

SUBSTITUIÇÃO DE MODELO DE BLOCOS MENSAL POR SEMANAL COM FOCO NA REDUÇÃO DE DESVIOS DO ROM ALIMENTADO*

Mozart Henrique Teixeira¹

Frederico Augusto Rosa do Carmo²

Sidney Wallace Marques dos Santos³

Bruno Reis Grudzinski⁴

Silvio Henrique da Silva⁵

Fabio Amaral Rodrigues⁶

João Henrique Oliveira Nicácio⁷

Resumo

As reservas de minério de ferro da Mineração Usiminas S.A. (MUSA) estão localizadas no extremo oeste do QF e ocupam a porção ocidental da Serra do Curral (Alkmin, 2009 [1]), também chamada Serra Azul e inseridas no Supergrupo Minas / Formação Cauê. Abrangem as Minas Oeste, Central e Leste. Atualmente a classificação geológica industrial adotada pela empresa leva em consideração o teor de ferro, contaminantes e compacidade (granulometria) das rochas. Os minérios são separados em dois domínios litológicos, hidratado e silicoso. Estes domínios apresentam comportamento granulo-químico fortemente heterogêneo tanto lateral como em profundidade (Teixeira, 2015 [2]), este comportamento confere ao planejamento da lavra elevado grau de dificuldade em relação às estimativas de massas e teores no que se refere à separação dos estéreis e minérios. Até novembro de 2015 o Planejamento de Lavra de Curto Prazo utilizava modelos de blocos atualizados mensalmente para a liberação de planos de lavra mensais e estimativas de teores do ROM, porém, ao longo do mês os desvios de teor na alimentação da planta e dificuldades na execução da geometria planejada eram frequentes. Diante disto, com foco na redução destes desvios, passou-se a gerar os modelos de blocos semanalmente para confecção de programações de lavra semanais e diárias com expectativa de liberação de estimativas de massas e teores com maior grau de confiança e melhor previsibilidade das características granuloquímicas dos produtos finais. Para a elaboração dos modelos semanais foram adotados novos métodos nas ferramentas de topografia, amostragem de frentes de lavra e mudança na rotina do mapeamento geológico, que passaram a ser executados semanalmente. Os resultados obtidos foram as reduções de desvios de teores na alimentação dos processos unitários das plantas e na produção de granulados.

Palavras-chave: Modelo de Blocos; Estimativas; Plano de Lavra; Alimentação ROM.

REPLACEMENT OF MONTHLY BLOCK MODEL PER WEEKLY BASIS WITH FOCUS ON REDUCTION IN DEVIATION OF ROM FED

Abstract

The iron ore reserves of Mineração Usiminas S.A. (MUSA) are located in the extreme west of the QF, occupy the western portion of Serra do Curral (Alkmin, 2009 [1]), and also called Serra Azul and inserted in the Supergroup Minas / Cauê Formation. They cover the West, Central and East Mines. Currently the industrial geological classification adopted by the company takes into account iron content, contaminants and hardness (granulometry) of the rocks. The ores are separated into two lithological domains, hydrated and siliceous. These domains have a highly heterogeneous granulochemical behavior, both lateral and in depth. This behavior gives the mining planning a high degree of difficulty in relation to the estimates of masses and grades with respect to the separation of waste and ores. Until November

* Contribuição técnica ao 18º Simpósio de Mineração, parte integrante da ABM Week, realizada de 02 a 06 de outubro de 2017, São Paulo, SP, Brasil.

2015, the Short Term Mining Planning used monthly updated block models for the release of monthly mine plans and estimates of ROM grades, but during the month the deviations of grade in the feed of the plant and difficulties in the execution of the geometry were frequent. Aiming at reducing these deviations, block models were generated weekly to produce daily and weekly mining schedules with the expectation of releasing estimates of masses and grades with a higher degree of confidence and better predictability of the granulochemical characteristics of the final products. For the elaboration of the weekly models, new methods were adopted in the tools of topography, sampling of mining fronts and change in the routine of the geological mapping, which began to be executed weekly. The result obtained was the reduction of deviations of feed grade in the plants units processes and in production of lump ores.

Keywords: Block Model; Estimates; Mine Plan; ROM Feed.

