

# DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA MINI SMARTTAG PARA RASTREAMENTO DE MINÉRIOS DA MINA À USINA<sup>1</sup>

Eduardo Nozawa<sup>2</sup>  
José Corsini<sup>3</sup>  
David LaRosa<sup>4</sup>  
Walter Valery<sup>5</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento do sistema de rastreamento de minérios SmartTag<sup>TM</sup>, bem como demonstrar sua eficácia no rastreamento em circuitos com britagem secundária e possíveis novas utilizações vislumbradas a partir deste desenvolvimento. O uso intenso e o sucesso das SmartTags<sup>TM</sup> com os resultados obtidos até então encorajaram o aprimoramento do sistema para oferecer um maior alcance no processo. A capacidade de sobrevivência das SmartTags<sup>TM</sup> foi estendida para além da britagem secundária através da redução do diâmetro das tradicionais etiquetas de 60 mm para 20 mm. Esta nova versão foi denominada MiniSmartTag<sup>TM</sup> e já foi aplicada em alguns Projetos de Integração e Otimização de Processos de Mina à Usina com resultados muito promissores. As Mini SmartTags<sup>TM</sup> apresentaram um índice de sobrevivência maior que das etiquetas normais em antenas instaladas após o 2º estágio de britagem. A capacidade de rastreamento estendida permite modelamento matemático mais preciso, associando com alta precisão a origem do minério com o desempenho do processo. Já estão sendo estudadas outras oportunidades para o uso das Mini SmartTags<sup>TM</sup> para o rastreamento de minérios desde o produtor até o cliente final, garantindo a qualidade e as especificações do produto entregue.

**Palavras-chave:** Rastreamento de minérios; RFID; Controle logístico.

## MINI SMARTTAG SYSTEM DEVELOPMENT FOR ORE TRACKING FROM MINE TO MILL AND OTHER APLICATIONS

### Abstract

This paper aims to present developments to the SmartTag<sup>TM</sup> ore tracking system, as well as demonstrate some applications already conducted, achieved results and new possible uses of the ore tracking system from this development on. The intense and successful achievements of the SmartTags<sup>TM</sup> so far have encouraged system improvements to allow a deeper reach through the process. The SmartTags<sup>TM</sup> life was extended beyond the secondary crushing by reducing the traditional tag diameter from 60 mm to 20 mm. This new version was called MiniSmartTag<sup>TM</sup> and it has been applied in some Process Integration and Optimisation Projects with very promising results. The MiniSmartTags<sup>TM</sup> have presented a higher blasting survivor index in antennas installed after the secondary crushing stage. The extended ore tracking through the process allow more reliable modeling, associating accurately ore origin with process performance. Others uses for MiniSmartTags<sup>TM</sup> have being considered for ore tracking from producer to final client, ensuring the product quality and specifications.

**Key words:** Ore tracking; RFID; Logistic control.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 39º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 10º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 22 a 26 de novembro de 2009, Ouro Preto, MG.

<sup>2</sup> Eng. de Minas. Eng. de Tecnologia de Processos, Metso Brasil.

<sup>3</sup> Eng. de Minas. Eng. de Tecnologia de Proessos Sênior, Metso Brasil

<sup>4</sup> Eng. Eletrônico. Gerente de Controle de Processos e Inovação, Metso Austrália

<sup>5</sup> PHD Eng. de Minas. Vice Presidente Global de Tecnologia de Processos, Metso Austrália

## 1 INTRODUÇÃO

Garantir a qualidade e especificações de um produto exige alto rigor no controle de um processo, desde as propriedades da matéria prima até a entrega ao cliente. No caso da mineração esse controle envolve características do minério, sua geologia, teor, dureza, parâmetros de processo como granulometria, energia, insumos, e por fim a logística para armazenamento e transporte.

Em muitas minerações, de modo muito rigoroso, a granulometria e os teores são utilizados para classificar a qualidade dos produtos, valorizando ou desvalorizando cada tonelada processada, impactando imediatamente na receita do empreendimento.

Uma das formas de controlar as características do produto é rastrear a matéria prima ao longo do processo. Aplicável a minerações e pedreiras, a Metso desenvolveu etiquetas eletrônicas com tecnologia RFID (Radio Frequency Identification) que acompanham o minério ao longo do processo, desde a detonação do maciço até produtos de britagem.

