

# REDUÇÃO DO ÍNDICE DE CORTES EM EMERGÊNCIA NAS MAQUINAS DE OXICORTE NA BELGO – USINA DE MONLEVADE <sup>1</sup>

José Eustáquio de Oliveira <sup>2</sup>  
George Frank Lucardie <sup>3</sup>  
Ildeu Caetano de Mattos <sup>4</sup>  
Luiz Carlos Guimarães <sup>5</sup>  
Eduardo Grigório <sup>6</sup>  
Evaldo Alves da Silva <sup>6</sup>  
José de Oliveira Mendes <sup>7</sup>  
Cláudio José de Oliveira <sup>8</sup>  
Jose Geraldo Torres <sup>7</sup>

## Resumo

No processo de lingotamento contínuo, as máquinas de oxicorte desempenham funções fundamentais no processo de corte do tarugo. Quando as máquinas de oxicorte deixam de executar sua função, faz-se necessária a intervenção de operadores que utilizam um maçarico de oxicorte, também conhecido como maçarico de emergência para executar a função do equipamento. A operação de corte em emergência também provoca danificação dos rolos em sua estrutura, expõe o operador a condições de temperatura elevadas, provoca perda de produção por redução da velocidade de lingotamento, além do risco de acidente a que fica exposto o operador. Para definição da meta, foi considerado como um valor aceitável 1,5 corte em emergência por dia, totalizando 45 cortes / mês.

**Palavras-chave:** Custos; Emergência; Segurança.

## REDUCTION OF EMERGENCY CUT-OFF FROM THE TORCH CUTTING MACHINE AT BELGO MONLEVADE

### Abstract

In the continuous casting process the torch cutting machine has a important function for cut the billet. Whenever the torch cutting machine has a problem, the worker has to cut the billet manually with an emergency cutter. This operation causes damage to the roller's and structure, exposes the worker to a high temperature, introduce a hazard and my cause accidents. Further, the reduction speed causes a loss of production. The target was to reduce the incident of failures of the torch cutting machine and achieve a value of 1,5 emergency cuts per day, totalizing 45 per month.

**Key words:** Cost; Emergency; Safety.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Assistente Técnico, Gerência de Manutenção e Utilidades – Usina de Monlevade.*

<sup>3</sup> *Engenheiro de Processo, Gerência de Manutenção e Utilidades - Monlevade.*

<sup>4</sup> *Técnico de Manutenção Mecânica, Departamento de Manutenção de Aços – Usina de Monlevade.*

<sup>5</sup> *Inspetor Elétrico, Departamento de Manutenção de Aços – Usina de Monlevade.*

<sup>6</sup> *Técnico de Manutenção Elétrica, Departamento de Manutenção de Aços – Usina de Monlevade.*

<sup>7</sup> *Técnico de Manutenção Mecânica, Departamento de Manutenção de Aços – Usina de Monlevade.*

<sup>8</sup> *Mecânico de Manutenção - Contepe – Serviços Manutenção*

# 1 INTRODUÇÃO

O aço líquido, ao sair dos convertedores, é enviado para estação de refino secundário (forno panela), onde ligas metálicas são adicionadas e a temperatura e análise química são ajustadas. A panela de aço é enviada á Máquina de Lingotamento Contínuo (M.L.C), onde é processada a sua solidificação, produzindo-se tarugos de seção quadrada de 155x155 mm e comprimento entre 9 e 12 metros. Após o Lingotamento Contínuo os tarugos são enviados ao pátio de tarugo para inspeção e estocagem.

Para se obter um tarugo com um corte aceitável pelos laminadores (TL1 e 2), necessitamos evitar os cortes de emergência.