- ¹ *Geólogo Sênior, Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*
- ² *Gerente de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*
- ³ *Geólogo Pleno, Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁴ *Supervisor de Mineração, Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁵ *Técnico de Mineração I, Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁶ *Técnico de Mineração I, Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*
- ⁷ *Analista Mineração Pleno, Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia, Mineração Usiminas, Minas Gerais, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Genericamente as rochas que compõe a formação ferrífera (itabiritos) apresentam ao longo de toda extensão das minas de propriedade da MUSA comportamento fortemente heterogêneo, seja em relação à compacidade (resistência a cominuição), seja em relação ao percentual de Fe contido. Este comportamento é o resultado das atividades tectono-termais que originaram o depósito mineral durante a sua gênese de formação (Suckau, 2012 [3]). Estes fatos conferem a jazida a coexistência de itabiritos compactos, semi-compactos e friáveis em pequenos intervalos de espaço (dimensões métricas), sendo que a variação granulo-química ocorre tanto em profundidade quanto lateralmente ao longo de toda formação ferrífera. Nas minas é possível reconhecer dois grandes grupos litológicos distintos, um caracterizado por litotipos hidratados que ocorrem no extremo oeste do depósito mineral representados principalmente pela Cava Vênus localizada na Mina Oeste, o outro litotipo é o silicoso que ocorre a partir da divisa da Cava Vênus com Somisa ainda na Mina Oeste e tem continuidade até o extremo leste do depósito localizado na Mina Central e representado pela Cava Pains, localizada na divisa com os decretos de propriedade da empresa Arcelor Mittal. Cangas ocorrem discriminadamente em altos topográficos e são de origem supergênica.

A Gerência de Planejamento de Lavra e Geotecnia libera o plano de lavra mensal para a empresa, tendo como premissas para sua confecção o orçamento mensal e o sequenciamento de lavra proposto pelo plano anual de lavra, assim como o minério liberado. O plano direciona a Operação de Mina, já que contemplam as áreas que serão lavradas ao longo do mês (avanços de lavra) e as respectivas estimativas de massas (estéril e minério), teores e as granulometrias do ROM que deverá ser alimentado nas ITM's ao longo do período. Para a confecção do plano mensal segue-se uma linha cronológica de etapas associadas a procedimentos específicos, discriminados a seguir: levantamento topográfico de frentes lavradas (atualização topográfica), amostragem de frentes de lavra, atualização do banco de dados, mapeamento geológico, elaboração de mapas geológicos, modelos de blocos, análise do orçamento mensal, geometrização de avanços, avaliação geotécnica, sequenciamento de lavra e estimativas de massas e teores do ROM.

Até novembro de 2015 os planos mensais de lavra tinham como suporte modelos de blocos atualizados mensalmente, porém ao longo do mês o sequenciamento da lavra sofria forte interferência no que se referia às mudanças litológicas dentro dos limites da geometria planejada, fato este associado à variação granuloquímica intrínseca à formação ferrífera que aflora nas minas da MUSA. Estas variações impactavam negativamente na previsibilidade e assertividade das estimativas de massas e teores a serem alimentados nas ITM's, elevando os desvios na alimentação dos processos de britagem e de concentração. Diante disto a partir de novembro de 2015, objetivando minimizar desvios, optou-se por alteração do procedimento, gerando modelos de blocos atualizados semanalmente, dando suporte na liberação de programações de lavra semanais e diárias. Para isso foi necessário alterar a frequência da atualização topográfica, mapeamento geológico e amostragem de frente lavra.

Com base nesta alteração do procedimento, o objetivo do trabalho é apresentar de forma sucinta, as melhorias alcançadas com a substituição de modelos de blocos

mensais pelos semanais com foco na melhor assertividade das estimativas de massas e teores do ROM a ser alimentado e consequente redução de desvios na qualidade final dos produtos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada modificação no procedimento da gerência em função da geração dos modelos de blocos atualizados semanalmente, que passaram a dar sustentação à elaboração de programações de lavra semanais e diárias associadas ao plano mensal. Foram adotados novos métodos nas ferramentas de topografia, amostragem de frentes de lavra e mudança na rotina do mapeamento geológico, buscando a redução de tempo na obtenção dos dados.

