

MELHORIA NA CONDIÇÃO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA HIDRÁULICO DAS BOBINADEIRAS DO LTQ¹

Carlos Ney Ferreira²
Winder Borges³
Arnaldo Salles⁴
Paulo Roberto Caldeira⁵

Resumo

Tendo em vista o objetivo da busca contínua da melhoria e confiabilidade de nossos equipamentos, além da permanente redução de nossos custos operacionais, percebemos a necessidade melhorar a qualidade do óleo que atende os sistemas hidráulicos do LTQ. Iniciamos a melhoria pelo sistema final da linha, buscando evitar assim, geração de sucata de produto beneficiado, e parada de máquina por problemas no sistema hidráulico principal das bobinadeiras – HY06 –, que é o precursor deste trabalho. Implantamos um novo conjunto de meio filtrante, e uma nova metodologia de acompanhamento, para que o ISO recomendado seja alcançado e mantido, sendo menor ou igual a 15/13/11 (NAS 4). Desde a implantação do novo sistema não houve registro de troca de nenhuma servo válvula e conseguimos no ano de 2004 a eliminação de parada de máquina – LTQ – devido a problemas hidráulicos no sistema principal das bobinadeiras.

¹ *Contribuição Técnica ao 42º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos; 25 a 28 de Outubro de 2005, Santos, SP, Brasil.*

² *Carlos Ney Ferreira, funcionário da Companhia Siderúrgica de Tubarão, Técnico de predição e inspeção mecânica do LTQ seção IUAT.*

³ *Winder Borges, funcionário da Companhia Siderúrgica de Tubarão, Técnico de Manutenção mecânica do LTQ seção IUAT.*

⁴ *Arnaldo Salles, funcionário da Companhia Siderúrgica de Tubarão, Especialista em Manutenção mecânica do LTQ seção IUAT.*

⁵ *Paulo Roberto Caldeira, funcionário da Companhia Siderúrgica de Tubarão, Supervisor de da inspeção mecânica do LTQ seção IUAT.*

1 INTRODUÇÃO

Uma das principais formas de se transmitir energia em plantas siderúrgicas, é por meio de sistemas hidráulicos, uma vez que seus atuadores comportam grande capacidade de carga em tamanhos reduzidos, se comparado a qualquer outro sistema.

O Laminador de Tiras a Quente – LTQ – da Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST –, possui 7 unidades hidráulicas, que armazenam o total de 47.000 Litros de óleo, entre estas unidades, há sistemas principais e secundários, o sistema abordado por este trabalho é o sistema hidráulico principal das bobinadeiras - HY06.

O LTQ teve início de suas operações em agosto de 2002, com capacidade de laminar 2 milhões de toneladas de placas de aço /ano. Por se tratar de um equipamento relativamente novo, possui diversos componentes de alta tecnologia, performance e rendimento, que conseqüentemente necessitam de maiores cuidados, pois para obter esta melhora, os componentes mecânicos são confeccionados com as folgas reduzidas, um exemplo claro são as Servo-válvulas. Há circuitos hidráulicos no LTQ que possuem 84 Servo-válvulas atendidas por uma única unidade. O princípio de funcionamento das servo-válvulas, exige que as mesmas trabalhem com o óleo limpo, ou seja a quantidade de contaminantes do óleo deve ser mantida dentro de um patamar recomendado pelo fabricante do equipamento, sendo que esta indicação refere se ao nível máximo de contaminante suportado pelo circuito.

Tabela 1. Folga média entre componentes hidráulicos

Componentes hidráulicos	Folga (Micra)
Rolamento de Rolos	0,4-1
Rolamento de Esferas	0,1-0,7
Rolamento hidrostático	5-100
Vedação Dinâmica	0,05-0,5
Bomba de Palheta	0,5-5
Bomba de Engrenagem	0,5-13
Bomba de Pistão	0,5-40
Válvula Direcional – convencional	2-8
Válvula Proporcional	1-6
Servo Válvula – Piloto	1-4
Atuadores	25-250

Tabela 1

Conforme Tabela 1, a folga entre o carretel e a luva – Piloto – varia de 1 a 4 micra, o que torna as partículas nesta faixa de tamanho crítica para o componente, conseqüentemente para o sistema.

