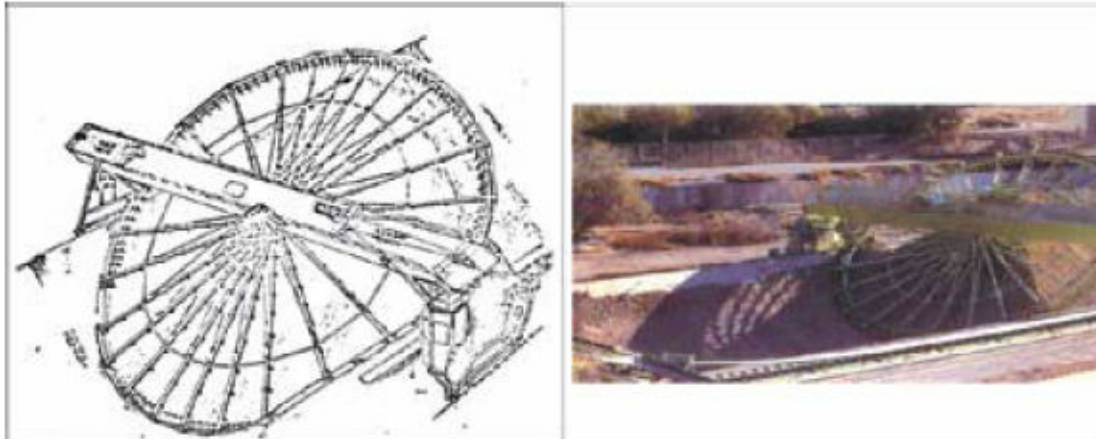


Figura 8: Retomador de disco (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

f) Retomador lateral: para materiais leves e pouco abrasivos, são utilizados retomadores laterais, que são constituídos de um transportador de arraste que vai retirando o material estocado a partir de uma face lateral da pilha, como mostrado na Figura 9.



Figura 9: Retomador lateral (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

Existem equipamentos especiais, da família das retomadeiras de roda de caçamba sobre lança, que podem executar tanto a retomada como o empilhamento, através de reversão de direção do movimento, os chamados *stacker-reclaimers*.

Wolpers (1995) escreveu que quando estocados, sólidos a granel são empilhados e, posteriormente, recuperados. Geralmente uma pilha convencional pode desempenhar as seguintes funções:

a) *buffering* / distribuição é a função de fornecer reserva suficiente de matérias-primas para garantir um funcionamento contínuo da unidade em todas as circunstâncias normais. A reserva funciona como um

tampão entre a operação contínua e descontínua de uma mina e age como um sistema de distribuição de um terminal de granéis;

b) composição / blendagem é a função da integração da matéria-prima com diferentes produtos químicos e / ou características físicas em proporções tais que uma pilha concluída representa a composição necessária.

c) homogeneização é a função de uma transformação sistemática do fluxo de entrada da pilha para o fluxo de saída, de modo que as flutuações de uma propriedade estejam equilibradas. Na natureza, as matérias-primas podem ocorrer em graus variados, mesmo as oriundas de depósito uniforme. Quando o fluxo regular de matéria-prima é amostrado e analisado o grau de variação pode ser medido. O objetivo da operação de blendagem/homogeneização é diminuir o desvio padrão desta distribuição normal.

3.3. Métodos de armazenagem de minério de ferro

Os métodos de armazenagem são apresentados por FLSMIDTH (2008), que começa pelas pilhas longitudinais, onde as mais comuns são *chevron*, *windrow* e *cone shell*. Basicamente esses métodos consistem em um empilhamento em grande número de camadas em cima uns dos outros sentido longitudinal da pilha, representados na Figura 10:

