

# ROTA REVERSA: UM NOVO CONCEITO PARA SEQUENCIA DE PARTIDA DE TRANSPORTADORES DE CORREIA UTILIZANDO O RASTREAMENTO DO MATERIAL <sup>1</sup>

Marcelo Aguiar Duarte <sup>2</sup>  
Ricardo Marreco Vasconcelos <sup>3</sup>

## Resumo

O objetivo deste projeto foi aumentar a capacidade de embarque no Terminal de Produtos Diversos (TPD) em Vitória – ES, através da redução do tempo de partida das rotas de transportadores de correias entre a origem da carga (armazéns de estocagem) e o destino (navio). Como o tempo de partida de cada transportador individualmente não pode ser reduzido, a idéia foi alterar o conceito de partida das rotas (seqüência de vários transportadores interligando uma origem a um destino). No modo convencional, a partida acontece do destino da carga em direção a origem e no conceito de Rota Reversa a partida da rota acontece da origem em direção ao destino. Com isso, o sistema pode começar a produzir assim que o segundo transportador da rota estiver operando em condições normais, aumentando a produtividade do sistema. Além disso, este novo conceito proporciona uma redução no consumo de energia elétrica dos equipamentos da rota uma vez que o equipamento só inicia a operação quando o material é detectado nas correias predecessoras.

**Palavras-chave:** Rota reversa; Sequência de partida.

## REVERSE ROUTE - A NEW CONCEPT FOR CONVEYER BELT STARTUP SEQUENCE USING THE TRACKING OF MATERIAL

## Abstract

The main objective of this project was to increase de capacity of the General Cargo Terminal (TPD) shipping loading area in Vitoria – ES, through reducing of the conveyer belt routes startup time from the cargo source (stockage warehouses) to the destination (ship). As each conveyor belt startup time individually cannot be reduced, the idea is to change the route startup time concept (sequencing several conveyor belts connecting source to destiny). On the conventional mode, the startup occurs from destiny to source, but on the Reverse Route concept the route startup occurs from source to destination. This way, the system could start producing as soon as the second conveyer belt on the chosen route is operating in normal conditions, thus increasing the system productivity. In addition, this new concept allows power consumption reduction as the equipment operates only when the material is detected on the previous conveyer belt.

**Key words:** Reverse route; startup sequence.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.*

<sup>2</sup> *Analista de Automação, Gerência de Automação Portuária. VALE*

<sup>3</sup> *Engenheiro Especialista, Gerência de Automação Portuária VALE*

## 1 INTRODUÇÃO

A VALE é a segunda maior empresa mineradora do mundo com um volume anual de exportações na casa dos 356 milhões de toneladas/ano de vários graneis sólidos como minério de ferro, pelotas, manganês, cobre, níquel, bauxita, soja, farelo de soja e milho. No Brasil a Vale é a maior operadora de logística sendo responsável por 16% de todo o transporte de carga no país e de 58% do embarque de grãos sólidos.

O Terminal de Produtos Diversos (TPD) localizado no Complexo Portuário de Tubarão em Vitória – ES, manuseia em média 5 milhões de toneladas por ano de soja, farelo de soja e milho através dos processos de Descarga, Estocagem e Embarque e em 2008 (ano em que este projeto estava sendo desenvolvido e testado) foram carregados 115 navios de grãos neste Terminal.

Na Descarga, os produtos chegam ao terminal em vagões através da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM) e são descarregados em moegas. Em seguida os grãos são transportados por correias transportadoras para um dos nove armazéns existentes onde ficam estocados aguardando embarque.

No processo de Embarque, o operador define uma rota de equipamentos, selecionando o armazém de origem da carga e o equipamento de destino, no caso um Carregador de Navios.

No modelo que chamamos de “Convencional”, somente após todos os equipamentos estarem operando é que são abertas as comportas do armazém localizadas abaixo do material a ser embarcado, permitindo a queda do produto nas correias transportadoras que levam o produto até o Carregador de Navios.

No período pré-crise econômica (até meados de 2008), o TPD operava em sua capacidade máxima e não conseguia atender toda a demanda de exportação. Este cenário propiciou um estudo conduzido pelo Departamento de Tecnologia e Automação dos Terminais Portuários visando o aumento de capacidade deste terminal que pudesse no futuro, ser replicado para os demais terminais portuários da empresa. Em uma das frentes de trabalho abertas neste sentido, verificou-se que os equipamentos de destino (carregadores de navios ou empilhadeiras), operavam por um tempo maior que os equipamentos de origem (armazéns ou viradores de vagões). Este fato gerava uma redução na taxa efetiva do terminal além de consumo desnecessário de energia, pois todo o sistema deveria estar operando para iniciar a produção – envio do material a ser manuseado.

A figura 1 abaixo ilustra o histórico da diferença de tempo de operação entre destino e origem mostrando que no período pré-implantação (2006 a início de 2010) os equipamentos de destino no terminal de Produtos Diversos (TPD), rodaram em média 608 horas ou 24,3% a mais que os equipamentos de origem. Após a implantação, este número já apresenta uma tendência de redução.



**Figura 1.** Comparativo de tempos de operação – Destino X Origem. <sup>(1)</sup>

O conceito de partida dos transportadores de correia em sentido reverso surgiu para tratar esta diferença.

Neste trabalho apresentamos um novo conceito para partida das rotas de transportadores de correias e dos equipamentos envolvidos onde a partida destas rotas acontece da origem em direção ao destino da carga possibilitando o envio do produto após a partida do segundo transportador da linha ou do transportador a jusante da origem, reduzindo o tempo de operação dos equipamentos a vazio e aumentando a produtividade do sistema.

## 2 MATERIAL E METODOS

### 2.1 Definições

Para entendermos o conceito de rotas portuárias, precisamos apresentar algumas definições.

