

EVOLUÇÃO DO SEQUENCIAL DE CORRIDAS NA MÁQUINA DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO Nº 4 DA USIMINAS IPATINGA¹

*Fabrcio Michel Fogaça²
Ivan Lopes Alves³
Alberto César Soares Rodrigues⁴
Rodrigo Seara Martins⁵*

RESUMO

Com o objetivo de aumentar o número de corridas lingotadas por série na Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4 da Usiminas Ipatinga, realizou-se um trabalho conjunto envolvendo as áreas de operação, planejamento da produção e manutenção. Este trabalho foi iniciado com o Programa de Estabilidade Operacional, com a implantação de uma metodologia de análise das interrupções de série. Desta forma, foi possível identificar os pontos críticos e traçar planos de ações para bloquear as anomalias. Esta mudança na filosofia de trabalho e na maneira de como tratar os problemas reduziram as interrupções de série, promovendo a evolução do sequencial médio. O resultado culminou com o recorde Latino Americano de 1.059 corridas. Esta série teve início no dia 12 de dezembro de 2012 e, durante 512 horas e 13 minutos sem paradas, produziu 5.597 placas, atingindo 27.399 metros de comprimento lingotado em 02 de janeiro de 2013.

Palavras-chave: Lingotamento; Sequencial; Recorde; PDCA.

EVOLUTION OF HEATS IN SEQUENTIAL AT CONTINUOUS CASTING MACHINE NUMBER 4 AT USIMINAS IPATINGA¹

ABSTRACT

This paper shows the work at Ipatinga Steelmaking Shop involving the operation, planning of production and maintenance areas. The purpose is to increase the number of heats per sequence in the Continuous Casting Machine number 4 at Usiminas Ipatinga. This work began with the Operational Stability Program, which implemented a methodology to analyze sequence interruptions. Thus, it was possible to identify critical points and draw action plans to block the anomalies. These changes in philosophy and how to deal with the problems reduced the number of interruptions, promoting the evolution in average of heats at sequential. These actions resulted in the Latin American record of 1,059 Heats casting in one sequence. This sequence started on december 12, 2012 and finish on january 2, 2013, casting 512 hours and 13 minutes nonstop, reaching 27,399 meters in length casting or 5,597 slabs.

Keywords: Casting; Sequential; Record; PDCA.

¹ *Contribuição técnica ao 44º Seminário de Aciaria – Internacional, 26 a 29 de maio de 2013, Araxá, MG, Brasil.*

² *Engenheiro Metalurgista. Gerente de Aciaria 1, Usiminas Ipatinga, MG, Brasil.*

³ *Membro da ABM, Engenheiro Mecânico. Assistente Industrial Aciaria 1, Usiminas Ipatinga, MG, Brasil.*

⁴ *Engenheiro de Produção. Assistente Industrial Aciaria 1, Usiminas Ipatinga, MG, Brasil.*

⁵ *Engenheiro Mecânico. Engenheiro de Produção, Gerência Técnica de Aciaria, Usiminas Ipatinga, MG, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa relatar a metodologia de análise do Projeto de Redução do Número de Interrupções de Séries nas máquinas de lingotamento contínuo da Usiminas Ipatinga. Esta metodologia favorece a identificação dos pontos críticos e na geração dos planos de ações para bloqueio das anomalias.

A evolução de sequencial médio na Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4 da Aciaria 1 da Usiminas Ipatinga será o ponto forte do desdobramento deste trabalho.

1.1. As Aciarias da Usiminas Ipatinga

A Usiminas Ipatinga possui duas aciarias. A Tabela 1 apresenta o resumo geral dos principais equipamentos por aciaria.