Baseado nos dados históricos, as Máquinas de Oxicorte são equipamentos críticos na produtividade da MLC por ter um alto índice de cortes de emergência. Nas reuniões realizadas com o pessoal do Departamento da Manutenção da Aciaria (DMAC) e Fornecedores, foram identificados que as Máquinas de Oxicorte são responsáveis por uma média de 20,3 cortes de emergência nos anos de 2002 e 2003. Em 2004, com a mudança física da cabine de operação de oxicorte, foi feito um novo levantamento de dados. Para esse fim, foi criada uma nova folha de coleta de dados (Figura 1), visando levantar o Histórico do Problema, que foi realizado no período entre janeiro e maio de 2004. Verificamos que o numero de cortes de emergência apresentava um valor médio de 243,6 cortes (Figura 2).

RELATÓRIO DIÁRIO DAS MÁQUINAS DE OXICORTE TAXA DE UTILIZAÇÃO		DATA: ___/___/___																								
MDC	1	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
	6																									
MÁQUINA DE EMERGÊNCIA	1	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
	6																									
TURMA	1	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E					<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E														
	2																									
	3																									
	4																									
	5																									
	6	NOMES:					NOMES:					NOMES:														

Figura 1 - Folha de Coleta de Dados

Em função da diretriz para a Belgo- Usina de Monlevade de produzir 1.230.000 toneladas de aço/ano, a disponibilidade do equipamento se tornou vital.

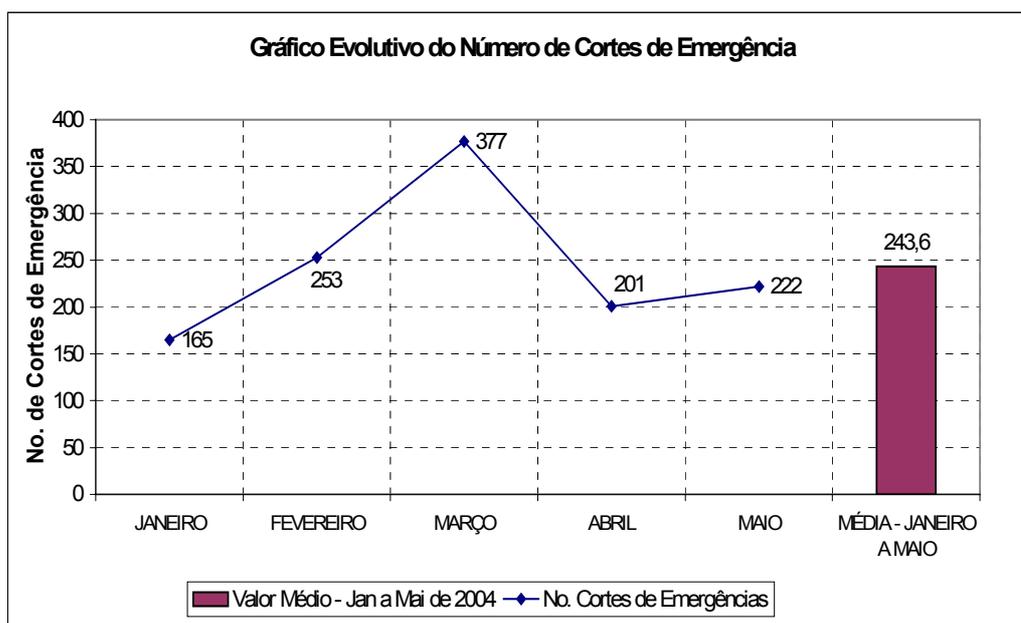


Figura 2 – Gráfico Evolutivo dos Números de Corte de Emergência

## 2 OBJETIVOS E IMPORTÂNCIA DO PROJETO

As Máquinas de Oxicorte são equipamentos fundamentais na Eficiência Global da MLC, índice esse que mede a capacidade produtiva da Máquina de Lingotamento Contínuo.

Considerando que ocorre uma perda de 0,10 metros a cada recorte, além de perda por redução de velocidade de lingotamento de 0,5 m/min, temos como consequência a perda de produtividade na M.L.C.