#### 2.1.1 Processo portuário

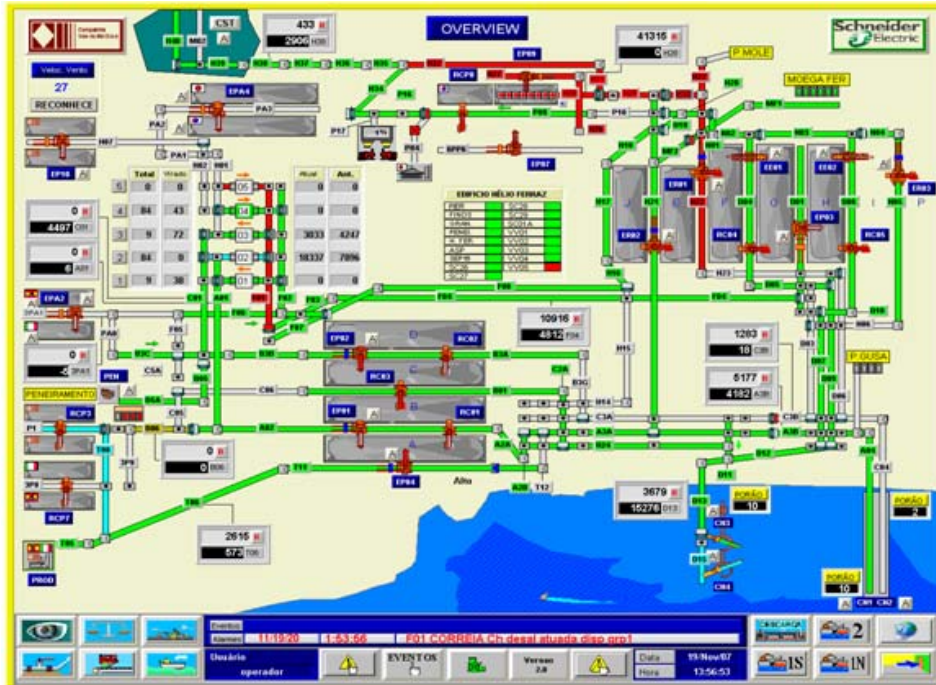
Em qualquer terminal portuário existem basicamente dois processos: o de Exportação e o de Importação.

Para o Terminal de Tubarão, o processo de Exportação consiste no recebimento da carga em vagões e através de rotas portuárias de descarga, onde o produto é descarregado em um pátio ou armazém e estocado temporariamente. Seguindo uma programação operacional, o produto é retirado dos pátios ou armazéns e através de rotas portuárias de embarque, seguindo para o carregamento em navios.

No processo de Importação, estas atividades se repetem numa seqüência inversa, designadas como movimentação de cargas importadas.

## 2.1.2 Rota portuária

É o caminho percorrido pelo material dentro do porto desde sua origem (Viradores de Vagões, Armazéns, pátios, navios, moegas etc.), até seu destino (Navios, Vagões, outros pátios etc.) geralmente selecionado pelo operador da sala de controle do terminal.



Tela de overview do Sistema Supervisório do Porto de Tubarão - Minério

**Figura 2:** Rotas Portuárias do Porto de Tubarão – Minério.

Nos terminais da VALE que operam com graneis secos, as rotas portuárias são geralmente formadas por varias correias transportadoras interligadas formando um caminho entre a origem e o destino por onde o produto é transportado.

## 2.1.3 Partida de um transportador

A partida de um transportador é controlada por um PLC e envolve os seguintes passos: <sup>(2)</sup>

- Checagem da condição operacional do equipamento. Caso seja detectada atuação em qualquer de suas proteções, o sistema informa ao operador o defeito e não parte o equipamento.
- Não existindo problemas, uma sirene de alerta é acionada por 20 segundos e em seguida os motores de acionamento da correia são energizados em uma seqüência pré-definida e com um intervalo médio de 5 segundos entre eles para evitar sobrecarga no sistema elétrico.
- Após todos os motores serem energizados, é contado um tempo que depende do tamanho de cada transportador (varia entre 15 e 30 segundos), para que o mesmo atinja a sua velocidade nominal. Após este tempo, uma nova checagem da condição operacional do equipamento é feita.
- Caso nesta segunda checagem não seja identificado nenhum problema (sub-velocidade), é liberado uma permissão para que o transportador a montante inicie a sua própria seqüência de partida e todos os passos descritos são repetidos.

## 2.2 Partida de uma Rota – Modelo Convencional

No modo Convencional, a partida da rota inicia-se pelo destino em direção a origem, ou seja, as correias mais próximas ao destino da carga (carregadores de navios, empilhadeiras, pátios) são acionadas uma a uma, até a sua origem (recuperadoras, viradores, armazéns). Após todos os transportadores da rota estarem operando, libera-se o material a ser transportado garantindo que em qualquer condição, o transportador a frente da carga sempre estará operando.