Tabela 1 – Principais equipamentos das aciarias da Usiminas Ipatinga

Principais Equipamentos	Aciaria 1	Aciaria 2
Pré-tratamento de gusa em panela	1	1
Pré-tratamento de gusa em torpedo	3 boxes	
Convertedores LD	3 x 80 t	2 x 180 t
Forno panela	1	1
Estação de argônio	1*	-
CAS-OB-PI	-	2
Desgaseificador a vácuo	-	2
Lingotamento contínuo de placas	1 x 1veio	3** x 2 veios
Escarfagem Automática	2	
Produção nominal (Mt/ano)	0,9	3,6

(*) Estação de argônio com baixo índice de utilização; **) A Máquina de Lingotamento Contínuo nº 3 encontra-se em standby.

A Aciaria 1 da Usiminas Ipatinga entrou em operação em 20 de junho de 1963 com dois convertedores LD de 45 toneladas por corrida, lingotamento convencional e capacidade de produção anual de 500.000 toneladas de aço bruto.

Em julho de 1973, teve início a operação do terceiro convertedor LD de 86 toneladas por corrida. Nessa mesma época, os convertedores originais atingiram a capacidade de 60 toneladas por corrida.

Em 20 de novembro de 1981, finalizou a reforma completa da Aciaria 1, com a substituição dos antigos convertedores por três novos de 80 toneladas cada e foi introduzido o sistema OG de recuperação de gases.

Com o processo de modernização contínua, em 14 de agosto de 1998, iniciou-se o funcionamento da Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4, da Aciaria 1, em substituição ao lingotamento convencional.

1.2 Layout da Aciaria 1 da Usiminas Ipatinga

O layout esquemático da Aciaria 1 da Usiminas Ipatinga pode ser visto na Figura 1.

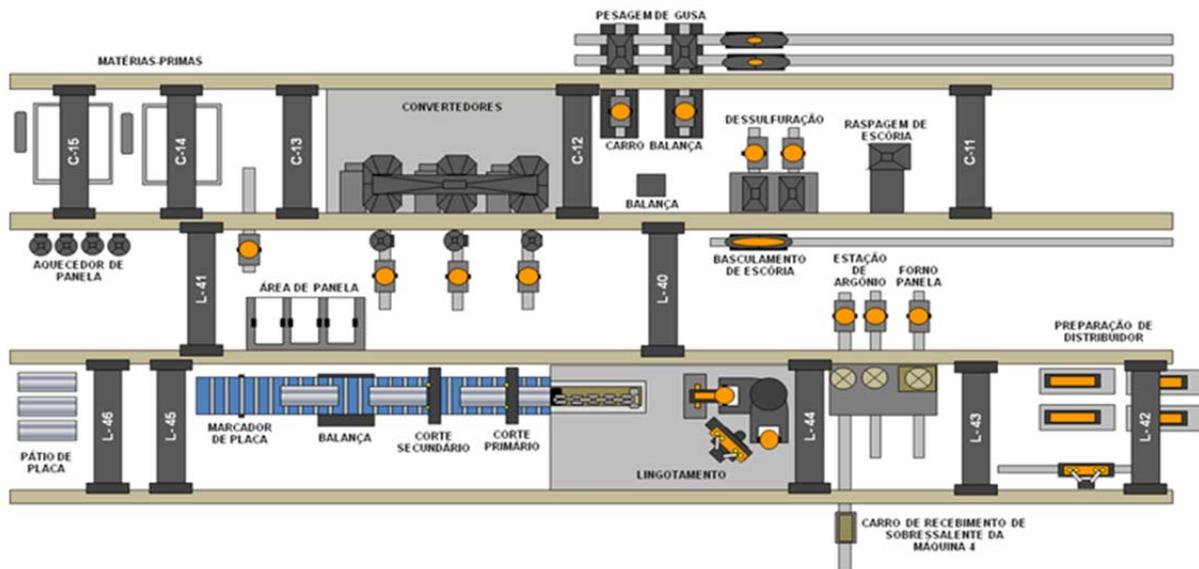


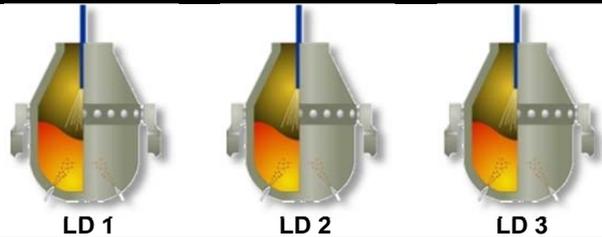
Figura 1 – Layout esquemático da Aciaria 1 da Usiminas Ipatinga.