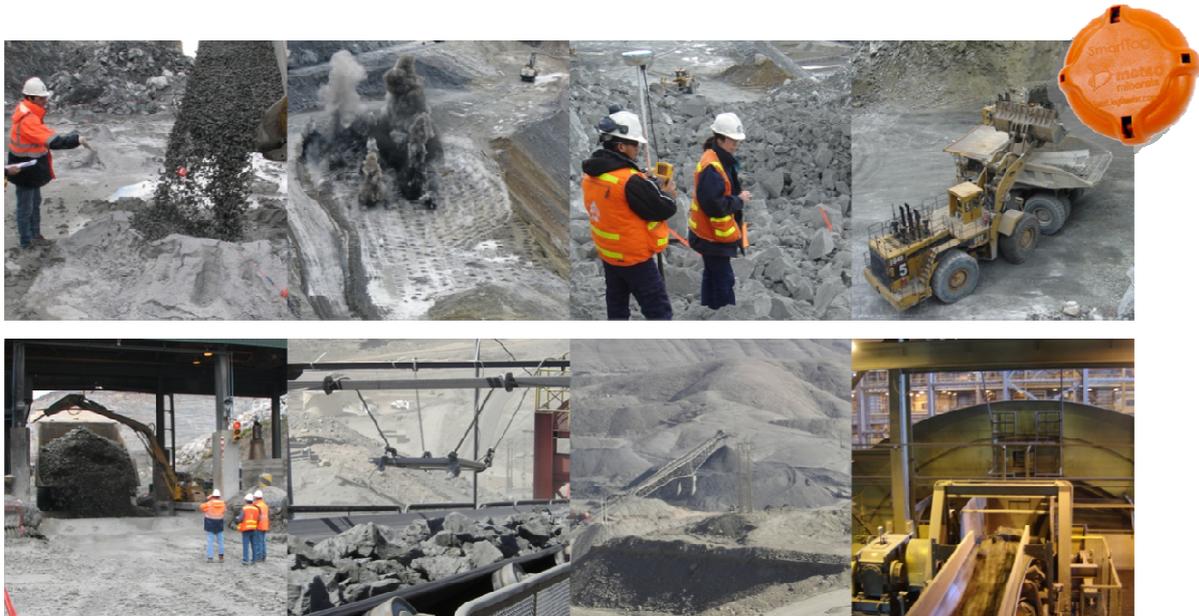
As etiquetas têm sido utilizadas pela Metso em Projetos de Integração e Otimização de Processos de Mina à Usina para determinar com grande precisão a origem do material que alimenta a usina durante campanhas de amostragem e assim associar o desempenho da operação com as características do material. São mais de 20 projetos com uso das etiquetas. Dentre outras aplicações possíveis podem ser enumeradas a medição do tempo de residência de pilhas, do período de trânsito da carga circulante, estimativas de diluição e lançamento da pilha no desmonte.<sup>(1)</sup>

Com objetivo de estender a aplicação do rastreamento de minérios, o sistema conhecido como MiniSmartTagTM foi desenvolvido através da redução do tamanho das etiquetas de 60 para 20 mm de diâmetro, permitindo sua detecção juntamente com material passante na malha 25 x 25 mm.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

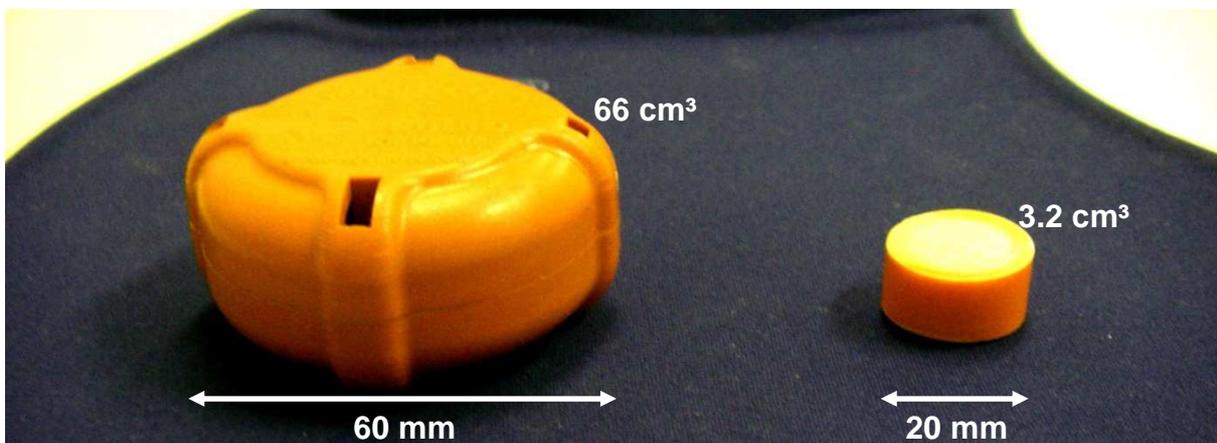
A etiqueta eletrônica desenvolvida pela Metso possui um chip com identificação única de tecnologia RFID que é enclausurado em uma cápsula polimérica de alta resistência. As etiquetas são inseridas no maciço através dos furos de explosivos, sendo alocadas geralmente na parte superior do furo, na região do tampão. Elas sobrevivem ao desmonte e seguem junto com o minério através do processo. Antenas especiais posicionadas em correias transportadoras identificam o número, a data e a hora em que as etiquetas passam.<sup>(2)</sup>