2.1 Levantamento Topográfico: Anteriormente a atualização topográfica das frentes de lavra era realizada por escaneamento a laser uma vez por mês e servia como base para elaboração do modelo de blocos do plano mensal de lavra. A partir de novembro de 2015 a atualização das frentes com o escaneamento a laser mensal foi mantida, porém os pés e cristas dos bancos da mina lavrados passaram a ser atualizados semanalmente com GPS de precisão, sendo o dado obtido inserido na topografia base mensal (laser). Esta alteração possibilitou a geração do modelo de blocos com melhor controle dos volumes/massas a serem lavradas semana a semana.

2.2 Amostragem de Frente Lavra: A principal alteração realizada foi na forma de execução da amostragem. Antes a amostragem era realizada a partir de um corte vertical contínuo e perpendicular ao bandamento composicional da rocha ao longo das bermas em malha 10m x 10m. Com o novo método as amostras passaram a ser realizadas de forma pontual (descontínua) na mesma abertura de malha (Figura 1).



Figura 1. Amostragem executada de forma contínua e pontual.

A execução da amostragem das frentes de lavra de forma pontual resultou em um ganho de tempo na cobertura amostral, flexibilidade de execução em áreas restritas e amostragem com maior dinâmica, dando suporte às estimativas do modelo de blocos semanal.

2.3 Mapeamento Geológico: Anterior à alteração do procedimento de elaboração de modelos de blocos semanais, o mapa geológico era atualizado somente no início do mês e dava suporte à geração do modelo utilizado para estimativas dos próximos 30 dias. Desta forma não era possível incorporar as mudanças litológicas ocorridas no período em decorrência do desenvolvimento da lavra, já que a empresa havia assumido em seu orçamento mensal o ROM que seria alimentado no início do período. A figura 2 apresenta o croqui esquemático e exemplifica o mapa geológico e limites dos avanços de lavra planejados referente ao mês de outubro 2015.

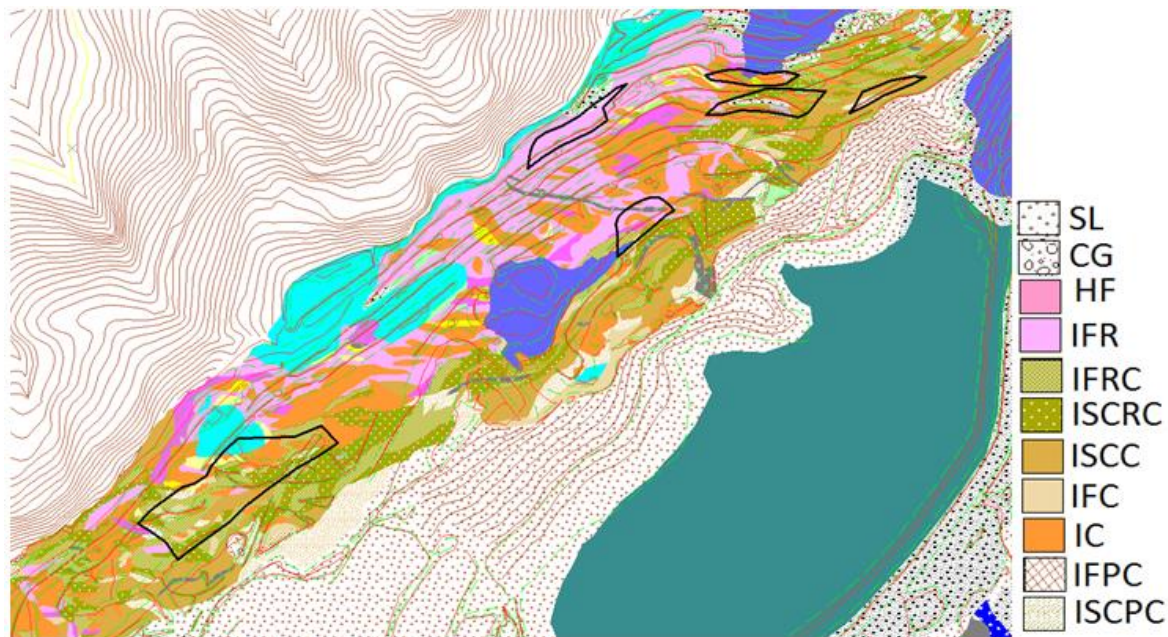


Figura 2. Croqui esquemático do mapa geológico com polígonos dos avanços planejados referente ao mês de outubro 2015.