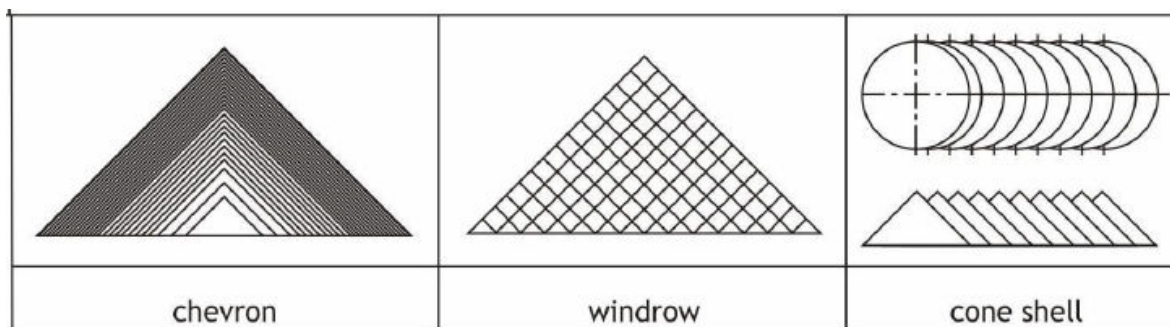


Figura 10: Principais métodos de empilhar (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

3.3.1. Chevron

No método *chevron*, mostrado na figura 11, o material é depositado pela empilhadeira em movimento da esquerda para a direita, sobre a linha central da pilha. O método *chevron* de empilhamento causa segregação do material fino com finas partículas na parte central da pilha e partículas grossas na superfície e no fundo da pilha. Para garantir a boa mistura da pilha *chevron* deve,-se portanto, a mesma ser recuperada a partir da face, trabalhando toda a seção transversal (FLSMIDTH, 2008).

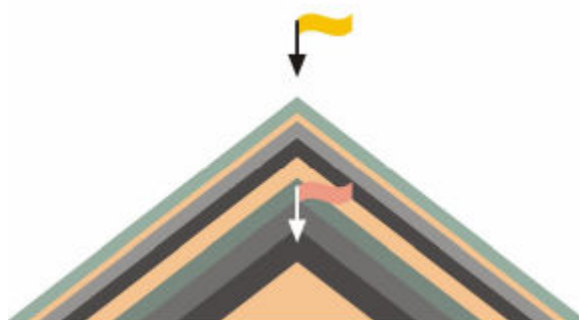


Figura 11: Método chevron (adaptado de FLSMIDTH, 2008).

Segundo Chaves e Ferreira (1996), é método mais comumente empregado, devido às seguintes vantagens:

a) o *stacker* pode ter torre fixa, e sua lança, menor comprimento, resultando numa empilhadeira de peso relativamente menor, com um custo total de instalação mais baixo;

b) a automação dos movimentos da máquina de empilhamento é mais simples que nos demais métodos. Basta uma chave de reversão em cada extremidade da pilha;

c) possibilita a adição de materiais corretivos em qualquer instante (até nas últimas camadas empilhadas, de forma a manter o produto sempre dentro das especificações desejadas). Ou seja, a correção da qualidade do lote é mais fácil que nos outros métodos. Se a camada corretiva for a última camada (superior), o material corretivo espalhar-se-á sobre toda a secção da pilha;

d) a retomada dos cones extremos é mais simples do que nos demais métodos.

Em princípio, é o método básico de empilhamento, por ser satisfatório em termos de homogeneização e o mais barato. A sua desvantagem é a segregação granulométrica na seção transversal da pilha, eventualmente não controlável, dependendo do tipo de equipamento utilizado na retomada da pilha. Se a segregação for, por alguma razão, um aspecto crítico para o processo posterior, e o método de retomada apresentar variações inaceitáveis, então outro método de empilhamento deve ser adotado.

3.3.2. Windrow

Segundo Flsmidth (2008), o método *windrow*, (figura 12) consiste no empilhamento de cordões elementares sucessivos ao lado e sobre os anteriormente construídos, na direção longitudinal da pilha. O método *windrow* evita segregação e garante ainda mais distribuição de partículas finas e grossas em toda a pilha, pois fica a segregação distribuída dentro dos cordões.



Figura 12: Método *windrow* (adaptado de FLSMIDTH, 2008).

O método *windrow* é preferido em casos em que a recuperadora é somente operada em uma parte da seção transversal por vez ou em casos onde a segregação faria uma abertura inaceitável na base (FLSMIDTH, 2008).