Os componentes eletrônicos internos são passivos, ou seja, não requerem nenhum tipo de bateria e a transmissão do sinal é iniciada apenas quando a etiqueta se aproxima da antena, que emite um campo magnético sob níveis seguros. Desta maneira, a vida útil de cada etiqueta é teoricamente infinita. A proteção polimérica é projetada para resistir à detonação e às etapas de carregamento, transporte, britagem e armazenamento. A Figura 1 ilustra o caminho percorrido pelas etiquetas.



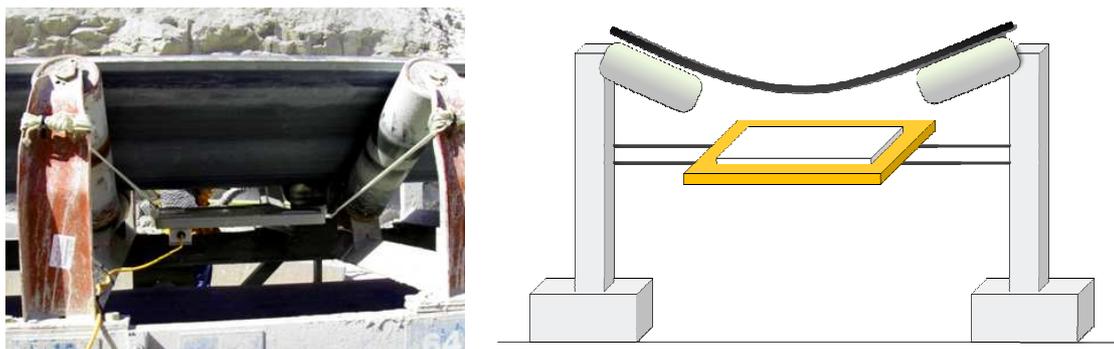
**Figura 1-** Caminho das etiquetas da mina à planta (1) colocação no furo, (2) resistindo ao desmorte, (3) mais etiquetas sendo colocadas na pilha de desmorte, (4) carregamento e transporte junto com o material, (5) passando pela britagem primária, (6) detecção pela antena, (7) armazenamento em pilha pulmão e (8) chegada ao moinho.

Com o objetivo de atingir um maior alcance ao longo do processo, o sistema foi desenvolvido reduzindo-se o tamanho das etiquetas de 60 mm para 20 mm de diâmetro, permitindo sua detecção com material passante na malha 25 x 25 mm. O volume ocupado pela mini etiqueta é 21 vezes menor que da outra.<sup>(3)</sup> A Figura 2 mostra as duas etiquetas lado a lado.



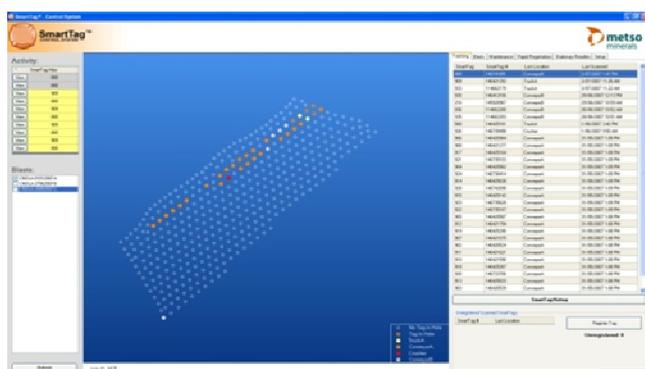
**Figura 2-** Etiqueta padrão e a mini etiqueta.

Foram necessárias algumas modificações nas antenas e receptores para que os sinais pudessem ser capturados normalmente. O arranjo ideal de montagem para as mini etiquetas (minitaggs) requer a instalação da antena abaixo da correia, entre os roletes, conforme esquematizado na Figura 3.



**Figura 3**– Arranjo de montagem não permanente para mini etiquetas.

Contudo, o software de controle e o dispositivo portátil (PDA) para apoio em campo permaneceram os mesmos. O software registra em um banco de dados o horário e a identificação da etiqueta e a antena que a detectou, além de calcular estatísticas da prova executada. Antes do desmonte, o PDA é utilizado para associar cada etiqueta com seu respectivo furo e sua posição georeferenciada. Ele possui uma antena integrada que faz a leitura da etiqueta ao ser depositada no furo. A Figura 4 mostra o a tela do software de controle e o PDA.