Já a figura 3 mostra as composições percentuais presentes de cada grupo litológico tendo como base o modelo de blocos de outubro de 2015 e as alterações inerentes do modelo de blocos do mês seguinte (novembro). Para auxiliar o entendimento do gráfico (figura 3), na coluna do litotipo silicoso é informado que dentro da geometria dos avanços de lavra planejados para outubro ocorreu uma modificação de 22% (compacto + estéril franco) em relação litotipo silicoso estimado no modelo de novembro. Este comparativo evidencia a modificação de tipologias durante o desenvolvimento da lavra e sugere a alteração granulo-química na alimentação do ROM estimado *versus* realizado comparando o início e o final de outubro.

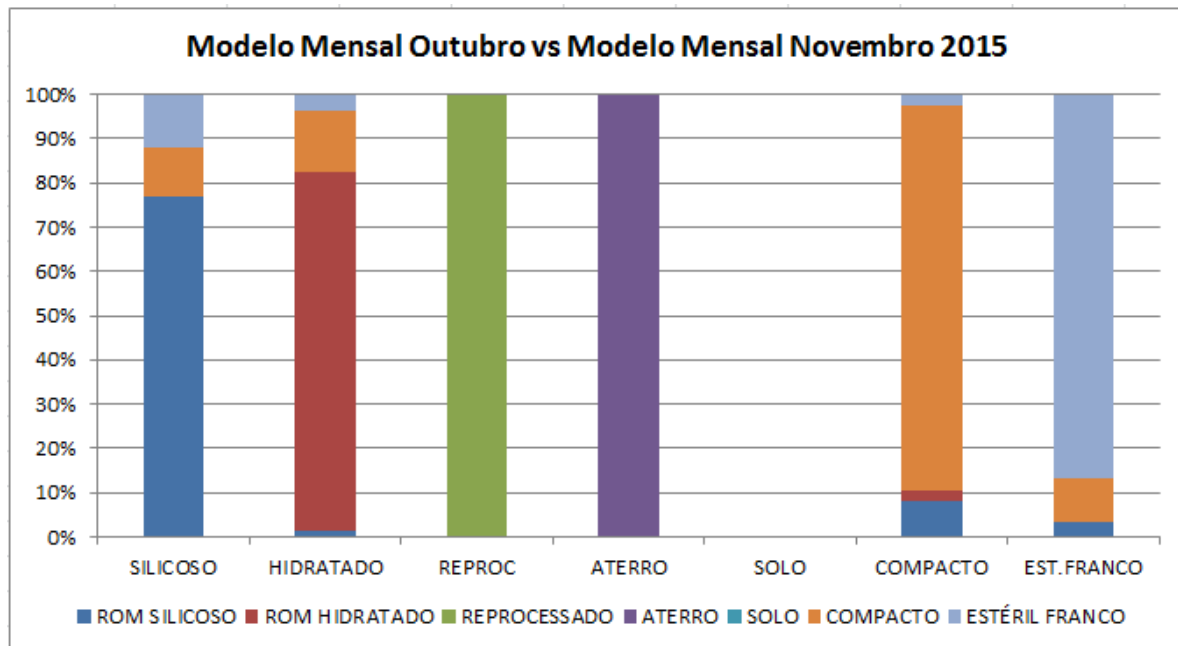


Figura 3. Alterações (migração) litológicas ocorridas entre o mês de outubro e novembro 2015.

Já em maio de 2016, após a alteração do procedimento, a atualização geológica das frentes de lavra semanalmente demonstram as mudanças litológicas ocorridas no decorrer do desenvolvimento da lavra (figura 4). A partir destas atualizações em menor período de tempo é possível gerar modelos mais coerentes e garantir maior assertividade das estimativas do ROM a ser alimentado e conferir melhor direcionamento da lavra.