Com base nesse layout pode se detalhar os principais equipamentos da Aciaria 1 na Figura 2.

CONVERTEDORES

Nippon Steel / Fabricação Usiminas Mecânica
Convertedor LD-KGC (80t), com sistema OG, sopro estático e operação simultânea.

- Início em junho de 1963.
- *Revamp* em novembro de 1981.

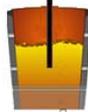


ESTAÇÃO DE ARGÔNIO (EA)

Usiminas / ABB

Plug e lança de argônio.

- EA 1: Início em outubro de 1998.
- Capacidade: 83 mil t/mês cada.



EA 1

FORNO PANELA (FP)

ABB

Agitador eletromagnético, plug e lança de argônio.

- Início em março de 2000.
- Capacidade: 90 mil t/mês.

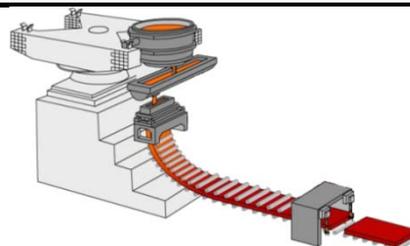


FP

MÁQUINA DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO

Demag / Hitachi Zosen Corporation
Máquina vertical curva com 1 veio.

- Início em agosto de 1998.
- 90 mil t/mês.



Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4

Figura 2 – Principais equipamentos da Aciaria 1 da Usiminas.

1.3. Especificação da Máquina de Lingotamento N° 4

A especificação técnica da Máquina de Lingotamento Contínuo n° 4 está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Especificação técnica da Máquina de Lingotamento Contínuo n°4

Máquina de Lingotamento Contínuo n°4	
Início de operação	1998
Tipo	Vertical Curva
Fabricante	Demag & Hitachi Zosen Corporation
Número de veios	1
Raios de encurvamento	6 raios
Raios de desencurvamento	6 raios
Número de Segmentos	17
Comprimento metalúrgico	36 metros
Velocidade máxima (esp. de produto)	1,60 m/min (252 mm)
	1,90 m/min (200 mm)
Dimensões de placa	Espessura 200/252 mm
	Largura 900 a 2.060 mm
Capacidade instalada (proj.)	900.000 t/ano
Capacidade do distribuidor	36 t
Tipo de oscilação de molde	Hidro-ressonante
Resfriamento secundário	Água e ar (<i>air mist</i>)

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O Programa de Estabilidade Operacional teve início em março de 2011. Nesse programa, várias frentes de trabalho foram criadas, entre elas, destaca-se o Projeto de Redução do Número de Interrupções de Séries nas máquinas de lingotamento contínuo da Usiminas Ipatinga.

2.1 Programa de Estabilidade Operacional

O mix de produtos das Aciarias da Usiminas Ipatinga é muito diversificado, o que resultava na programação e controle da produção por formação de séries curtas de até 35 corridas em média na Aciaria 1. Durante a realização dessas séries ocorriam duas situações bem definidas:

- *Situação 1: Finalização de Série.* Situação desejável, quando a máquina de lingotamento contínuo para após a conclusão das corridas programadas na série.
- *Situação 2: Interrupção de Série.* Situação indesejável, quando a máquina de lingotamento contínuo para antes do planejado, não realizando todas as corridas programadas na série em questão.

A partir do Programa de Estabilidade Operacional idealizou-se o Projeto de Redução do Número de Interrupções de Séries no lingotamento contínuo. Esse projeto começou a ser desenvolvido em março de 2011, sendo implantado no mês de agosto desse mesmo ano. Ele envolveu as áreas de operação, técnica, manutenção e planejamento da produção.