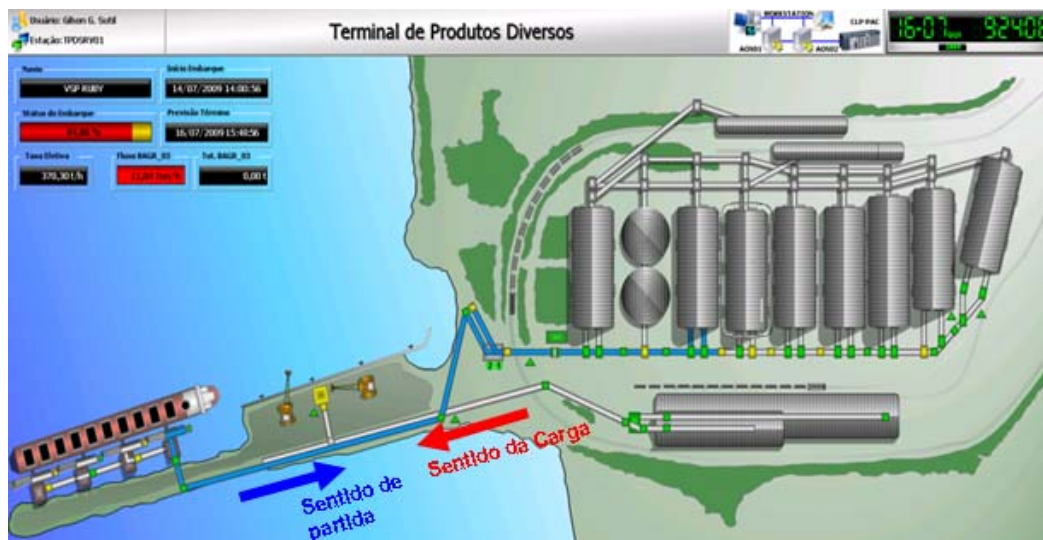
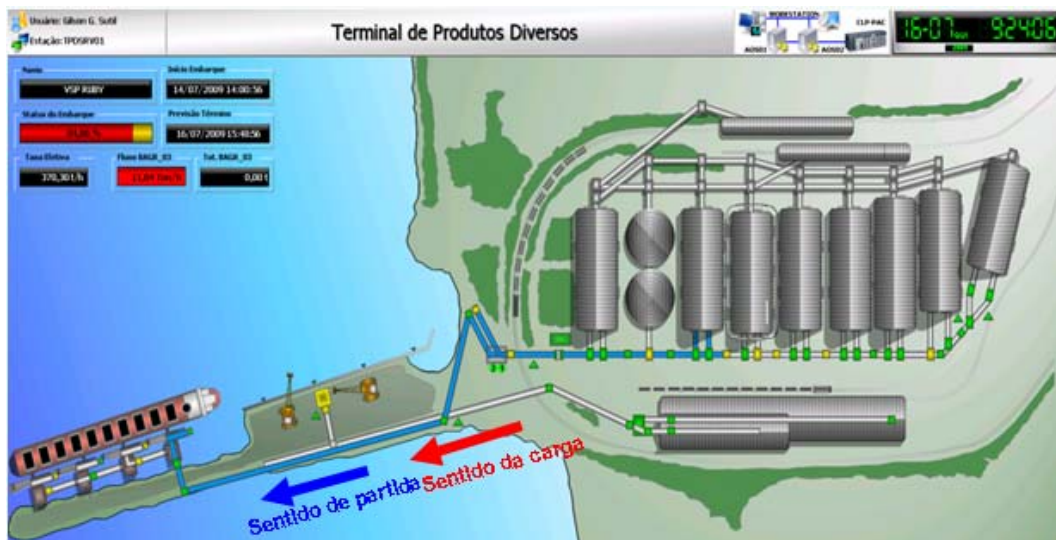


Figura 3: Seqüência de partida dos transportadores em modo convencional.

## 2.3 Descrição do Modelo em Rota Reversa

Neste modelo, a partida das rotas acontece da origem em direção ao destino da carga, ou seja, no Terminal de Produtos Diversos, o primeiro transportador a rodar é do Armazém (origem da carga) seguindo uma seqüência de transportadores de correias definido na Rota Portuária selecionada, até chegar ao Carregador de Navios.

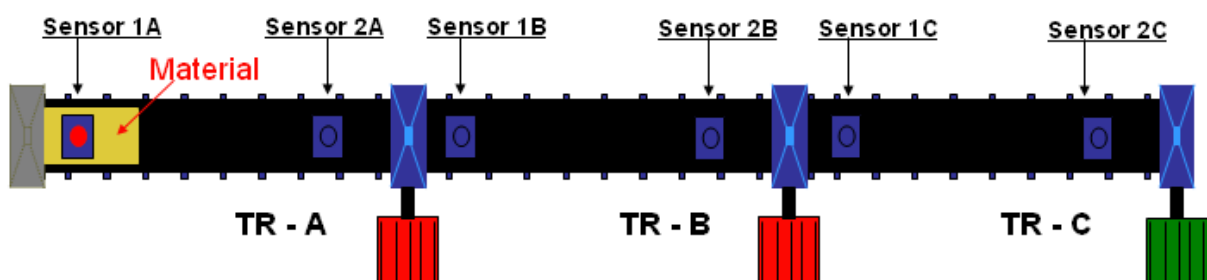
Assim que o segundo transportador da rota enviar a confirmação de “operação normal”, a carga é liberada no Armazém continuando esta seqüência até o Carregador de Navios.



**Figura 4:** Sequencia de partida dos transportadores em modo Reverso.

Esta sequência de partida em modo reverso precisa ser muito confiável para evitar acidentes operacionais como entupimento de chutes, perda de carga etc. Por isso, este modelo possui como premissa uma detecção confiável do material (carga) sobre todas as correias transportadoras envolvidas, pois a sequência de partida dos transportadores a frente é comandada pela chegada da carga ou produto no transportador a jusante. Uma vez detectado a presença do material no primeiro transportador (equipamento de origem), o sistema deverá comandar a partida do segundo transportador continuando assim até a partida do ultimo transportador da rota (equipamento de destino da carga).

Conforme ilustrado na figura 5 abaixo, a correia “C” será acionada tão logo o instrumento 1A detecte a presença do material na correia “A” – por segurança trabalhamos sempre com lógica N+2. Neste caso, pressupõem que a correia “B” já estará funcionando e assim que o instrumento 1B detecte a presença de material na correia “B” comandará o acionamento da correia “D” à frente e assim por diante até chegar ao equipamento de destino.



**Figura 5:** Partida em modo Reverso – detecção de material na correia A e partida da correia B. <sup>(1)</sup>

O transportador permanece funcionando enquanto ele próprio ou seu antecessor estiverem com material, ou seja, enquanto os instrumentos continuarem apontando presença de material sobre as correias. No momento em que os instrumentos de um transportador (instrumento de origem e instrumento de destino) não mais indicarem a presença do material, inicia-se a contagem em um temporizador para desligamento da rota uma vez que o sistema estará rodando sem carga (este tempo deverá ser acordado com o pessoal de operação).

Passado este tempo, o transportador será desligado no sentido origem para destino independente da ação do operador. Este procedimento libera o operador da função de “vigia” de carga e toda vez que o sistema operar a vazio por um tempo maior que o tempo definido, as correias são desligadas. Esta premissa contribui para a redução no consumo de energia no processo.