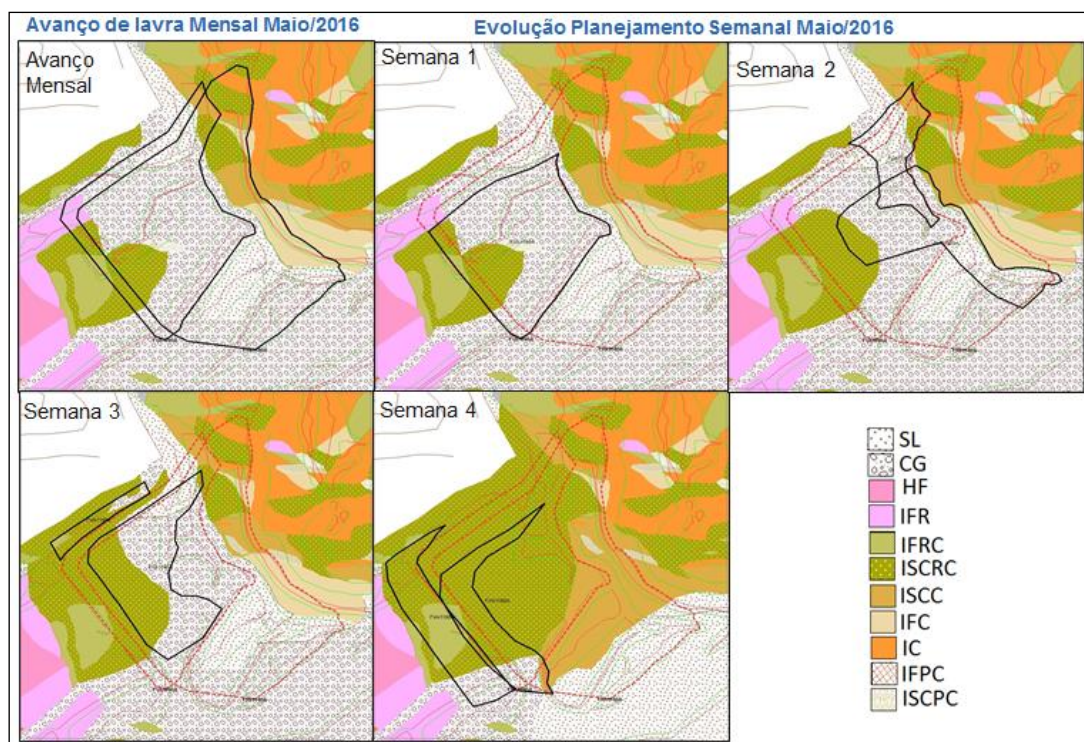


Figura 4. Croqui esquemático da evolução do mapa geológico dentro do limite de um mesmo avanço mensal de lavra planejado para maio de 2016.

2.4 Programação de Lavra Semanal e Diária: A nova sistemática de trabalho com geração de modelos de blocos semanais possibilitou incorporar na rotina da Gerência de Planejamento e Geotecnia da MUSA programações de lavra semanais e diárias que contribuíram para o melhor direcionamento da lavra, assertividade das estimativas granulo-químicas do ROM a ser alimentado e efetividade da lavra. Nas programações são discriminadas as massas de minério e estéril a serem movimentadas por avanço, blend's de movimentação, DMT's, áreas de desmonte, teores e granulometrias de alimentação.

3 RESULTADOS

Os critérios adotados para a avaliação dos resultados foram a análise da variabilidade dos teores dos granulados e desvios na alimentação nos processos unitários do circuito Sinter Feed (SF) e Pellet Feed (PFF) levando em consideração os teores estimados e produzidos.

O período para análise comparativa em relação aos granulados contemplou o mês de outubro 2015 (anterior à implantação do novo procedimento) e maio de 2016 (posterior ao novo procedimento). Para o comparativo da redução dos desvios na alimentação dos processos unitários foram utilizados dados de alimentação da ITM Oeste do período de maio de 2015 a maio de 2016, seis meses antes e seis meses após a execução dos modelos semanais.

Na figura 5 observa-se redução da variabilidade do teor de Fe nos granulados produzidos antes e depois da incorporação dos modelos de blocos semanais (respectivamente outubro 2015 e maio 2016). Os limites superior e inferior do teor de Fe observados estão associados aos teores produzidos em cada mês. No mês de outubro de 2015 o desvio foi de 3,04 e no mês de maio 2016 foi de 2,32, apresentando uma queda de 0,72 de um mês em relação ao outro.