**Figura 4** – Tela do software de controle e PDA para trabalho em campo

### 3 PRIMEIROS RESULTADOS

Na operação referente a este estudo de caso, o material segue pelo circuito através de um britador primário 60 x 113, com CSS de 150 mm, pilha pulmão, britagem secundária com CSS 29 mm e pré-classificação em malha 50 x 50 mm, britadores terciários fechados com malha de 5 mm.

Três antenas foram posicionadas nas seguintes correias: (1) produto do britador primário, (2) saída da pilha pulmão e (3) alimentação dos britadores terciários.

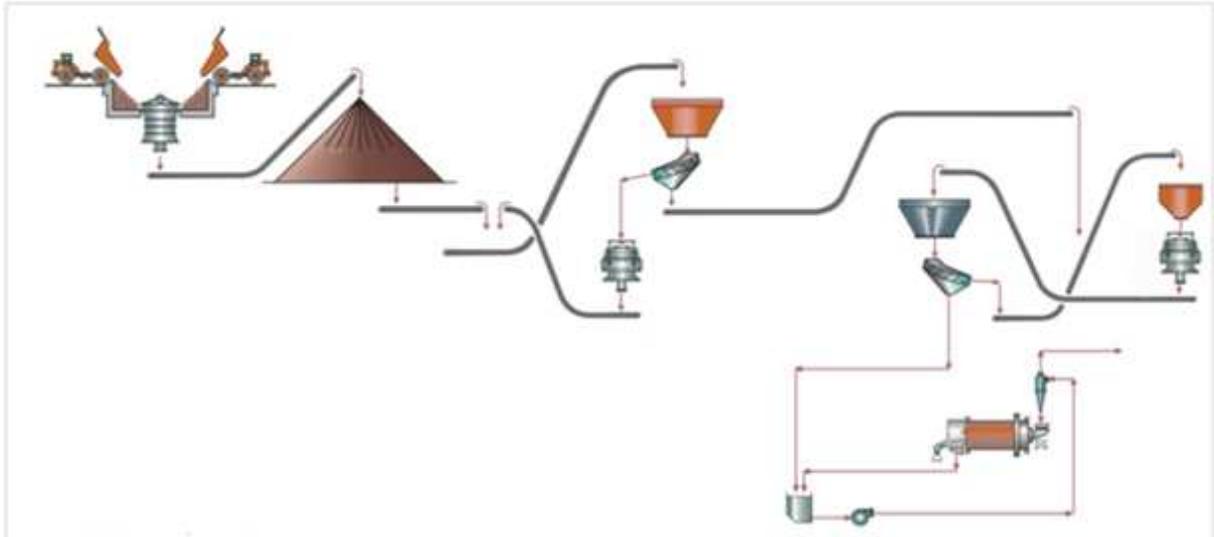


Figura 6 Ilustra a configuração do circuito e a posição de cada antena.

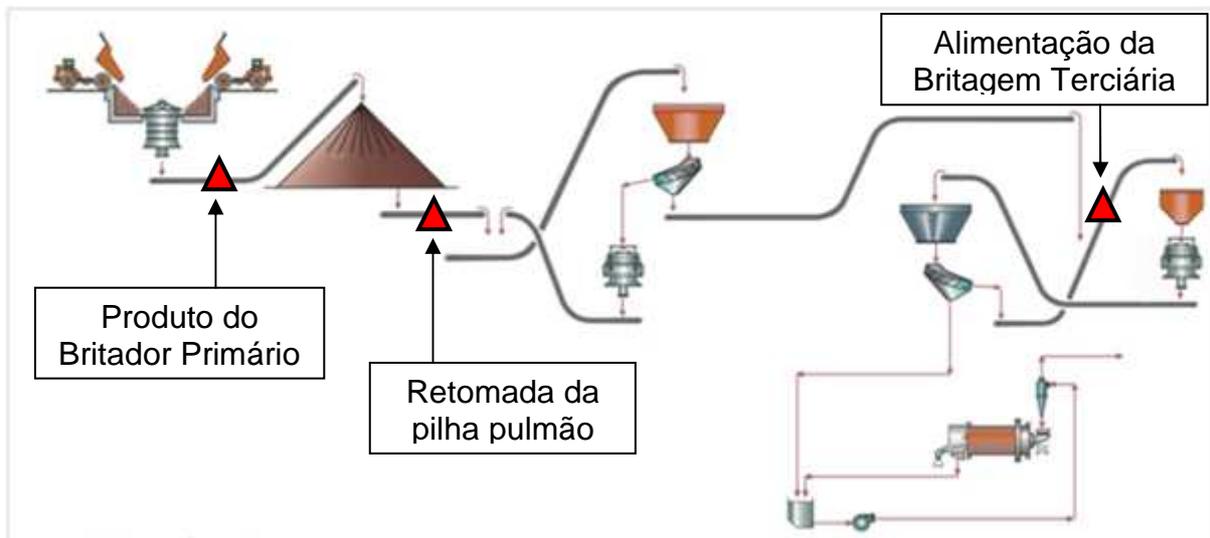


Figura 6– Circuito de britagem e moagem e locais de instalação das antenas.