O foco do Projeto de Redução do Número de Interrupções de Séries é a busca da excelência operacional pela implantação de uma metodologia de análise da causa raiz de cada interrupção de série. Dessa forma foi possível identificar os pontos críticos e traçar plano de ações para evitar a recorrência das anomalias.

2.2. Projeto de Redução do Número de Interrupções de Séries

2.2.1 Filosofia

A interrupção de série provoca consequências negativas para o processo tais como:

- riscos operacionais;
- perda de qualidade;
- perda de produção;
- perda de rendimento;
- retorno de aço ao convertedor;
- consumo elevado de refratários (distribuidor, panelas, convertedores); e
- placas de mistura, entre outras.

Portanto a interrupção de série é uma anomalia a ser controlada visando a sua eliminação. Para tanto foi empregada a metodologia do PDCA, planejar, fazer, checar e agir, apontada por Campos⁽¹⁾ e mostrada esquematicamente na Figura 3.



Figura 3 – Metodologia do ciclo PDCA.⁽¹⁾

Para alcançar o engajamento dos envolvidos, além da metodologia do ciclo PDCA, e conseguir resultados consistentes ao longo do tempo foi necessário:

- ter e comunicar a ambição;
- transformar os gestores em líderes;
- criar a cultura do trabalho de equipes; e
- implementar o simples e óbvio.

2.2.2 Grupos de trabalho

- **Formar equipe de líderes**

A liderança é fator crucial para o sucesso dos trabalhos. Na estrutura do projeto existem dois tipos de líderes: o tático e o operacional. O líder tático é responsável pela gestão do projeto de redução do número de interrupções de séries desde o agendamento das reuniões entre os líderes operacionais, moderador de reuniões, controle dos indicadores e apresentação dos resultados para a alta gerência. O líder operacional é responsável por uma área específica de processo ou apoio e é ele quem assume como gestor, o evento de interrupção de série, garantindo que as ações corretivas, baseadas na causa raiz, sejam executadas para a não recorrência da anomalia. São exemplos das áreas de líderes operacionais:

- operação dos refinós;
- manutenção dos refinós;
- operação do lingotamento;
- manutenção do lingotamento;
- operação da preparação e abastecimento;
- manutenção de ponte rolante; e
- Gerência Técnica de Aciaria.

- **Treinar a equipe de líderes na Gestão Para Resultado, GPR**

Conforme a metodologia GPR, a equipe foi capacitada para fazer uma análise criteriosa da anomalia, realizar a gestão do atendimento aos prazos e interferências, avaliar o esforço da execução do plano de ação, diligenciar a implantação da ação corretiva e finalmente, após a conclusão, medir a sua efetividade, cuja base são esforços fundamentais segundo Campos⁽²⁾ e Chaves.⁽³⁾

- **Gerenciar a rotina**

Criar engajamento entre os colaboradores da aciaria para que a comunicação seja clara, objetiva e eficiente entre todos os níveis da organização. Objetiva-se manter o registro da informação para que ela seja devidamente analisada pela equipe de líderes. O fluxo natural da comunicação para o tratamento da anomalia esta enumerado a seguir:

- Operador - relata a anomalia que ocasionou a interrupção de série;
- Supervisor - analisa e preenche o relatório de anomalia;
- Líder de projeto de área - revisa o relatório de anomalia; e
- Gerente - estabelece prioridade e recursos para eliminar a anomalia.

- **Ferramentas do projeto**

Para o registro e gestão das anomalias foi desenvolvido o Relatório de Interrupção de Séries, que possui várias funcionalidades relacionadas a seguir:

- *Novo relatório:* registro de um novo evento de interrupção que normalmente é realizado pelo supervisor do lingotamento contínuo. Dados como: identificação dos supervisores da operação e manutenção, data, hora, máquina, número do veio, tipo de aço, dentre outras informações.
- *Editar relatório:* permite atualizar a descrição das informações necessárias para o registro e análise preliminar da anomalia. Os supervisores dos refinós, lingotamento e manutenção descrevem o evento e apontam o motivo principal da anomalia, citando as contramedidas para evitar a recorrência.