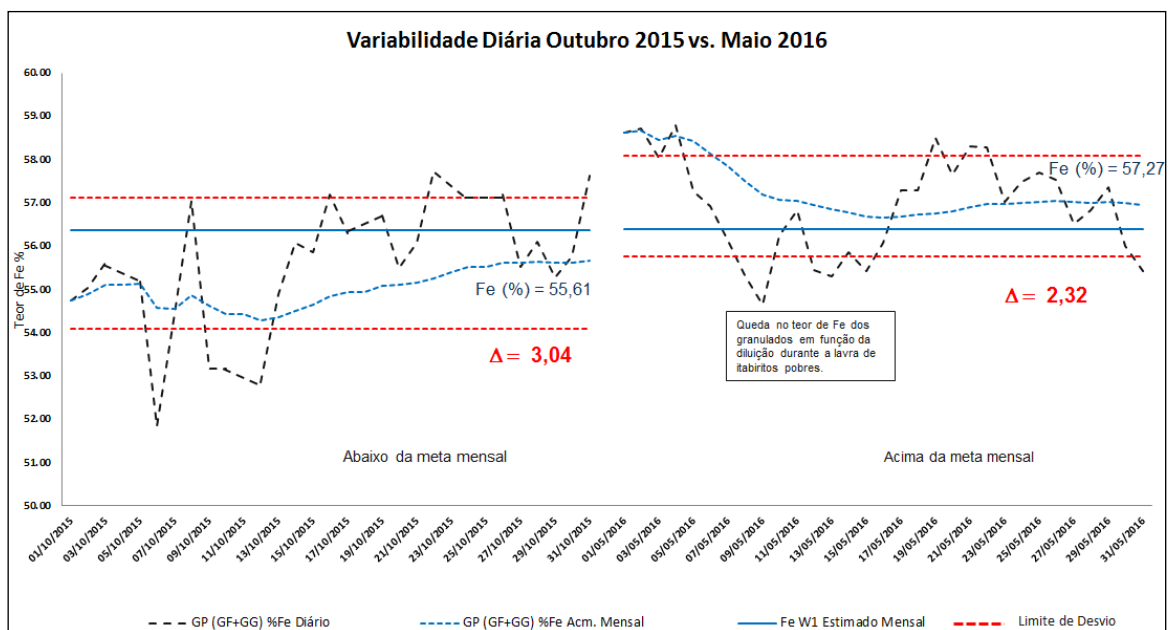


Figura 5. Comparativo de variabilidade do teor de Fe nos granulados produzidos em outubro de 2015 e maio de 2016. Fonte: MUSA

As etapas dos processos para geração do SF e PFF MUSA englobam os concentrados produzidos nos equipamentos WDRE de grossos (-8,0 a +1,0 mm), WDRE de finos (-1,0 a +0,15 mm), Jigue (-8,0 a +1,0 mm) e Espirais (-1,0 a +0,15 mm). A figura 6 demonstra queda de desvios em todos os concentrados, quando comparados antes e após a elaboração de modelos de blocos semanais. Ressalta-se que o período de transição foi novembro e dezembro de 2015.