Com o objetivo de definir uma meta para o projeto, a equipe tentou buscar um referencial comparativo entre as empresas do Grupo Belgo e em outras Empresas Siderúrgicas sem, no entanto, conseguir sucesso, uma vez que o mix da Máquina de Lingotamento Contínuo da Usina de Monlevade é diferenciado em relação às demais, bem como em relação ao tempo das paradas programadas para manutenção, o que inviabiliza a comparação.

Para definição da meta foi considerado como um valor aceitável 1,5 corte de emergência por dia, totalizando 45 cortes / mês.

A redução dos cortes de emergência, também se faz necessária devido à entrada da nova mesa de rolos, denominada ROLAO, ou seja, rolo único e tracionado por um motor externo à mesa. É sabido que os cortes de emergência provocam furos, agarramentos e danificações diversas nos rolos existentes e em suas guias.

### 3 DESENVOLVIMENTO – PROCEDIMENTOS UTILIZADOS

Na identificação do problema, através da folha de verificação criada pela manutenção para acompanhamento da performance do equipamento, foi constatado um alto número de cortes de emergência. Antes da criação dessa folha de verificação, tínhamos informações referentes aos recortes, que são decorrentes de problemas nas oxicortes, mas esses não especificavam qual era o tipo do problema.

Através desse acompanhamento, verificou-se um número médio de cortes de emergência de 20,3 cortes entre 2002 e 2003 e de 243,6 cortes entre janeiro e maio de 2004, devido à mudança física da cabine de oxicorte. A pior consequência deste problema é a perda de produtividade da MLC. Essa consequência se torna de extrema relevância a partir da diretriz estabelecida pela GGJM de aumentar a produção de tarugos para 1.230.000 toneladas ao ano.

Os dados coletados dos cortes de emergência e os motivos que levaram aos mesmos são confiáveis, pois foram analisados diariamente por equipe multifuncional composta por pessoas da manutenção e operação.

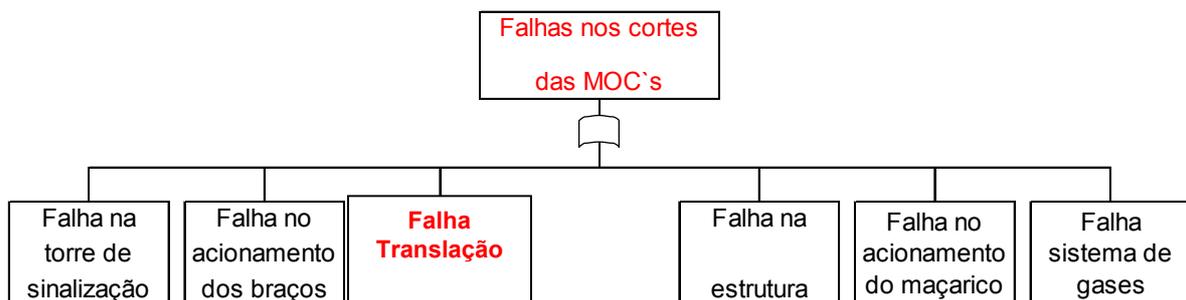
Para alcance dessa diretriz foi estipulada a meta de: *“Reduzir os cortes de emergência nas Máquinas de Oxicorte de 243,6 cortes para 45 cortes a partir de julho de 2004”*.

A princípio o problema não foi considerado focado, pois as Máquinas de Oxicorte podem apresentar problemas em relação ao turno (horário), letra e motivos diversos que podem ou não ser críticos para o corte de emergência. Portanto, deve-se estratificar o problema. As estratificações por turno e letra não entraram na estrutura do desdobramento, pois não permitem um bom foco.

Na análise do fenômeno foram utilizadas as informações dos anos de 2002, 2003 e 2004.