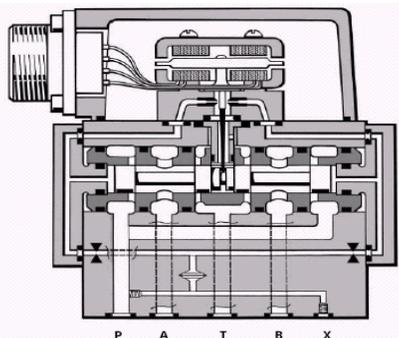


Figura 1. Conjunto Servo Piloto



Figura 2. Tamanho da partícula x folga

Tabela 2. Resultados da “PROTEÇÃO DE FOLGAS” em sistemas hidráulicos e de lubrificação por meio de FILTRAÇÃO

Bomba.....	4...10 x Aumento na vida
Transmissão Hidrostática.....	4...10 x Aumento na vida
Válvula	5...300 x Aumento na vida
Carretel de Válvula.....	Eliminação de agarramento
Fluido.....	Aumento na vida por redução da oxidação
Mancal de rolamento.....	Até 50 x Aumento na vida
Mancal de bucha.....	Até 10 x Aumento na vida

Tabela II

Equipamento denominado HY06

A unidade principal das bobinadeiras do LTQ – HY06 – é responsável pelos principais acionamentos das duas Bobinadeiras. Por ser o ultimo conjunto da linha do Laminador, é um equipamento que em caso de falha, causará a geração de sucata, e provocará inclusive uma parada do laminador.

O HY06 é dotado de um sistema de filtração composto por filtros na linha de retorno, linha de recirculação, linha de pressão, respiro e possui filtros de alto colapso para as linhas piloto das servo-válvulas. Além disso a fim de minimizar a geração de partículas o reservatório e as tubulações são de aço inoxidável. Em seu circuito hidráulico existem 24 (vinte e quatro) servo-válvulas instaladas e 6 (seis) válvulas Proporcionais.



Figura 3. Bobinadeiras



Figura 4. HY06

2 DESENVOLVIMENTO

Desde o Start Up do LTQ, o resultado das análises de amostras do HY06, vinham apresentando o grau de contaminação quase sempre acima do máximo recomendado pelo fornecedor do equipamento. Como a filosofia da companhia não é trabalhar no limite, decidimos por redefinir o grau de contaminação máximo para o sistema, trabalharíamos por

tanto para obter e manter o NAS 4 no HY06, pois em caso de algum distúrbio no sistema, poderíamos chegar a NAS 5 conforme recomendação do fabricante, sem que houvesse nenhum prejuízo aos componentes do circuito.

Foi feita pesquisa de mercado, em busca de uma empresa que pudesse fornecer uma solução em filtração, que atendesse nossas necessidades. Tínhamos como parâmetro o fornecedor original do equipamento, que estava sendo aplicado no HY06 desde o Start Up. Através de referências de outras siderúrgicas no País, contatamos outro fornecedor de filtros que agora é o atual fornecedor de elementos para o HY06 e HY05. Junto deste, foi realizado um levantamento do sistema, histórico de laudos e definimos nosso objetivo.

Dimensionamento

- Pontos de Filtração

A . Linha de Pressão

B . Linha de Retorno

C . Linha de Recirculação

D . Respiro para reservatório

- Dados do Sistema

Volume do Reservatório	10000 L
Tipo de Fluido	Óleo mineral ISO VG 46
Temperatura de Trabalho	40 a 45 °C
Viscosidade real	46 cSt
Pressão máxima de trabalho	315 bar

- Dados de Operação para os filtros

	A . Linha de Pressão	B . Linha de Retorno	C . Linha de Recirculação
Pressão Máxima.....	210 bar	7 bar	10 bar
Δp max disponível.....	O necessário	O necessário	O necessário
Pulsos de Pressão.....	Sim	Não	Não
Modo de Operacional....	Simplex	Duplex	Duplex
Vazão.....	290 Lpm / Bomba	2320 Lpm (Total)	700 Lpm
Taxa de Filtração.....	23 %	23 %	7 %
By pass.....	Sim	Sim	Sim
Indicador de Δp	Elétrico	Elétrico	Elétrico
Fluxo Reverso.....	Não há	Não há	Não há