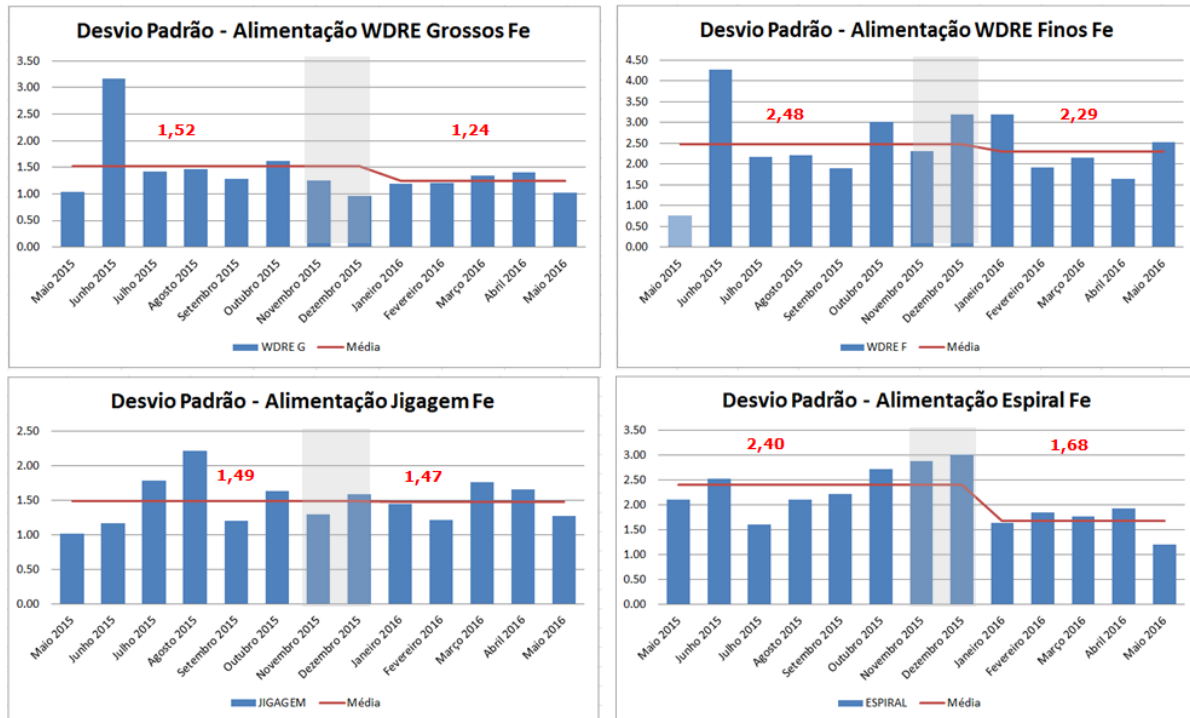


Figura 6. Comparativo dos desvios teor de Fe na alimentação dos processos unitários da ITM Oeste antes e após o novo procedimento adotado. Fonte: MUSA

4 DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a geração de modelos de blocos semanais na rotina do planejamento de lavra possibilitou a redução de desvios na alimentação dos processos unitários (circuito SF e PFF), assim como na geração dos granulados. Ainda como ponto positivo as programações de lavra semanais e diárias contribuíram para o melhor direcionamento da lavra em função de estimativas mais assertivas de massas e teores do ROM a ser alimentado e do estéril a ser removido.

A mudança no método de execução da amostragem de frente de lavra e do levantamento topográfico foram fundamentais para execução do trabalho dentro do período de tempo proposto. Além disso, a atualização geológica das frentes de lavra com rotina semanal propiciou identificar as alterações litológicas no menor período de tempo e desta forma reduzir a variabilidade nas estimativas de alimentação dos processos de beneficiamento.

5 CONCLUSÃO

A implantação na rotina da Gerência de Planejamento e Geotecnia da MUSA de atualizações com frequência semanal de modelos de blocos dando suporte à

elaboração de programações semanais e diárias de lavra reduziram a variabilidade dos teores do ROM.

Em relação aos granulados, o desvio padrão para o teor de Fe do mês de outubro de 2015 para o mês de maio de 2016 teve queda de 0,72.

Na alimentação dos processos unitários, comparando seis meses antes e seis meses após a incorporação do novo procedimento a redução média dos desvios padrões para o teor de Fe no WDRE de grossos foi 0,28, no WDRE de finos 0,18, no Jigue 0,02 e nas Espirais 0,72.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos às Gerências de Planejamento e Geotecnia e Gerência de Beneficiamento da MUSA. Agradecemos também ao ex-colaborador geólogo Silas Sena no apoio à implantação do novo método amostral de frentes de lavra e ao hoje consultor Victor Suckau, no entendimento dos litotipos da Serra Azul – Itatiaiuçu-MG.

REFERÊNCIAS

- 1 ALKMIM, F. F. Principais traços geológicos da Serra do Curral entre o Vale Paraopeba e Ponta da Serra. Ouro Preto: DEGEO/EM/UFOP, 2009. 41 p. Relatório. Não publicado.
- 2 MOZART, H.T. Caracterização Geológica das Frentes de Lavra das Minas Oeste e Central da Mineração Usiminas S.A. - MUSA com Aplicação no Planejamento de Lavra Mensal. Ouro Preto: DEMIM/EM/UFOP, Abr 2015. pp:12-21. Monografia apresentada ao Programa de Especialização em Sistemas Mínero-Metalúrgicos da Universidade Federal de Ouro Preto para a obtenção do título de Especialista em Sistemas Mínero-Metalúrgicos. Orientador: Prof. Dr. Wilson Trigueiro de Sousa.
- 3 SUCKAU, V. E. Relatório de certificação de recursos minerais da Mineração Usiminas S. A. Itatiaiuçu. 2012. Cap.09. p. 53 - 200. Não publicado.