Com este banco de dados em mão foi construído um diagrama de Análise de Árvore de Falhas (FTA), cujo objetivo é mapear o caminho entre um modo de falha e as diversas causas que contribuiriam para sua ocorrência. No entanto, essa estratificação não permitiu o estabelecimento de um foco.

Na análise do processo foi proposto de imediato a construção de um Análise de Árvore de Falhas (FTA)- (Figura3).



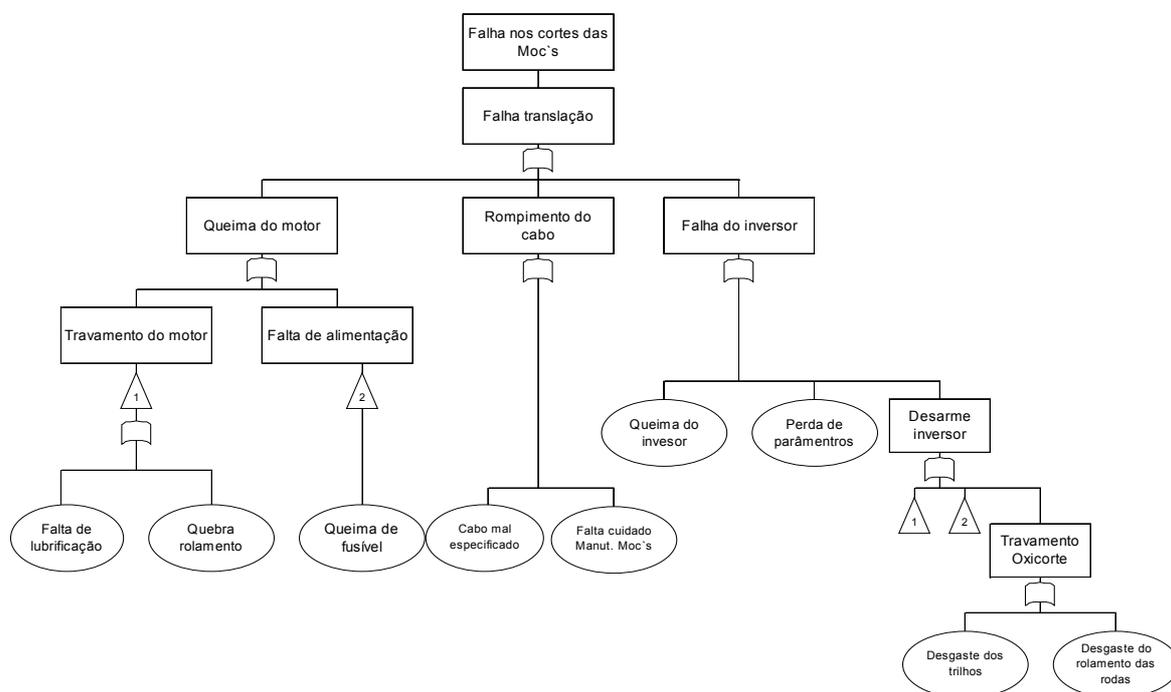
**Figura 3** – Análise de Árvore de Falhas (FTA)

Esta foi a ferramenta escolhida principalmente por dois motivos:

- ✓ O processo já é bem conhecido;
- ✓ Através de reuniões entre a manutenção elétrica / mecânica, fornecedores e a consulta dos manuais / desenhos podemos concluir que a regulagem da chama é o principal foco para solução do problema de cortes de emergência. Calibração da caneta, agarramento das oxicortes no ponto inicial, problemas de embreagem, mau contacto na borneira, bico sujo e outros serão tratados em separado dentro do FTA;

Para a realização do FTA (Figura 4) seguiu-se os seguintes passos:

- ✓ Foram efetuados os desdobramentos da falha do topo conforme os módulos conhecidos;
- ✓ Para se chegar ao evento topo foi criada uma árvore de falhas que consta de eventos que podem conduzir ao mesmo. Entende-se por falha a explicação sucinta de como o equipamento perde a função a qual foi concebido. Cada modo de falha é responsável por um resultado indesejável no cliente, externo ou interno;
- ✓ Foi necessário estabelecer todas as possíveis falhas através de eventos intermediários que são colocados em retângulos;
- ✓ A seqüência termina nas causas básicas indicadas por uma circunferência;
- ✓ Foi pesquisado, para cada causa básica listada, os controles atualmente implementados na área. Os controles atuais são formas de se evitar, preferencialmente, a ocorrência da causa básica da falha.