Dados de Operação para o Respiro

	D . Respiro
Pressão Máxima.....	Atmosférica
Temperatura.....	40 °C max
Fluido.....	Ar do ambiente poluído, fibras e alta umidade relativa
Indicador de Δp	Sim
Fluxo Reverso.....	Pela válvula de By pass

Tabela 3. Estudo

Formula de cálculo de Δp inicial. $\Delta p_i = Q \cdot (V/32) \cdot (d/0,9) \cdot K$		Onde: Δp_i – Pressão diferencial inicial [psi] Q – Vazão [gpm] V – Viscosidade real do fluido [cSt] d – densidade do fluido [kg/m ³]. K – Constante de catálogo [psi/gpm]	
Elementos Sugeridos			
Pressão	Retorno	Recirculação	Respiro
$\Delta p_i = 0,34$ bar	$\Delta p_i = 0,33$ bar	$\Delta p_i = 0,30$ bar	
Não Aplicado	Aplicado Ultipor III $\beta_{(7)} \geq 1000$ Vida estimada 4 a 6 meses Vida alcançada: 15 meses	Aplicado Ultipor III $\beta_{(5)} \geq 1000$ Vida estimada 3 a 4 meses Vida Alcançada: 5 meses	Aplicado Sílica Gel Absoluto 1 μ Vida estimada 6 meses

Tabela III

3 APLICAÇÃO

Em 07/01/04, foi coletado uma amostra e o resultado da análise foi NAS 6. Decidiu-se instalar os novos elementos filtrantes ainda na parada do corrente mês, dependendo apenas da finalização dos estudos por parte do novo fornecedor, estes foram instalados em 29/01/04. Realizado junto ao novo fornecedor um teste de desempenho, no qual avaliamos a performance dos novos elementos filtrantes. Seguiu-se então as recomendações de instalação do mesmo e fizemos um acompanhamento mais estreito e sistemático, com amostras periódicas realizadas pelo SLS da Pall (Laboratório que realiza contagem óptica de partículas com valor judicial) e pelo nosso Laboratório de Lubrificantes.

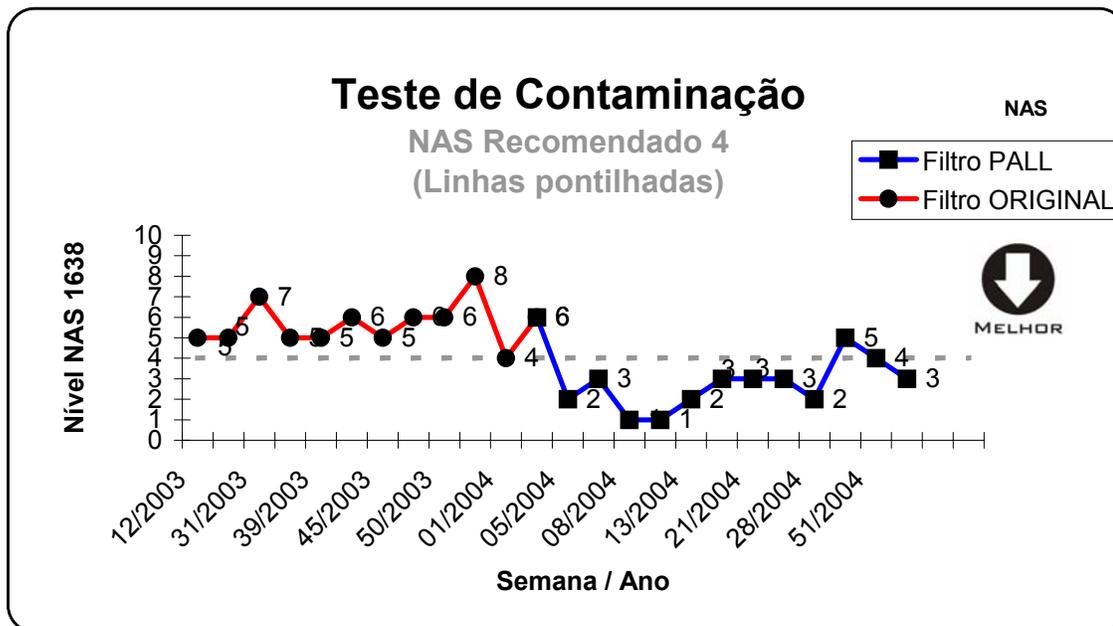


Gráfico classe NAS / Semana - Histórico CST e laudos SLS

Figura 5. Histórico dos laudos de Contaminação.