No Terminal de Produtos Diversos este tempo foi acordado em 10 minutos, pois para as trocas de porão de um navio existe necessidade de cortar o envio do material por um tempo máximo de 7 minutos (histórico). Por medida de segurança, adotou-se um tempo de 10 minutos, após os dois instrumentos não mais detectarem a presença do material sobre a correia, para desligamento dos equipamentos. Este tempo não deverá ser aplicável caso os transportadores da rota possuam acionamento com partida direta (sem inversores de frequência) alimentados em Média Tensão, para evitar que os mesmos tenham um numero maior de partidas em intervalos curtos.

Caso o tempo operando sem carga seja menor que 10 minutos, o sistema permanece operando conforme ilustrado na Figura 6.

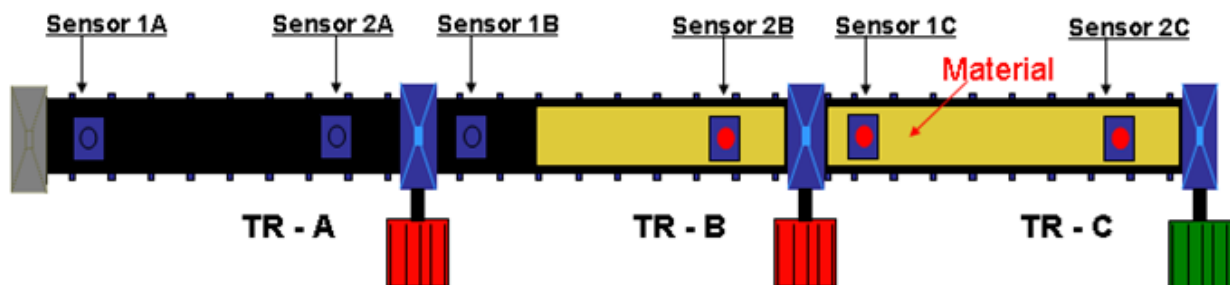


Figura 6: Partida em modo Reverso – sem presença de material entre correia A e correia B. <sup>(1)</sup>

O fluxograma simplificado para duas correias é apresentado na Figura 7:

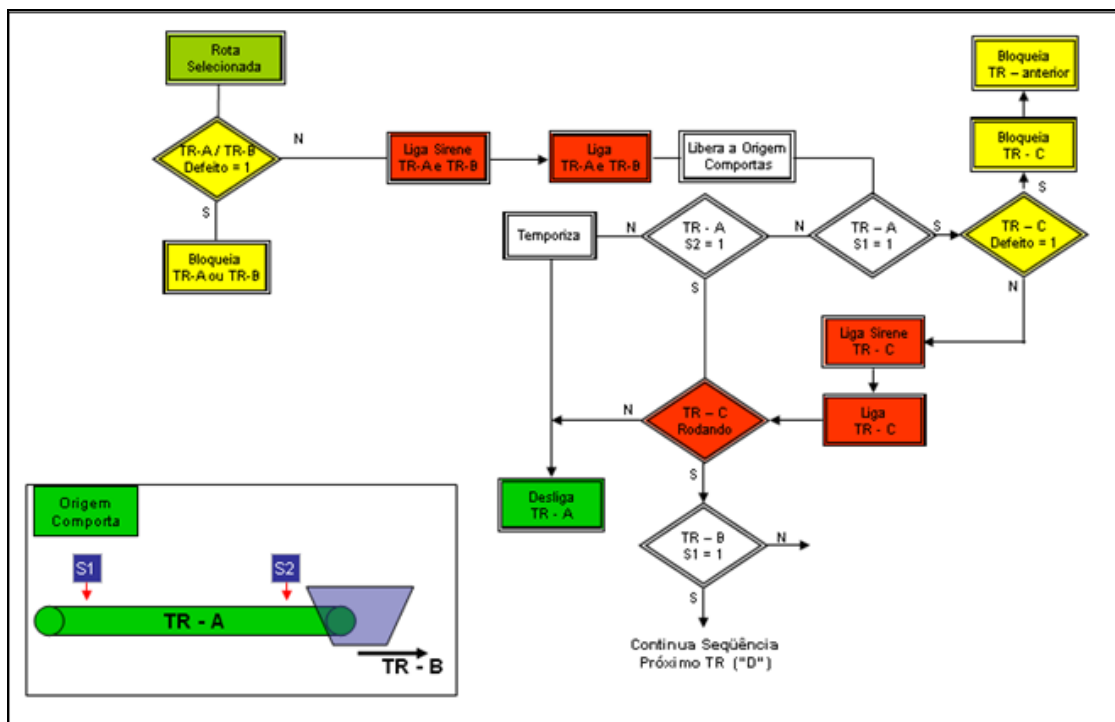


Figura 7: Fluxograma de partida para dois transportadores. <sup>(1)</sup>

Em caso de defeito em um transportador no meio da rota, o intertravamento lógico determina a paralisação do transportador à jusante ao transportador defeituoso (lógica existente em todos os transportadores) e o transportador a montante continua operando, pois existe carga detectada pelos instrumentos sobre os mesmos. Caso o tempo de manutenção seja maior que 10 minutos, o transportador a montante para por falta de material. Assim que o defeito for sanado, o operador deverá selecionar novamente a rota e os sistema detectar qual transportador deverá rodar, ou seja, irá rodar o primeiro transportador que estiver vazio, neste caso o transportador a montante do transportador que parou por defeito., e assim por diante até rodar toda a rota.

Em resumo, uma vez que a rota seja selecionada o funcionamento dos transportadores fica independente da vontade do operador de ligá-lo ou desligá-lo, funcionando, paralisando e retomando a operação automaticamente quando necessário (para defeitos menores que 10 minutos). Nas salas de controle, teremos apenas chaves ou comandos em tela com a finalidade de parar a rota em casos de emergência.