**Figura 4 – FTA Falha da Translação**

- ✓ Foram priorizadas as falhas básicas principais;
- ✓ Sobre cada causa básica identificada foi dada uma pontuação visando a priorização dessas causas para o estabelecimento de ações que as sanasse.

Os critérios utilizados para a pontuação foram o GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), (Figura 5). Gravidade é quão grave é a causa sobre o resultado indesejável em estudo. Urgência é quão urgente deve ser tratada a causa do resultado indesejável e Tendência é quão alta é a tendência ou probabilidade de ocorrer a causa do resultado indesejável em estudo.

MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO						
ITEM	SUBSISTEMA	CAUSA	CRITICIDADE			
			G	U	T	RESULTADO
1	Maçarico	Acionamento do maçarico inadequado	5	5	1	25,00
2	Maçarico	Caneta inadequado	5	5	1	25,00
3	Maçarico	Fornecedor não qualificado	5	5	3	75,00
4	Maçarico	Posição inadequada do maçarico	3	3	1	9,00
5	Maçarico	Falta de uma padronização para a velocidade de corte.	5	5	4	100,00
6	Maçarico	Bico Inadequado	3	3	1	9,00
7	Maçarico	Falta de um plano para troca sistemática dos bicos	5	5	5	125,00
8	Estrutura	Falta de padronização das Moc's	3	3	1	9,00
9	Estrutura	Falta de um plano para troca sistemática das Moc's	5	5	3	75,00
10	Estrutura	Variação da tem p. água dilatação/contração	5	5	3	75,00
11	Torre de Sinalização	Local inadequado	4	3	4	48,00
12	Torre de Sinalização	Material inadequado ( sensor )	5	3	1	15,00
13	Torre de Sinalização	Falta na padronizar das torres de sinalização	5	4	4	80,00
14	Braços/Estrutura	Plano de lubrificação inadequado	5	3	3	45,00
15	Braços/Estrutura	Sistema de fixação inadequado	5	3	3	45,00
16	Translação	Plano de lubrificação inadequado	3	1	1	3,00
17	Translação	Material inadequado do acoplamento	4	5	5	100,00
18	Translação	Desgaste dos trilhos	4	3	1	12,00
19	Sistema de Gases	Falta de uma pratica padrão para regulagem da chama	4	3	3	36,00
20	Sistema de Gases	Falta de um plano para limpeza dos filtros de GLP	3	4	2	24,00
21	Sistema de Gases	Falta de um plano para limpeza dos corta chamas	4	5	4	80,00
22	Sistema de Gases	Falta de um plano para troca sistemática dos manômetros de GLP e oxigenio	3	4	4	48,00
23	Sistema de Gases	Falta de um plano para troca sistemática das reguladoras de pressão	3	4	4	48,00
24	Sistema de Gases	Falta de um plano para troca sistemática das mangueiras de GLP e Oxigenio	4	5	4	80,00

Figura 5 – GUT (Gravidade Urgência e Tendência)

- ✓ Para cada causa básica identificada que foi priorizada, foi estabelecida uma ação.
- ✓ O plano de ação 5W1H foi constituído basicamente das recomendações propostas nas observações das causas fundamentais encontradas nas FTA's, sendo que a maior parte delas tornou-se Plano de Manutenção, Inspeção, Lubrificação, Troca Sistemática, Modificações no Projeto Original para facilitar as intervenções e prática padrão (Check-List), para liberação do equipamento.
- ✓ As ações implementadas são mostradas no Quadro 1.