Foram depositadas etiquetas em 68 furos, sendo 34 etiquetas de cada tipo. Mais 50 foram adicionadas na caçamba de 25 caminhões durante a descarga no britador primário, sendo um par de etiquetas de tipos diferentes para cada caminhão. A Figura 7 mostra a disposição dos furos do desmonte e o tipo de etiqueta que cada furo recebeu.

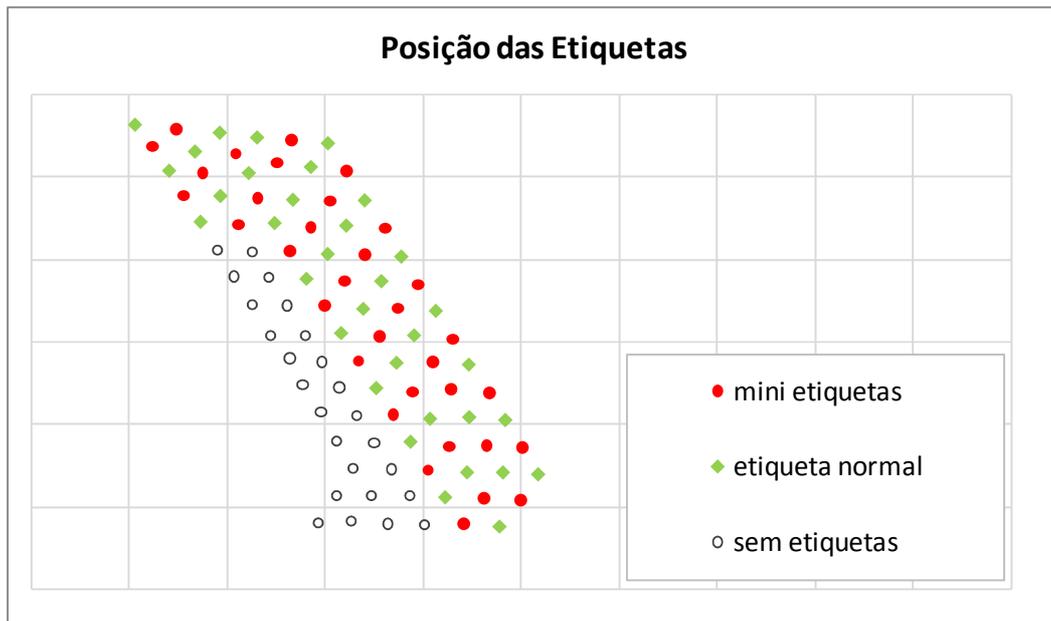


Figura 7 – Furos em que as etiquetas foram colocadas.

#### 4 RESULTADOS

Um total de 120 eventos foram detectados nas três antenas. Foram 68 no britador primário, 23 na saída da pilha pulmão e 41 na alimentação dos britadores terciários. A Figura 8 mostra o número acumulado de etiquetas somadas ao longo do tempo em cada uma das antenas.