Para os resultados acima mostrados foram necessários, apenas as trocas dos elementos da linha de retorno, recirculação e respiro, pois de acordo com nosso novo

fornecedor a taxa de filtração obtida pelo retorno e recirculação (~ 30%), aliada a eliminação de ingresso pelo respiro, seria suficiente para o resultado almejado.

Já era de conhecimento rotineiro da CST, todavia foi alertado pelo fornecedor, que a vida útil dos elementos da 1ª carga seria inferior a vida da 2ª carga em diante. Mesmo assim a saturação total do novo elemento se deu no prazo acima do previsto inicialmente.

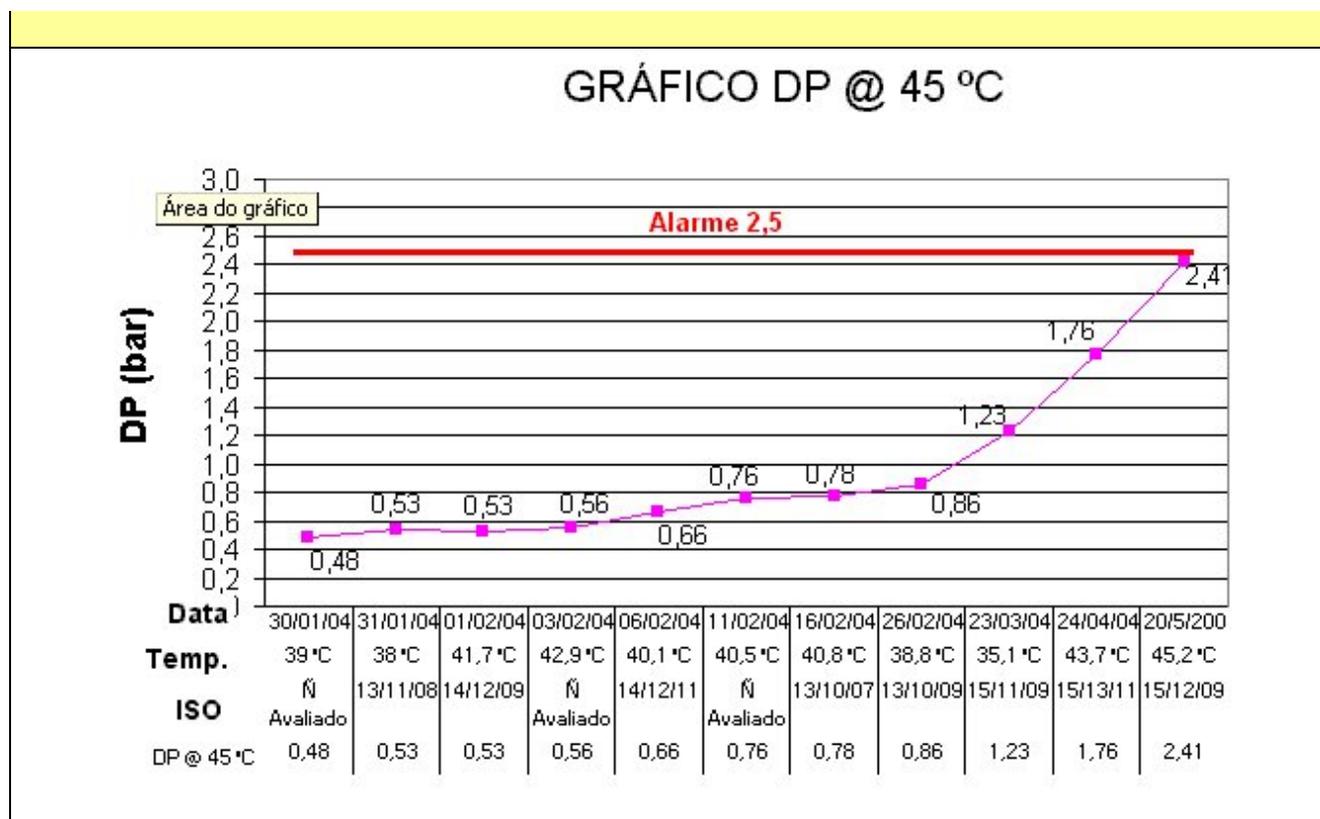


Figura 6. Desenvolvimento do diferencial de Pressão.