Chaves e Ferreira (1996) dizem que suas outras grandes vantagens são a melhor homogeneização e maior densidade. Este último aspecto é tão nítido, que a Ferteco (hoje Vale) costumava empilhar seus minérios pelo método *chevron*, passando para o método *windrow*, na estação das chuvas, quando a estabilidade das pilhas ficava afetada.

As desvantagens citadas por Chaves e Ferreira (1996) são:

a) se houver necessidade de adição de material corretivo, este ficará localizado somente em partes específicas da secção transversal. Se essa correção for efetuada no final do empilhamento, o corretivo estará

presente somente no centro da seção transversal da pilha. Dependendo do método de retomada, a correção pode se tornar ineficiente, ou pior ainda, agravar a variabilidade cíclica da qualidade do material retomado;

b) é necessária uma empilhadeira com lança giratória, ou telescópica, e dotada também de movimento de elevação vertical. A lança precisa ser mais longa, para atingir a extremidade oposta da pilha, portanto, um equipamento mais caro que o utilizável no método *chevron*.

c) caso a área disponível para a instalação de homogeneização seja limitada, ocorre perda no volume de estocagem, como pode se visto na Figura 13.

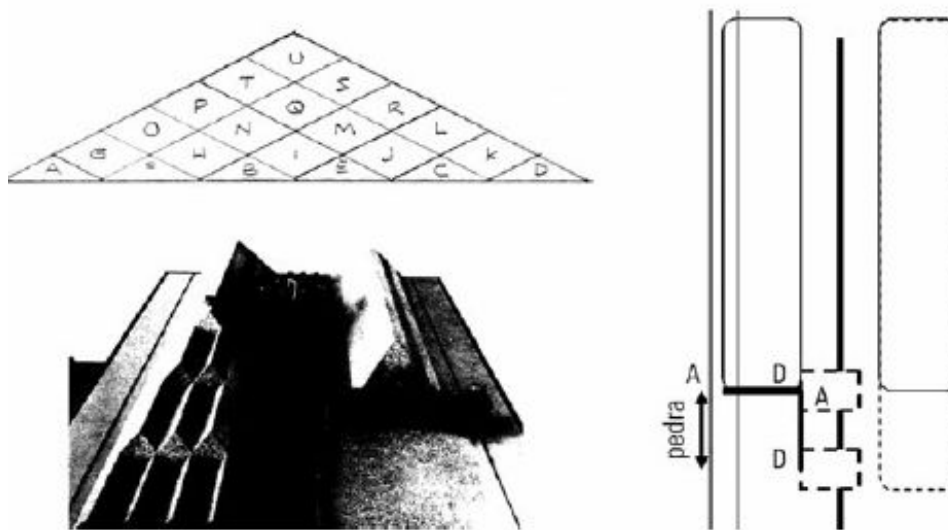


Figura 13: Método *windrow* e a perda no volume de estocagem (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

d) a utilização dos cones extremos é bem mais difícil (se não impossível), sendo necessário recirculá-los.

e) a automação dos movimentos do *stacker* é bem mais complexa, requerendo computador ou controlador programável, capaz de acionar conforme necessário a reversão do movimento, a elevação da lança e a sua movimentação lateral ao fim de cada passada.

f) se acontecer a necessidade de retomar uma pilha incompleta podem ocorrer dificuldades operacionais.

3.3.3. Cone shell

Segundo Flsmidth (2008) o método *cone shell* é geralmente usado em casos em que a homogeneização não é necessária. A pilha é formada pelo depósito material em um único cone de posição fixa. Quando esta pilha cônica está cheia, o depósito de material se move para uma nova posição e um novo cone é formado contra a primeira pilha. Este processo continua na direção longitudinal da pilha até o estoque ser completado, conforme Figuras 14 e 15.