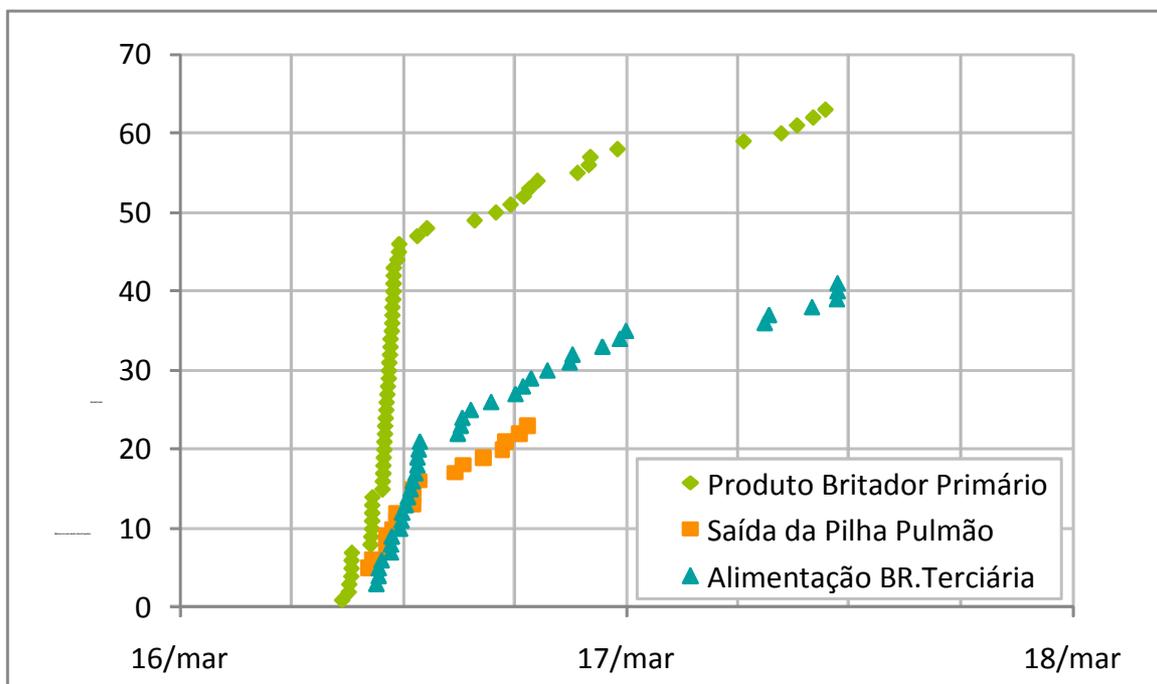


Figura 8 – Número acumulado de etiquetas detectadas durante a prova.

A antena 2, na saída da pilha pulmão, estava instalada na parte superior da correia, a uma distância superior à recomendada, todavia acabou sendo avariada por uma rocha no início da noite de 16 de março.

O desmonte ocorreu no dia 22 de Janeiro e a escavação entre os dias 15 e 17 de Março, 2 meses depois. O sistema monitorou o material passante pelo processo durante um período de 30 horas, dentro do qual um total de 67 etiquetas distintas foram detectadas, sendo 33 de tamanho normal e 34 mini etiquetas. A Tabela 1 mostra o número de etiquetas detectadas em cada antena, o tipo de etiqueta e a origem (mina ou caminhão).

**Tabela 1** – Etiquetas detectadas em cada antena

<b>Etiquetas</b>	<b>Produto Britador Primário</b>	<b>Saída da Pilha Pulmão</b>	<b>Alimentação da Britagem Terciária</b>
60 mm, caminhões	22	14	11
20 mm, caminhões	21	3	15
60 mm, mina	11	2	3
20 mm, mina	10	1	8
Total 60 mm	33	16	14
Total 20 mm	31	4	23
Total	64	20	37
Recuperação 60 mm total	<b>100%</b>	48.5%	<b>42.4%</b>
Recuperação 20 mm total	<b>91.2%</b>	11.8%	<b>67.6%</b>

A recuperação observada na pilha pulmão deve ser desconsiderada dado que o teste foi interrompido devido à avaria na antena. Porém, esperava-se que a curva acumulada de etiquetas detectadas por esta segunda antena estivesse entre as curvas observadas da primeira e terceira antena. Isso demonstra que a posição desfavorável da antena prejudicou sua sensibilidade, reduzindo consideravelmente o número de etiquetas detectadas

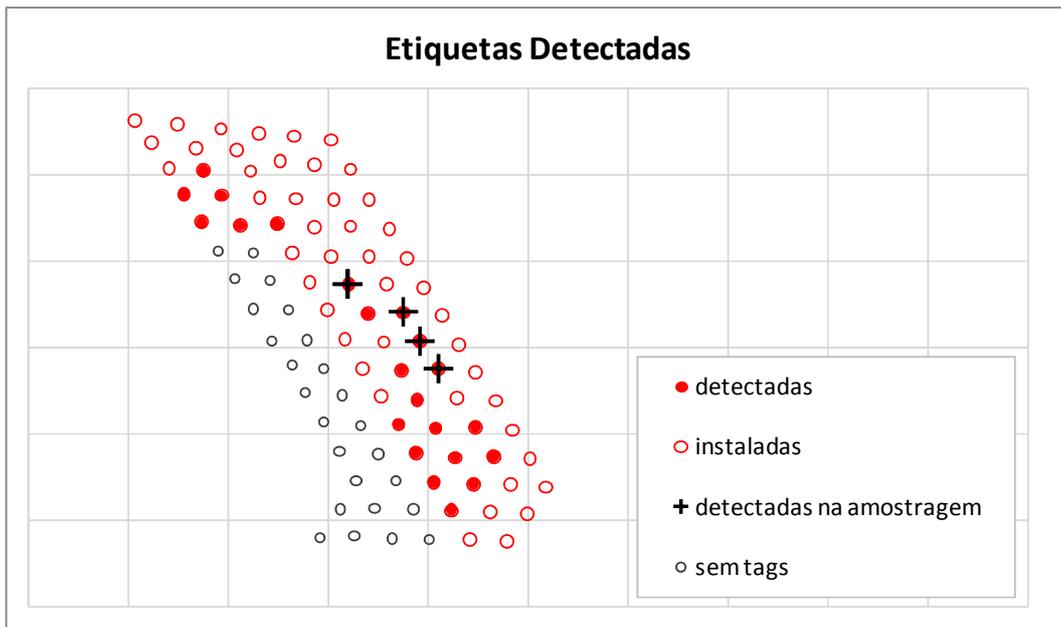
Nas demais antenas, a recuperação foi calculada com referência nas 67 etiquetas distintas. Dentre as etiquetas normais observadas na prova, todas foram detectadas na primeira antena e 42.4% na última. Considerando as mini etiquetas, 91.2% foram detectados no início do circuito e 67.6% na alimentação dos britadores terciários.