O gráficos acima apresentam a evolução do Δp do elemento da linha de recirculação. Tais valores estão corrigidos em função da Temperatura, a fim de avaliar melhor a curva já anteriormente prevista pelo fabricante dos produtos usados, ou seja, a uma temperatura média de 45 °C , como se comportou a elevação do diferencial de pressão (Δp). A curva corrigida se comportou igual a curva teórica de aumento do Δp em relação ao tempo, sendo que, uma vez que a curva esta com a viscosidade corrigida, há apenas uma variável a influenciar na elevação da mesma: **A contaminação**.

O gráfico da Figura 7, mostra o comportamento teórico da relação de melhor performance dos elementos filtrantes em função da vida do mesmo. No final do ano de 2003 iniciamos uma nova campanha com este sistema e ainda estamos operando com este.

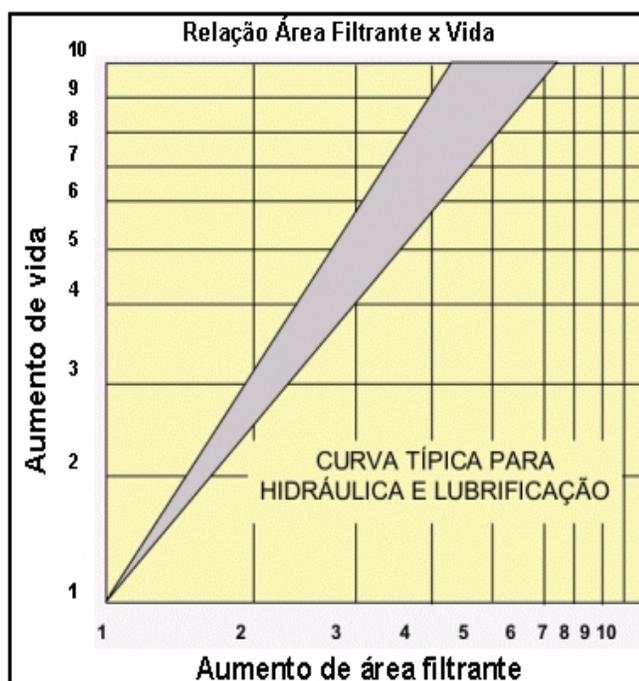


Figura 7. Avaliação de vida com relação ao diferencial de pressão inicial.

Resultado dos valores indicados no sistema da CST – HY 06.



Figura 8. Indicação da Pressão Antes do Filtro original e pressão de saída igual a 5,6 bar



Figura 9. Indicação da Pressão Antes do Novo Filtro e pressão de saída igual a 5,6 bar

Nas Figuras 8 e 9, estão fotos dos manômetros digitais, com valores das medições realizadas no HY06, sob as mesmas condições de temperatura do óleo, vazão e com elementos recém colocados nas carcaças para ambos os fabricantes.

O Δp_i – perda de carga inicial – do elemento novo foi de 0,5 bar. Medições futuras comprovaram que em relação aos pontos de medição a carcaça vazia provoca uma perda de carga fixa de 0,2 bar. Por tanto o memorial de calculo do Δp_i do novo elemento da linha de recirculação estava correto.

Como o Δp inicial menor representa maior vida útil do elemento, ganhamos também em vida.

Tabela 4. Resultados dos laudos comparativos – Contagem Óptica.

Elementos em operação	<i>Elemento Original</i>	<i>Novo Elemento</i>
	Ano 2003	Ano 2004
Resultado das análises, em 12 amostragens	1 – NAS 8	1 – NAS 5
	1 – NAS 7	1 – NAS 4
	4 – NAS 6	5 – NAS 3
	5 – NAS 5	3 – NAS 2
	1 – NAS 4	2 – NAS 1

Os dados apresentados, mostram o ganho referente a uma melhor condição operacional do óleo, e a vida dos elementos. Nas análises de contagem óptica de partículas, obtivemos com o novo elemento apenas uma incidência de NAS acima da classe 4, que atingiu a classe 5, ainda dentro da recomendação do fabricante, conforme as nossas expectativas.