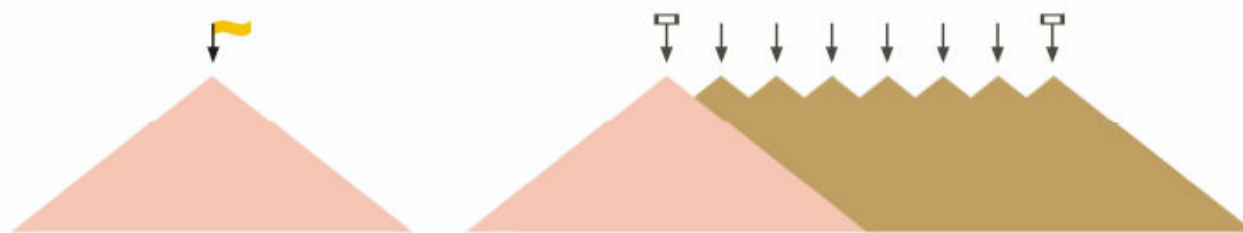


Figura 14: Método *cone shell* (adaptado de FLSMIDTH, 2008).

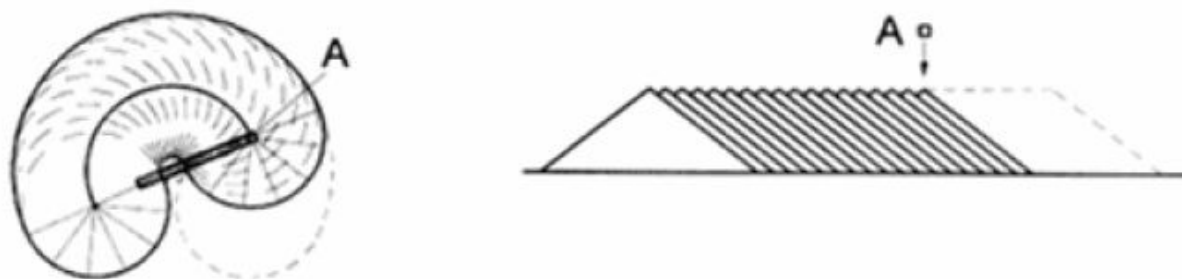


Figura 15: Pilha *cone shell* em um pátio circular (adaptado de CHAVES E FERREIRA, 2006).

Em compensação, o *stacker* fica parado a maior parte do tempo e a degradação granulométrica só é sensível no cone inicial. O equipamento é o mais simples possível, com a lança completamente fixa, sem movimento nem sequer vertical (FLSMIDTH 2008)

Chaves e Ferreira (2006) alegam que este procedimento diminui o desgaste dos equipamentos, trilhos e cabos elétricos. A degradação granulométrica, analogamente ao que ocorre na strata, é minorada. Quando a retomada é feita por baixo e existem vários alimentadores, acionando-se vários deles ao mesmo tempo, ocorre a mistura do material retomado e a heterogeneidade diminui.

3.4. Comparação entre métodos de empilhamento

Conforme o que foi relatado sobre os principais métodos de estocagem, segue comparação na Tabela 2:

Tabela 2: Diferenças entre os principais métodos de empilhamento

	CHEVRON	WINDROW	CONE SHELL
Formação da pilha	Depositado em movimento de vai e vem sobre a linha central da pilha	Empilhamento de cordões elementares sucessivos ao lado e sobre os anteriormente construídos na direção longitudinal da pilha.	A pilha é formada pelo depósito de material em um único cone de posição fixa. Quando esta pilha cônica está cheia, um novo cone é formado contra a primeira pilha. O processo continua na direção longitudinal.
Quando são utilizados	É o mais comumente utilizado	(Infomação não disponibilizada na literatura)	Geralmente usado em casos em que a homogeneização não é necessária
Custo de instalação	Mais baixo	Mais caro que no Chevron	(Infomação não disponibilizada na literatura)