### **2.3.1 Sistema de Detecção de material**

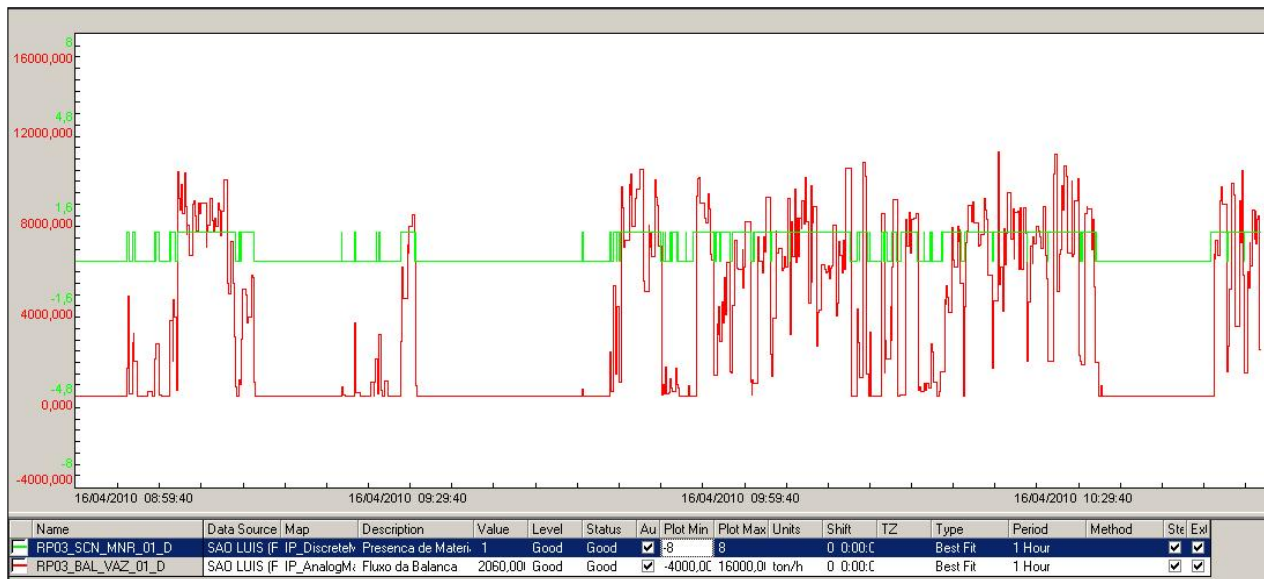
Para detectar a presença de material sobre as correias, utilizamos medidores de distancia laser<sup>(3)</sup> – equipamentos disponíveis no mercado. No Terminal de Produtos Diversos estes medidores foram montados sobre as correias, conforme Figura 8.



**Figura 8:** Montagem dos instrumentos de material sobre as correias

Com a finalidade de comprovar a confiabilidade do instrumento, instalamos um sensor em um transportador onde já existia uma balança de fluxo instalada e comparamos os sinais, conforme figura abaixo. O resultado comprovou que o instrumento detectava a passagem de pequenos volumes de produto, colocando o sinal de saída em um.





**Figura 9:** Teste de confiabilidade do Sensor realizado em uma correia do minério

Para garantir a segurança do sistema, foram adotadas algumas premissas adicionais:

- Os instrumentos utilizados para detectar o material devem ser instalados em redundância (dois em cada ponto), serem adequados para operação em área industrial, robustos e montados em caixas de proteção em local que facilite o acesso para manutenção;
- Os instrumentos devem operar com lógica positiva e serem monitorados “on line”. A falha de um dos instrumentos deve ser sinalizada como alarme para a sala de controle e a equipe de manutenção. Ocorrendo a falha de ambos os instrumentos (principal e redundante) o sistema deve comandar o desligamento da rota;
- Foi adotada a seguinte nomenclatura para identificação dos instrumentos:
  - DMLD – Detector de Material Liga Destino,
  - DMLD\_R – Detector de Material liga Destino \_ Redundante,
  - DMDO – Detector de Material Desliga Origem,
  - DMDO\_R – Detector de Material Desliga Origem \_ Redundante,
- Os instrumentos instalados na traseira do transportador (DMLD e DMLD\_redundante) tem a função de informar a presença/falta de material para o sistema. No caso de presença de material e o transportador a montante estiver pronto para operar o sistema deverá ligar o transportador a montante e manter o transportador a que ele pertence funcionando. No caso de falta de material o sistema deverá aguardar os instrumentos (DMDO e DMDO\_redundante) informar a falta de material mais 10 minutos e desligar o transportador a que eles pertence;
- Os instrumentos instalados próximo ao acionamento (DMDO e DMDO\_redundante) tem a função de informar a presença/falta de material para o sistema. No caso de falta de material e após 10 minutos o sistema deverá solicitar o desligamento do transportador a que eles pertence. No caso de presença de material e o transportador a montante esteja parado, o sistema deverá desligar o transportador a que eles pertence.
- Através de algoritmo específico, o sistema deverá calcular a posição do material no transportador após receber informação dos instrumentos (DMLD e DMLD \_redundante) e corrigir este cálculo com as informações dos

instrumentos (DMLD e DMLD \_redundante) instalados próximo ao acionamento. Um sistema de proteção adicional descrito no item 2.3.2 a frente foi incluído no algoritmo do PLC do TPD e é aconselhável;

- Todo transportador receberá a solicitação/permissão para ligar através dos instrumentos (DMLD - DMLD \_redundante) instalado no transportador a jusante ou equipamento de origem (Comporta, Virador, Recuperadora, Descarregador, etc's) após detectar o material. Para transportadores longos o tempo para a partida deverá ser o somatório do tempo fixo (sirene + acionamento) mais o tempo variável (tempo de percurso do material sobre a correia - tamanho X velocidade);
- Todo transportador receberá o comando de desligar quando:
  - Os instrumentos (DMLD + DMDO e redundantes), instalados no próprio transportador informarem ao sistema a falta de material e depois de contado o tempo de desligamento definido para o transportador;
  - O transportador de destino (transportador a montante) parar por qualquer motivo.

Deverá ser considerado a formula indicada na Figura 10, que determina o posicionamento correto para instalação dos instrumentos em um transportador típico.