## Quadro 1 - Plano de Ação 5W1H

O que	Por que	Como	Onde	Quem	Quando
Qualificar os fornecedores	Garantir qualidade do serviço	Inserindo no SAP	MLC	<u>Ildeu</u> Eduardo	30/07/04
Padronizar a velocidade de corte	Garantir qualidade do corte	Automatizando o corte com a velocidade de lingotamento	MLC	Eduardo	30/06/04
Elaborar plano de troca de bicos de cortes	Para redução dos cortes de emergência e melhoria dos cortes	Inserindo SAP	MLC	Frank	30/07/04
Elaborar plano de troca sistemática das MOC's	Para redução dos cortes de emergência	Inserindo SAP	MLC	Frank	30/06/04
Padronizar as MOC's	Para maior robustez das oxicortes reduzindo os cortes de emergência	Inserindo no SAP	MLC	Cláudio Frank <u>Ildeu</u>	30/07/04
Padronizar as Torres de sinalização	Para redução dos cortes de emergência	Montando torres padronizados	MLC	<u>Ildeu</u> Cláudio	30/06/04
Elaborar plano para limpeza periódica dos cortas chamas de GLP e O2	Para redução dos cortes de emergência e melhoria dos cortes	Inserindo SAP	MLC	Frank	30/06/04
Elaborar plano de troca sistemática das mangueiras GLP e O2	Melhorar qualidade da chama de corte, reduzindo corte de emergência	Inserindo SAP	MLC	Frank	30/07/04

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

Com a implementação das medidas obtidas através do FTA, conseguiu-se superar a meta proposta de 45 cortes de emergência. Em porcentagem houve uma redução de 86,7% (Figura 6) em relação a meta estabelecida.

Alem disto, com o projeto obteve-se os seguintes ganhos:

- ✓ Redução do risco de acidentes durante o corte do tarugo com maçarico de emergência;
- ✓ Disponibilização de mão-de-obra para execução de outras atividades;
- ✓ Redução de consumo de guias danificadas durante o uso do maçarico de emergência;
- ✓ Melhoria na qualidade do corte com redução de rebarbas;
- ✓ Melhoria na qualidade do tarugo em relação à incrustação e formação de palha no laminador;
- ✓ Diminuição de perdas de produção por motivo de redução de velocidade de lingotamento devido a problemas nas máquinas de oxicorte.