O método causa segregação do material?	Sim. Do material fino com as finas partículas na parte central da pilha e partículas grossas na superfície e no fundo da pilha	Evita. E garante a distribuição de partículas finas e grossas em toda a pilha, pois a segregação fica dentro dos cordões.	Sensível ao cone inicial
Recuperação	A partir da face da pilha trabalhando toda a secção transversal para garantir a boa mistura.	Preferido em casos em que a recuperadora é operada em uma parte da seção transversal por vez ou em casos onde a segregação faria uma abertura inaceitável na base.	É feita por baixo e existem vários alimentadores acionando-se vários deles ao mesmo tempo ocorre a mistura do material retomado e a heterogeneidade diminui.
Equipamento - Stacker	Pode ter torre fixa	Movimentação de elevação vertical	O equipamento é o mais simples possível. O stacker fica parado a maior parte do tempo.
Equipamento - Lança	Pode ter menor comprimento	Mais longa - Giratória ou Telescópica	Completamente fixa, sem movimento nem sequer vertical.
Automação do equipamento	Mais simples que outros métodos. Basta chave de reversão em cada extremidade da pilha.	Complexa e requer controlador programável capaz de acionar a reversão do movimento, elevação da lança e sua movimentação lateral ao fim de cada passada.	Esse procedimento do Stacker e lança diminui o desgaste dos equipamentos e cabos elétricos.
Correção da qualidade dos lotes adição de material corretivo	Possibilidade em qualquer instante até nas últimas camadas empilhadas, de forma a manter o produto sempre dentro das especificações desejadas. (Correção da qualidade dos lotes mais fácil que nos outros métodos)	Dificuldade para adição. Caso de necessidade ficará localizado somente em partes específicas da seção transversal. Se a correção for feita no final do empilhamento, o corretivo estará somente no centro da seção transversal da pilha.	(Infomação não disponibilizada na literatura)
Homogeneização	Satisfatório	Melhor homogeneização e densidade.	(Infomação não disponibilizada na literatura)

4. CONCLUSÃO

O presente artigo compilou e descreveu os métodos de estocagem de minério de ferro, tendo em vista que a bibliografia existente sobre o assunto é dispersa e/ou em língua estrangeira.

Não foi realizado trabalho declarando vantagens ou desvantagens dos métodos de empilhamento existentes, pois tal afirmação depende de variáveis existentes em casos específicos, ou seja, é preciso avaliar as necessidades, o *layout* do pátio existente, as particularidades do produto e outros critérios logísticos.

Chaves e Ferreira (1996) pronunciam que existe um número grande de equipamentos e técnicas para a estocagem de minério de ferro em pilhas. A sua aplicabilidade varia de acordo com o cuidado dado à operação, com a quantidade de material a ser movimentada, com o local de empilhamento, com a facilidade de manutenção e com a economia do processo, incluindo o nível de automação desejado.

Garantir a operação de um pátio de estocagem de minério de ferro em conformidade com as exigências da garantia da qualidade não é tarefa fácil. A prática correta da estocagem é fundamental para minimizar os desvios padrão dos parâmetros de qualidade do produto e garantir o cumprimento das normas.

5. REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHAVES, Arthur Pinto; FERREIRA, Flávio Moreira. **Apostila Estocagem e homogeneização**. São Paulo, 2006.

CORREA, H. L. **Planejamento programação e controle da produção: MRP II / ERP, conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 2000.

CRUZ, André Vargas Abs da. **Otimização de planejamento com restrições de precedência usando algoritmos genéticos e co-evolução cooperativa**. Dissertação. DEE, PUC-RJ, Rio de Janeiro, 2003.

FLSMIDTH®. **Catálogo**. Copenhague/Dinamarca, 2008. Disponível em <www.flsmidth.com/~media/Brochures/.../stacker_reclaimer.ashx>. Acesso em: 28 ago. 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. rev., aum. e atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

THYSSENKRUPP®. **Catálogo**. Beckum/Alemanha. Disponível em <www.polysius.com/uploads/tx_templavoila/1569_GB_01.pdf>. Acesso em: 28 ago 2010.

VIEIRA NETO, E.; FREIRE, M.G.M. **Manual de elaboração de trabalhos acadêmicos e monografia**. Revistas Perspectivas online, Campos dos Goytacazes, 2008. Disponível em <www.perspectivasonline.com.br>. Acesso em: 12 out 2010.