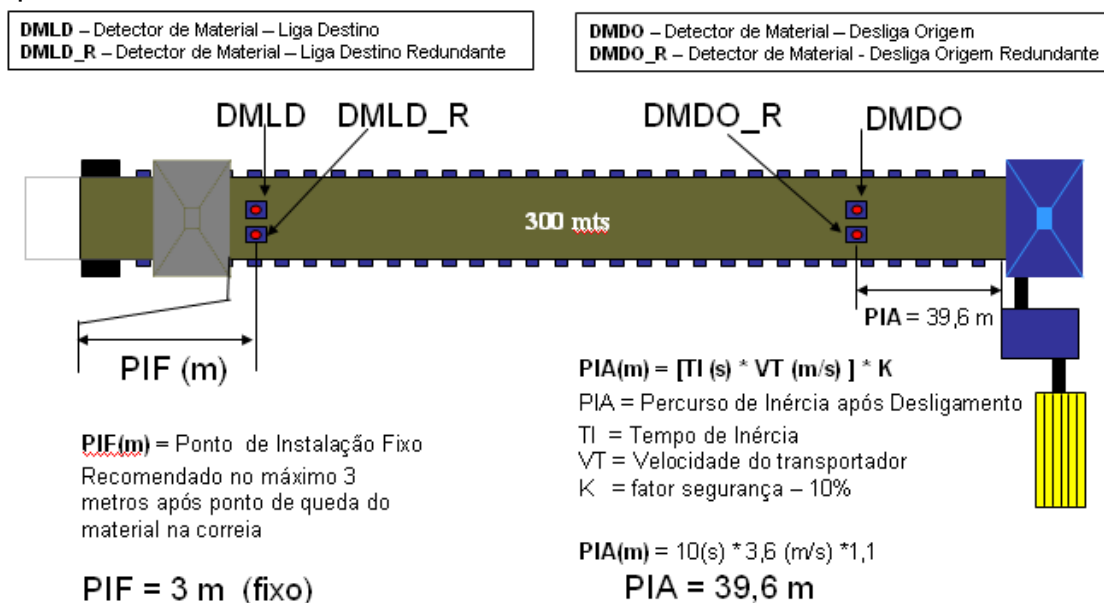


Figura 10: Esquemático de ligação dos instrumentos. <sup>(1)</sup>

### 2.3.2 Sistema de proteção adicional

O Terminal de Produtos Diversos é a primeira planta da VALE a introduzir este conceito. Por este motivo e para proporcionarmos uma garantia extra ao sistema, foi desenvolvido um algoritmo de contagem de tempo e comparação com uma tabela de referencia para cada transportador. Os tempos desta tabela de referencia (Tabela 1) foram medidos em campo com os equipamentos operando em condições normais de fluxo. <sup>(4)</sup>

Caso os instrumentos (principal e redundante) não sinalizem a presença do material no tempo máximo indicado na tabela de referencia, o algoritmo comanda o desligamento da rota. Esta medida é aconselhável como proteção extra ao sistema porem os tempos precisam ser bem ajustados para evitar desligamentos indevidos principalmente quando os transportadores partirem com carga após a ocorrência de um defeito em um dos transportadores da rota.

## 3 RESULTADOS OBTIDOS

Existem dois resultados facilmente mensuráveis neste projeto:

- redução do tempo necessário para completar o carregamento de um navio, com conseqüente aumento da produtividade do sistema (taxa efetiva); e
- dedução do tempo de operação a vazio dos equipamentos com uma conseqüente redução do consumo de energia elétrica.

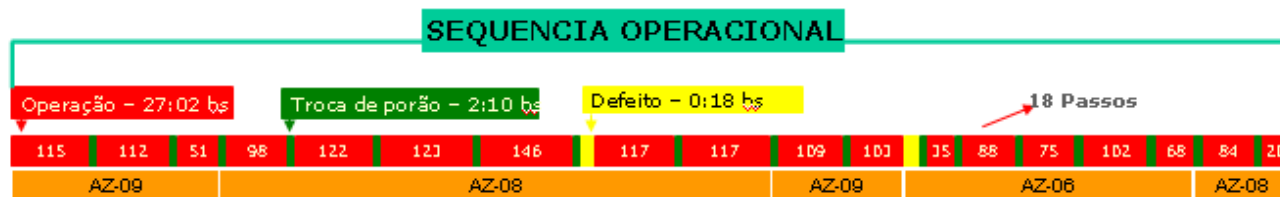
### 3.1 Estimativas para Cálculo do Aumento de Produtividade

Antes da implantação, foi necessário estimarmos os ganhos para obtermos a verba para implantação, e para isso, o primeiro passo foi medir os tempos de acionamento (partida) de todos os equipamentos da linha de embarque e o tempo de transporte do produto ao longo dos transportadores em cada rota. Para os equipamentos do Terminal de Produtos Diversos, os tempos de acionamento de cada transportador variam de 20 a 40 segundos e o a Tabela 1 apresenta os dados adotados como padrão para o Terminal, indicando os tempos de partida dos transportadores e os tempos medidos de transporte da carga:

**Tabela 1:** Medição de tempos de Acionamento e de transporte de produto nas rotas<sup>(2)</sup>

Origem	Tempo para Rodar Rota (AZ → CN) - Minutos				Tempo de Transporte do material (AZ → CN) minutos				Menor Tempo	Maior Tempo
	CN-05	CN-06	CN-07	CN-08	CN-05	CN-06	CN-07	CN-08		
AZ-01	3,5	3,5	3,5	4,0	10,5	11,0	11,5	12,0	14,0	16,0
AZ-02	3,5	3,5	4,0	4,5	11,5	12,0	12,5	13,0	15,0	17,5
AZ-03	3,5	4,0	4,5	4,5	12,5	13,0	13,5	14,0	16,0	18,5
AZ-04	4,0	4,5	4,5	5,0	13,0	14,0	14,5	15,0	17,0	20,0
AZ-05	4,5	4,5	5,0	5,5	14,0	15,0	15,5	16,0	18,5	21,5
AZ-06	4,5	5,0	5,5	5,5	15,0	16,0	16,5	17,0	19,5	22,5
AZ-07	5,0	5,5	5,5	6,0	16,0	16,5	17,0	18,0	21,0	24,0
AZ-08	5,5	5,5	6,0	6,5	16,5	17,0	17,5	18,0	22,0	24,5
AZ-09	5,5	6,0	6,5	6,5	18,0	18,5	19,0	19,5	23,5	26,0

Em seguida, medimos os tempos e eventos ocorridos de um carregamento de navio com a finalidade de registrar os tempos de partida de uma rota durante a operação. Nos dias 22 a 24 de maio de 2007, registramos uma operação completa de carregamento do navio PATYA BULKER no Terminal de Produtos Diversos. Este navio carregou 65.824 Toneladas de soja em 29 horas e 30 minutos de operação a um fluxo médio de 2.283 toneladas/hora e foi considerado como nosso navio típico para este projeto. A Figura 11 apresenta o resumo dos dados coletados:



**Figura 11:** Levantamento de dados – Navio Patya Bulker em maio de 2007. <sup>(1)</sup>

Conforme mostrado na Figura 11, o navio operou com carga de três Armazéns (AZ-06, AZ-08 e Az-09) e registramos 18 passos ou 18 partidas de rotas durante o período do carregamento. Tivemos 18 minutos com o sistema parado por defeitos e outras 2:10 horas com as 18 trocas de porão.