Servo-válvulas:

Como mostrado no início do trabalho, as servo-válvulas são os componentes mais sensíveis de todo o circuito hidráulico, pois possuem folgas reduzidas e grande parte da precisão processo, depende do desempenho destas.

Quantidade de Servo-válvulas substituídas no HY06:

Ano 2002 – 10 peças

Ano 2003 – 9 peças

Ano 2004 – não houve troca

Ano 2005 – não houve troca

Tabela 5. Custo x Benefício

<u>Custos</u> Carga (elementos)	<u># de Cargas</u> Ano	<u>Custo total</u> Ano
Carga de retorno..... R\$ 8.000,00	(superior) 1	R\$8.000,00
Carga de recirculação..... R\$ 4.000,00	3	R\$12.000,00
Respiro..... R\$ 3.000,00	1	R\$3.000,00
Total R\$ 23.000,00		
<u>Custo Reparo</u> Servo Válvula	<u># de Reparo Servo</u> Ano	<u>Custo Reparo</u> Ano
Valor médio..... R\$5.000,00	2002 – 10 pçs	R\$50.000,00
	2003 – 9 pçs	R\$45.000,00
	2004 – 0	R\$0,00
<u>Preço Venda</u> Tonelada	<u>Toneladas</u> Bobina	<u>Prejuízo</u> Sucata
Valor médio..... U\$500,00	20	U\$10.000,00
<u>Produção do LTQ</u> Hora	<u>Preço</u> Bobina	<u>Prejuízo</u> Hora Parada
# de Bobinas..... 4	10.000,00	U\$40.000,00
Considerando o HY 06, num período de 12 meses e U\$1,00 = R\$2,60		
4 Servo Reparadas = R\$20.000,00		
1 Sucata = R\$26.000,00		
1 hora paradas = R\$104.000,00		
Custo de Filtração = R\$23,000		
Custo com 1 falha hidráulica e 4 reparos de servo = R\$150.000,00		
Benefício deixar de perder <u>R\$150.000,00</u>		
Ano		

4 CONCLUSÃO

Melhoria Continua.

Mantendo o foco da companhia da busca contínua de melhorias, segue:
Após realizarmos os testes do novo elemento em condições iguais ao do elemento original, solicitamos ao fornecedor que desenvolvesse um novo estudo para obtermos maior vida útil nos elementos da linha de recirculação. Este apresentou uma opção para aumentarmos as torres da carcaça de recirculação para podermos trabalhar com um elemento de maior área superficial, o que nos proporcionaria maior vida nos elementos, além disso poderíamos trabalhar com duas torres operando em paralelo, o que dobraria nossa área de filtração e nos traria um ganho teórico de 50%, a mais em vida de cada elemento. O gráfico 3 anteriormente citado, mostra o comportamento teórico da relação aumento de área filtrante pela vida do elemento. No final do ano passado iniciamos uma nova campanha com este sistema e ainda estamos operando com este.

Segue foto da atual condição de implantação existente.



Figura 10. Torre Duplex linha de recirculação HY06

HOT STRIP MILL REEL HYDRAULIC SYSTEM OPERATIONAL IMPROVEMENT

*Carlos Ney Ferreira
Winder Borges
Arnaldo Salles
Paulo Roberto Caldeira*

Abstract

Pursuing continuous improvement and confidence in our equipments, along with regular operational cost reduction we came do be aware of the needs of improving the oil quality in what concerns Hot Strip Mill hydraulic systems. We have started to make it better by the end of the process, avoiding unnecessary production lost, as well as, machine shut down due to problems in the reel main hydraulic system – HY06 – which is this project precursor. We have introduced a new set of filtration media and a supportive methodology in order to correspond to the ISO code recommended, equal or less than 15/13/11 (NAS 4). Since the new system introduction there were no servo valve change demanded and we succeeded in having no machine shut down throughout 2004 as we had no hydraulic occurrences in the reel main hydraulic system; Prediction and inspection mechanical technician HSM, Companhia Siderúrgica de Tubarão; Mechanical maintenance technician HSM, Companhia Siderúrgica de Tubarão; Mechanical maintenance engineer specialist HSM, Companhia Siderúrgica de Tubarão; Mechanical maintenance supervisor HSM, Companhia Siderúrgica de Tubarão