Estes índices mostram que a sobrevivência das mini etiquetas ao longo do circuito foi maior que da etiqueta normal. Em uma suposta situação em que a malha do peneiramento secundário fosse mais fechada, menor que 50 x 50 mm, certamente as etiquetas normais não chegariam aos britadores terciários.

Um período maior de observação poderia refinar estes indicadores, já que muitas etiquetas ainda permaneceram na pilha de desmonte. Porém o sistema não pôde permanecer instalado, pois se tratava de uma prova com data determinada para retorno dos equipamentos.

O índice de resistência ao desmonte das etiquetas normais, em operações que possuem o sistema instalado permanentemente, varia entre 70% e 80%. Portanto, espera-se que este índice seja mais elevado para as mini etiquetas devido a sua maior resistência e maior penetrabilidade nos espaços vazios do material desmontado.

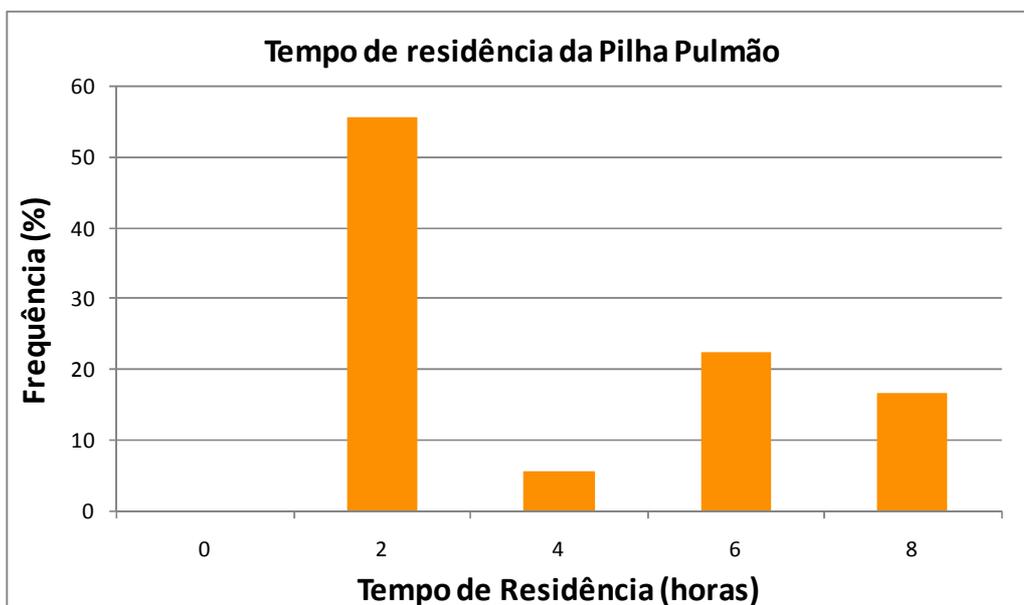
Para fins práticos, nesta prova as etiquetas foram utilizadas para acompanhar o material durante uma campanha de amostragem na planta. O mapa da Figura 9 revela que durante o período de amostragem o material que alimentou a planta originou-se da porção central do plano de fogo.