- *Gestão à vista*: são indicadores gráficos que tem apelo a informação mais acessível e intuitiva, possibilitando aos interessados acompanhar a evolução dos resultados por gerência.
- *Controle das ações*: permite acesso as ações propostas. Nesse item são verificados os faróis dos status das interrupções registradas e das ações propostas para gestão das anomalias pelos líderes de projeto e gerentes.
- *Metas específicas*: permite a gestão das metas das equipes de operação, manutenção, técnica e preparação/abastecimento. É feita conforme árvore de metas apresentada na Figura 4.

	GERÊNCIA	ÁREA	DESC.	J-12	A-12	S-12	O-12	N-12
METAS ESPECÍFICAS DO PROJETO DE REDUÇÃO DO NÚMERO DE INTERRUPTÕES DE SÉRIE	ACIARIA 1	AC1 - OPERACIONAL LINGOTAMENTO	REAL	2,0	1,0	1,0	1,5	0,0
			META	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			FAROL	●	●	●	●	●
		AC1 - OPERACIONAL REFINOS	REAL	0,5	0,0	0,0	0,5	0,5
			META	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
			FAROL	●	●	●	●	●
	ACIARIA 2 LINGOTAMENTO	AC2 - OPERACIONAL LINGOTAMENTO	REAL	2,5	5,0	0,5	2,5	2,0
			META	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
			FAROL	●	●	●	●	●
	ACIARIA 2 REFINOS	AC2 - OPERACIONAL REFINOS	REAL	7,5	10,5	3,0	9,0	7,0
			META	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
			FAROL	●	●	●	●	●
	MANUTENÇÃO DAS ACIARIAS	MANUTENÇÃO LINGOTAMENTO	REAL	2,0	7,0	9,0	10,0	8,0
			META	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
			FAROL	●	●	●	●	●
		MANUTENÇÃO REFINOS	REAL	5,5	3,5	6,0	0,0	1,5
			META	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
			FAROL	●	●	●	●	●
		MANUTENÇÃO PONTES RELANTES	REAL	1,0	4,0	0,0	1,0	2,0
			META	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
			FAROL	●	●	●	●	●
	PREPARAÇÃO E ABASTECIMENTO	PREPARAÇÃO E ABASTECIMENTO	REAL	1,0	7,0	3,0	0,5	3,0
			META	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
			FAROL	●	●	●	●	●
TÉCNICA	TÉCNICA	REAL	6,0	1,0	6,5	4,0	12,0	
		META	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
		FAROL	●	●	●	●	●	
REALIZADO				28	39	29	29	36
META				39	39	39	39	39
FAROL				●	●	●	●	●

Figura 4 – Ferramenta de controle mensal das metas específicas.

• Exemplo do tratamento de uma anomalia

A interrupção de série nº 956, da série 5.713 da Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4, foi relatada pela supervisão do lingotamento com atraso do refino secundário. Em paralelo a supervisão do refino indicou corrida oxidada após o vazamento. A descrição da supervisão da manutenção apontou como possível causa do problema a indisponibilidade do sistema de movimentação da calha de adição de ferro-liga do refino secundário.

Os líderes operacionais ao avaliarem a causa raiz da anormalidade entram em consenso que a série interrompeu devido à falha elétrica e/ou mecânica no processo de refino. A ação, com prazo estabelecido, foi recondicionar o sistema de movimentação das calhas de adição de ferro-ligas e realizar manutenção preventiva nas paradas programadas.

3 RESULTADOS

A gestão operacional das aciarias da Usiminas Ipatinga contempla um modelo de operação estável com composição de séries que sejam interrompidas somente nas manutenções programadas. O Projeto de Redução do Número de Interrupções de Séries, alinhado a esse modelo, aumentou o índice de funcionamento das máquinas e, paralelamente, favoreceu a desativação dos equipamentos mais obsoletos, sem comprometimento da capacidade produtiva. A sinergia entre as áreas de operação,

de planejamento da produção e manutenção se intensificou, todas essas alicerçadas no apoio da alta administração. Esta mudança na filosofia de trabalho promoveu a evolução do sequencial médio conforme a sequência de Figuras de 5 a 8.