A Tabela 2 apresenta os tempos medidos da operação realizada com a rota convencional neste carregamento e os tempos estimados para a mesma operação caso fosse utilizado a rota reversa (todos em minutos):

**Tabela 2:** Tempos medidos navio Patya Bulker <sup>(1)</sup>

METODO	Nº Passos	A Tempo para rodar Rotas	B Tempo de transporte do material até CN	Total A + B	Tempo Total Operado
Convencional	18	120	235	355	1.685
Rota Reversa	18	18	235	253	1.583
<b>GANHOS</b>		<b>102</b>			<b>6,18%</b>

OBS: Este navio operou apenas com a Rota Convencional. Os tempos informados para partida da Rota Reversa foram medidos no campo e a somatória destes formou os tempos de rota do quadro 1.

A fórmula de cálculo utilizada para estimar o aumento de produtividade/produção foi:

- A – Taxa média do Terminal (TPD): 1.653 toneladas/hora
- B – Ganho de tempo no carregamento: 102 minutos
- C – Numero de navios em 2007: 132
- D – Ganho possível em horas no ano:  $(B \times C)/60 = 224,4$  horas
- E – Ganho possível em volume no ano:  $A \times D = 370.933$  Toneladas
- F – Volume movimentado em 2007: 4.748.177 Toneladas
- G – Aumento de Capacidade possível:  $E / F = 7,8\%$

### 3.2 Cálculo da Economia de Energia

Para calcularmos a economia de energia, levantamos a potencia dos motores de todos os transportadores das rotas de embarque do Terminal de Produtos Diversos. Como o navio Patya Bulker operou com 3 armazéns, adotamos a potencia média das três rotas chegando a um valor de 2.581 Kw. <sup>(5,6)</sup>

A fórmula de cálculo utilizada para estimar a economia de energia elétrica foi:

- A – Potencia média das rotas operadas: 2.581 Kw;
- B – Redução do tempo operando a vazio: 102 minutos ou 1,7 horas;
- Redução tempo aguardando material: 13 minutos X 18 passos = 3,9 horas;
- Redução Total por navio: 5,6 horas;
- C – Consumo do motor a vazio: 42% - considerado o arraste da correia <sup>(6)</sup>
- D – Custo da Energia Elétrica: 131,5 R\$/Mwh – base junho/2008;
- E – Economia de energia elétrica:  $A \times B \times C \times D = R\$ 798$  para este navio;
- F – Numero de navios /ano: 132;
- G – Economia de energia ano:  $E \times F = R\$ 105.378$  ou US\$ 58.543.

Os dados dos itens 3.1 a 3.3 acima foram apresentados a Gerencia de Operação do Terminal que aprovou o investimento e a implantação em caráter de teste no Terminal de Produtos Diversos. A implantação ocorreu de janeiro a setembro de 2009.

### 3.3 Medições de Campo após Implantação

O sistema entrou em operação em outubro de 2009 porem apresentou vários problemas que demandou alterações e ajustes no software de controle. No inicio da safra de 2010, o sistema já demonstrava maior estabilidade e com isso, em abril/2010 monitoramos as operações de todos os navios carregados no terminal e também dos principais indicadores operacionais conforme abaixo:

- \* Numero de navios no período: 11 navios
- \* Volume total no período: 605.081 ton.
- \* Total de Horas operado: 527:30 horas
- \* Redução do tempo de rota reversa comparado com tempo rota convencional: 4,36%
- \* Aumento de Capacidade projetada para o ano - 308.986 ton./ano - 6,41%

OBS: A economia de energia não foi possível mensurar, pois não existem medidores elétricos individualizados para cada acionamento no Terminal de Produtos Diversos.

Os indicadores operacionais abaixo confirmam a melhoria no desempenho do terminal após implantação deste projeto.

**Tabela 3:** Indicadores operacionais

Descrição do Item	2008	2009	2010	2011
Volume movimentado no ano	4.293.655	4.839.649	5.251.584	4.654.122
Numero de navios	115	126	108	101
Tempo Aguardando	1.162	1.373	1.097	940

## 4 DISCUSSÃO

Apresentamos abaixo algumas premissas e informações que precisam ser consideradas para implantação deste conceito em outros terminais portuários ou em outras plantas.

### 4.1 Aumento da Capacidade de Produção

Os resultados apresentados no item anterior foram todos baseados nos números e nas condições operacionais do Terminal de Produtos Diversos e este resultado (obtidos no mês de abril de 2010) foi projetado para um mercado de demanda aquecida, mas precisamos avaliar as seguintes condições:

- Os produtos manuseados neste terminal são sazonais com elevada demanda no período de março a novembro e com baixa demanda nos meses de dezembro a fevereiro. O aumento da disponibilidade do terminal nos meses de baixa demanda não gera necessariamente um aumento da produção caso não exista o produto estocado ou navios em fila para carregamento;
- A melhoria na produtividade com a implantação da Rota Reversa é uma realidade, mas o aumento da produção no Terminal de Produtos Diversos

dependerá de um planejamento mais arrojado das operações com a programação de um numero maior de navios e um giro maior dos produtos. Este planejamento mais arrojado também dependerá da realidade do mercado.