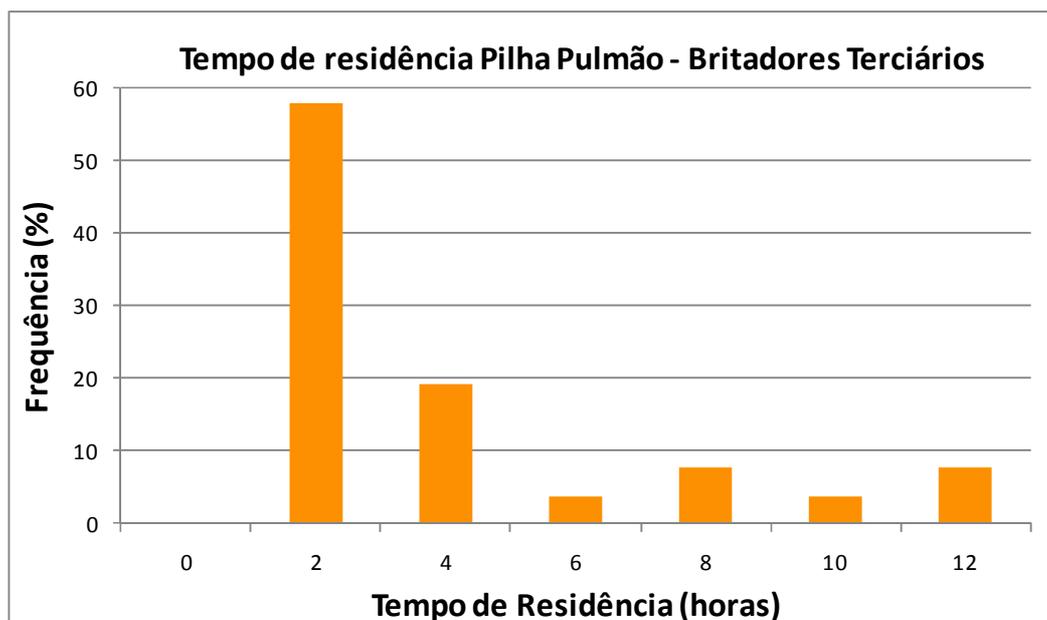
**Figura 9** – Etiquetas detectadas durante o período de amostragem

As etiquetas também foram utilizadas para calcular tempo de residência de silos e da pilha pulmão. A Figura 10 mostra a distribuição de tempos que as etiquetas levaram para transitar pela pilha pulmão, cujo nível estava a 75% de sua capacidade. Esses tempos foram medidos considerando a detecção das etiquetas no produto do britador primário e na saída da pilha.

Análises similares foram feitas considerando o produto do britador primário e a alimentação dos britadores terciários. Neste caso o período de trânsito foi até 4 horas mais longo (Figura 11).



**Figura 10** – Distribuição dos tempos de residência da pilha pulmão.



**Figura 5** – Tempos de residência da pilha pulmão à alimentação dos britadores terciários.

Algumas mini etiquetas, três delas, foram detectadas na terceira antena por duas vezes. A explicação plausível para estes eventos é que elas resistiram aos britadores terciários e retornaram com a carga circulante retida nas peneiras de malha 5 mm. Os tempos de trânsito dessas três etiquetas são mostrados na Tabela 2.

**Tabela 2** – Tempos de trânsito em torno do circuito de britagem terciária

Número da Etiqueta	Tempo de trânsito
335	86min
224	23 min
251	2 min

A grande diferença dos tempos de trânsito dentro do circuito é devida a variações no nível de enchimento dos silos que alimentam os britadores.

## 5 CONCLUSÕES

O sistema SmartTag™ foi instalado com capacidade de detectar ambos os tipos de etiquetas eletrônicas. Na prova executada as mini etiquetas apresentaram um índice de resistência mais elevado que as etiquetas normais, já que o índice de recuperação na alimentação da britagem terciária foi significativamente maior. Caso a malha do peneiramento secundário fosse mais fechada que 50 x 50 mm, esta diferença seria mais evidente. Estima-se que as mini etiquetas sejam capazes de passar com facilidade por malhas de tamanho 25 x 25 mm.

O índice de resistência à detonação na mina não pôde ser calculado visto que o período de observação foi curto, embora evidências apontem que as mini etiquetas tenham maiores chances de sobreviver, tanto pela maior resistência quanto pelo menor tamanho, conferindo a elas maior penetrabilidade nos espaços vazios das rochas.

A instalação incorreta da segunda antena demonstrou a importância das recomendações de instalação para garantir a integridade física do equipamento e

também a sensibilidade necessária. As etiquetas permaneceram na pilha de desmonte por um período de 2 meses, o que demonstra também sua resistência à intempéries.

O tempo de residência das pilhas foi calculado, assim como o período de trânsito do material da britagem primária até o circuito de britagem terciária.

Foi possível determinar com grande precisão a origem do material que alimentou a planta durante o período de amostragem.

Aplicações logísticas são vislumbradas para este rastreador envolvendo um sistema integrado e inteligente para garantir especificações, origem, granulometria e teores dos produtos, desde o produtor até o cliente consumidor.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 La Rosa, D., et al. The use of the radio frequency ID tags to track ore in mining operations. APCOM, Santiago, Chile, 2007.
- 2 Valery Jnr., W., et al. (2001) Mine to mill optimisation and case studies presented at VI Southern Hemisphere Conference on Minerals Technology in Rio de Janeiro, Brazil, 2003 maio.
- 3 Jansen, W. Morrison, R. Wortley, M. and Rivett, T. Tracer-based Mine-Mill Ore Tracking via Process Hold-ups at Northparkes Mine, 10<sup>th</sup> Mill Operators Conference – Adelaide, 2009 (in preparation)