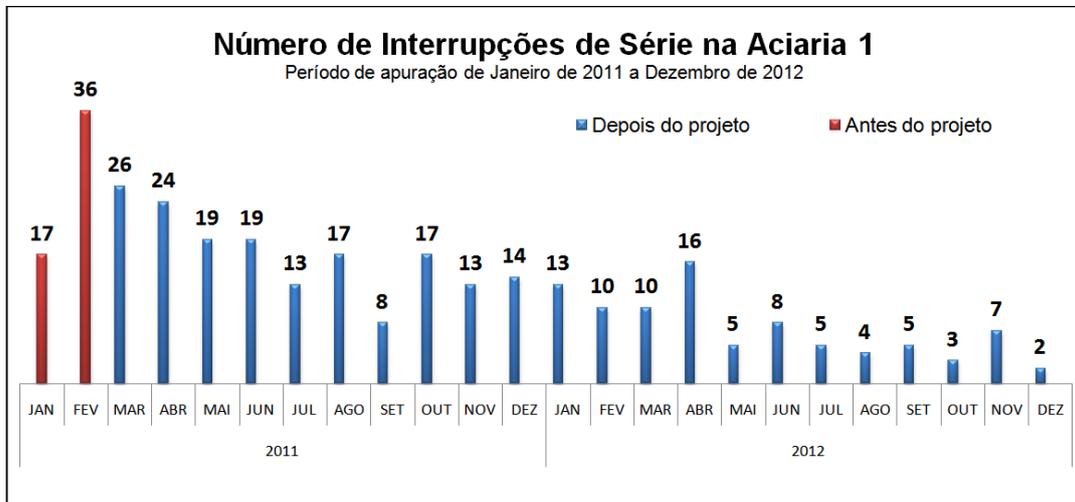


Figura 5 – Evolução das interrupções de série na Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4.

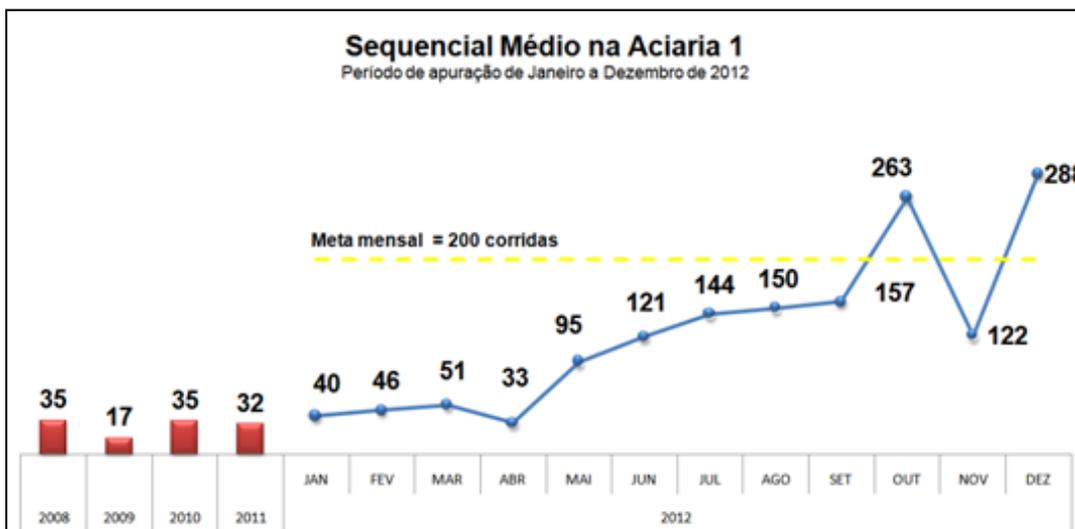


Figura 6 – Evolução do sequencial médio na Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4.



Figura 7 – Evolução das interrupções não programadas na Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4.