Desde o start-up da rota reversa no final de 2009, foram necessários vários ajustes no sistema visando correção de falhas, porem o aumento na taxa de embarque tem sido comprovada a cada navio e os números da gerencia de operações do terminal aponta para um acréscimo médio de 6,4% na taxa efetiva de carregamento.

Ao extrapolar os dados estimados para outros terminais com um maior volume de carga movimentada<sup>(7)</sup> e com mais correias transportadoras envolvidas, os ganhos aumentam significativamente, pois quanto maior o volume, o numero de navios e os tempos para acionamento das correias, maior será o ganho de produção com a implantação da Rota Reversa.

Este conceito foi implantado nas rotas de embarque do Terminal de Ponta da Madeira em São Luis que exporta cerca de 130 milhões ton/ano com uma média de 686 navios. Este terminal opera com 54 transportadores de correia nas rotas de embarque, e com isso, os ganhos serão muito maiores que os ganhos estimados para o Terminal de Produtos Diversos que movimenta um volume menor e com um menor número de correias envolvidas.

#### **4.2 Redução do Consumo de Energia**

Os valores estimados para economia de energia são pequenos se comparados com os totais da conta de energia elétrica do terminal (Demanda e Consumo), porem esta redução é de fácil dedução uma vez que comprovadamente os equipamentos operam um tempo menor a cada carregamento.

A VALE é uma empresa comprometida com o conceito de desenvolvimento sustentável, que visa o equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e a necessidade de crescimento econômico, deixando isso explicito em sua política de Meio Ambiente. A busca deste equilíbrio é um desafio para a VALE e a economia de energia proporcionada neste projeto apresenta um forte apelo ambiental e alinhamento com as diretrizes da empresa.

#### **4.3 Analise da Viabilidade para Rotas Curtas**

Baseado na menor rota existente no Terminal de Produtos Diversos (AZ-01 para CN-05 com 7 correias envolvidas) onde o ganho de tempo é de apenas 3,5 minutos por acionamento, podemos deduzir que para as rotas com um numero menor que quatro/cinco correias transportadoras, os ganhos serão pequenos tornando praticamente inviável a implantação deste conceito em uma planta existente. Para uma planta nova onde todo o software será desenvolvido, acreditamos que os ganhos permanecem validos.

#### **4.4 Análise dos Riscos Envolvidos**

O maior risco para a operação no conceito de Rota Reversa é o entupimento dos chutes de transferências. Por este motivo no projeto da rota reversa foi previsto a instalação de quatro instrumentos em cada correia transportadora (dois DMLD e dois DMDO operando em redundância). Quando ocorrer uma falha em um dos instrumentos um alarme é emitido para o operador e para o pessoal da manutenção.

No caso de falha dos dois instrumentos, o sistema deverá reconhecer e paralisar a operação do equipamento, através do algoritmo de contagem de tempos e a comparação com dados de uma tabela de referencia para cada transportador implantado na lógica do Controlador Lógico Programável – CLP. Caso os instrumentos redundantes não sinalizem a presença do material no tempo máximo indicado na tabela de referencia, o algoritmo comanda o desligamento da rota.

#### **4.5 Redução no Intervalo entre Manutenções**

As manutenções preventivas nos transportadores hoje é calculada utilizando-se informações dos horímetros dos acionamentos e não mais por hora calendário com intervalos fixos. Desta forma, uma vez que o equipamento irá rodar um tempo menor (cerca de 4,3% menos como indicado no item 3.3), as intervenções de manutenção preventiva ocorrerão em um intervalo maior, gerando um numero menor de intervenções durante o ano reduzindo também o Homem Hora necessário.

### **5 CONCLUSÕES**

Para viabilizar a implantação deste novo conceito foi necessário quebrarmos vários paradigmas uma vez que nos 42 anos de operação do Terminal de Tubarão, nunca se havia cogitado esta possibilidade. As dificuldades iniciais foram grandes, mas não podemos condenar os nossos profissionais, pois durante o desenvolvimento deste projeto consultamos vários fornecedores de abrangência mundial e visitamos vários terminais de graneis pelo mundo e não encontramos este conceito ou algo similar implantado. Ao contrario, sempre que discutíamos esta idéia percebíamos um sentimento de desconfiança na sua aplicabilidade.

Em um meio competitivo como o da mineração tendo como pano de fundo o cenário econômico anterior a crise de 2008 onde todo o volume produzido precisava ser embarcado, a proposta de um possível aumento de produção praticamente sem obras de infra-estrutura, ganhou força. Ao termino da implantação em setembro de 2009, foi possível confirmar os primeiros ganhos de aumento da taxa efetiva de carregamento do Terminal gerando maior credibilidade ao projeto, porem a confirmação dos resultados só ocorreu no decorrer de 2010 quando a equipe de operação aprendeu a operar com este novo conceito e os ganhos começaram a ser medidos.

Esse projeto introduziu melhorias imediatas no processo, quebrou paradigmas antigos relacionados com a forma de partida de uma rota de transportadores e hoje já é visto como um diferencial competitivo estratégico para a empresa uma vez que torna possível o aumento da produtividade e conseqüentemente da produção, com investimentos muito baixos.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 Gerencia de Engenharia de Automação Portuária GAAPG. Titulo: PARTIDA EM ROTA REVERSA – PROJETO CONCEITUAL - 300D-77-21045 Rev0, 2008.
- 2 Gerencia de Operação de Carga Geral GEPOG, Padrão Técnico de Processo das Operações Portuárias - PTP-0001-GAMIG, Sistema de Grãos - item 3.1, dez. 2007.

- 3 Sick DataSheet, Distance laser sensor, proximity mode – series DT50 e Sick DataSheet, Distance Measurement and object detection in one device – series WTA24
- 4 IHM Engenharia, Manual de Operação do Terminal de Produtos Diversos, Planos de Embarque (item 22), 2009
- 5 Fabrica de Aço Paulista, Manual de Transportadores Contínuos, Cálculo da potencia de acionamento – seção 1.264º, edição – 1991.
- 6 WEG, Catalogo Geral de Motores Elétricos, Características de aceleração e fator de serviço, Versão 3.F – Item 3.
- 7 Diretoria de Portos e Navegação DIPN – Plano Diretor de Portos, Rev. 01, 2008.