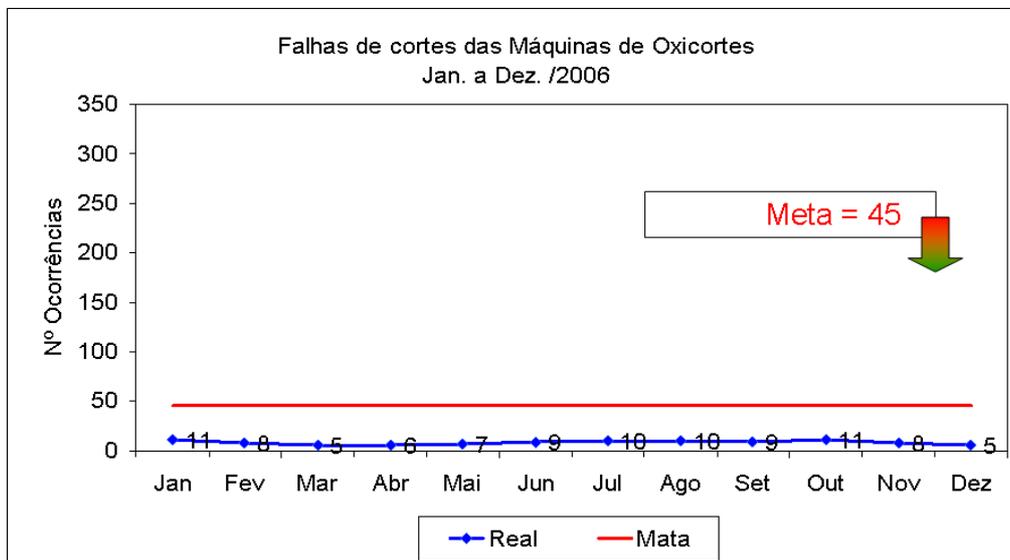
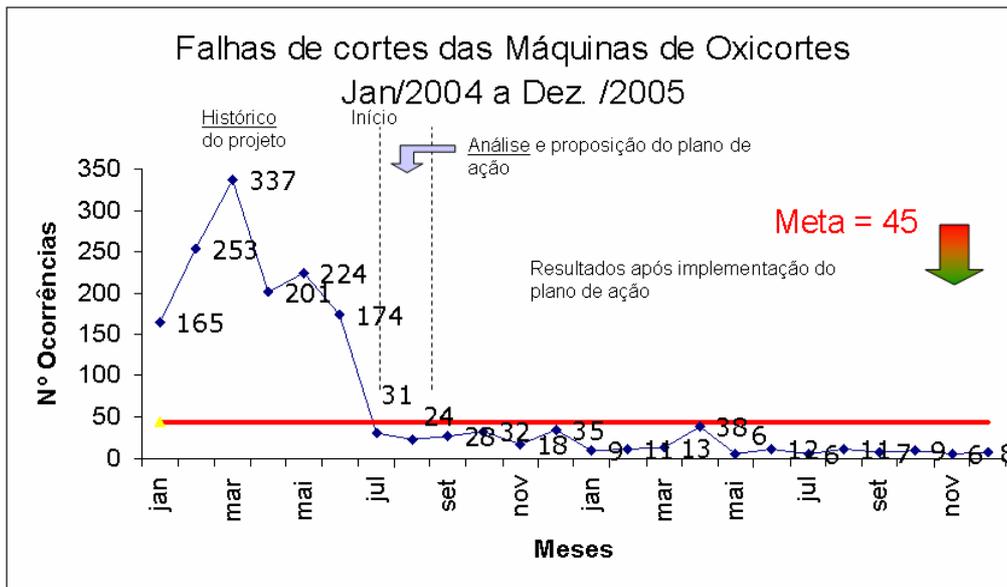


Figura 6 – Gráfico das Falhas Máquinas de Oxicorte

## 5 CONCLUSÃO

Para a realização deste trabalho foram criados práticas padrões, ou seja, check-list de testes finais para liberação das Oxicortes, modificações no projeto original e check-list no turno para acompanhamento da performance das oxicortes.

As principais medidas foram implementadas, sendo que a equipe do DMAC / DPAC e fornecedores, após a realização deste trabalho ficaram mais conscientizadas da importância de se trabalhar com procedimentos.

Os pontos positivos mais relevantes do projeto foram:

- ✓ Ganho na produtividade da MLC;
- ✓ Maior conscientização e envolvimento da operação / manutenção e fornecedores nas manutenções / revisões das Máquinas de Oxicorte;
- ✓ Grande aprendizado da metodologia e ferramentas estatísticas;
- ✓ Como ponto negativo, podemos ressaltar as dificuldades na identificação das causas reais que motivaram os cortes de emergência, pois as informações que possuíamos sobre os recortes não contemplavam os motivos dos mesmos.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Curso intermediário de estatística e ferramentas básicas da qualidade, F.D.G.
- 2 Apostilas do curso do programa seis sigma (BLACK-BELT)
- 3 Wekerma, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processo. INDG 1995**, 108 paginas.
- 4 Helman, Horacio, Andery, Paulo Roberto Pereira, **Análise de Falhas (Aplicação dos Métodos de FMEA – FTA)**, Volume 11.