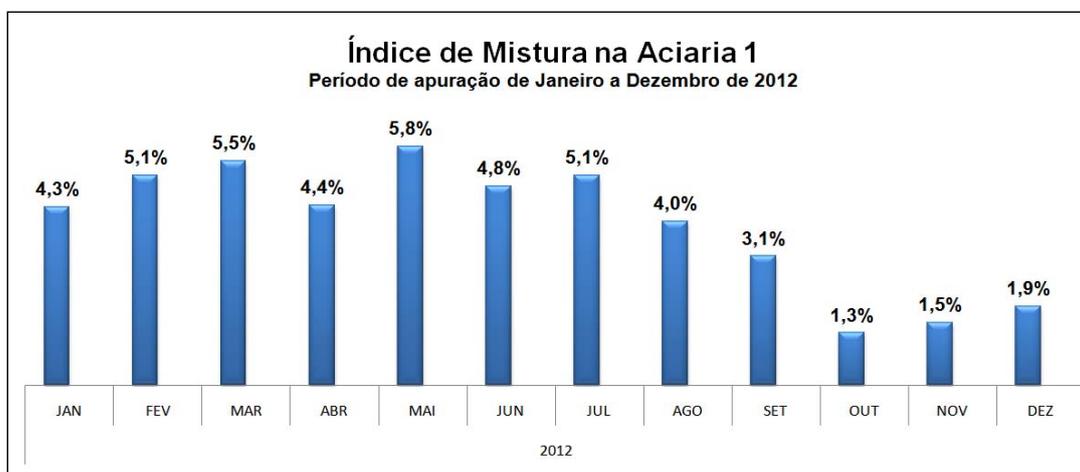


Figura 8 – Evolução da geração de mistura na Máquina de Lingotamento Contínuo nº 4.

Como reflexo da evolução dos indicadores mostrados na sequência de Figuras de 5 a 8, o programa de estabilidade operacional culminou em agosto de 2012, no recorde nacional de 663 corridas e recentemente na obtenção do recorde Latino Americano, com um sequencial ininterrupto de 1.059 corridas. Esta série teve início no dia 12 de dezembro de 2012 e, durante 512 horas e 13 minutos sem paradas, produziu 5.597 placas, atingindo 27.399 metros de comprimento lingotado em 02 de janeiro de 2013.

Uma maior eficiência de produção normalmente é associada à melhoria dos resultados de qualidade para um volume de produção estável. No caso da Usiminas Ipatinga os indicadores de qualidade também acompanharam a evolução da produção, isso porque o Programa de Estabilidade Operacional contempla, em paralelo, outros projetos além da redução do número de interrupções de séries tais como, projeto de melhoria do acerto de composição química, projeto de melhoria da qualidade de placa, dentre outros.

4 CONCLUSÃO

Trabalhando de forma integrada, as equipes de planejamento, produção, qualidade, engenharia e manutenção alcançaram resultados expressivos em relação a evolução do número de corridas por sequencial na Aciaria 1 da Usiminas Ipatinga.

Utilizando ferramentas de Gestão Operacional com foco na solução de problemas, foi possível atingir o marco de 1.059 corridas lingotadas ininterruptamente na Máquina de Lingotamento Contínuo n° 4.

Do ponto de vista humano, a preparação, o envolvimento, o entrosamento e o sincronismo entre as equipes envolvidas foram fundamentais para os resultados almejados. Atitudes baseadas no conceito de motivação, coleguismo, pró atividade e a disposição em ouvir as críticas, facilitaram e contribuíram para o desenvolvimento da produção juntamente com a nova forma de se trabalhar.

Atuando dessa forma, os recordes passam a ser uma consequência, onde o objetivo maior é o aumento da competitividade.

REFERÊNCIAS

- 1 CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. INDG. Tecnologia e serviços LTDA. Nova Lima, 2004.
- 2 CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. INDG. Tecnologia e serviços LTDA. Nova Lima, 2004.
- 3 CHAVES, N. M. D. **Caderno de campo das equipes de melhoria contínua**. INDG. Tecnologia e serviços LTDA. Nova Lima, 2000.