



SUBSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE CLARIFICAÇÃO E POTABILIZAÇÃO DE ÁGUA COM CLORO GASOSO PELA TECNOLOGIA OXAMINE® *

Adriano Francisco dos Santos¹

Danielle Duarte Bernardi²

Leonardo Ragassi Ferreira Lima³

Wallace Ernesto Sant'Anna Ramos⁴

Rodrigo Sepulcri Rosalem⁵

Resumo

Dentre as diversas atividades executadas na área de Utilidades de uma empresa, o processo de clarificação e potabilização da água é de suma importância para a manutenção dos processos e das pessoas que ali trabalham. O presente trabalho visa mostrar a preocupação da Área de Energia com os funcionários, colaboradores e comunidade, no que se diz respeito aos riscos a saúde e segurança na utilização do cloro gasoso no processo de clarificação e potabilização da água e as atitudes tomadas para eliminação desse risco, durante o processo de substituição do cloro gasoso pela tecnologia Oxamine®.

Palavras-chave: Cloro gasoso; Oxamine®.

REPLACEMENT OF WATER CLARIFICATION AND POTABILIZATION MADE BY CHLORINE GAS FOR OXAMINE® TECHNOLOGY

Abstract

Among the activities developed at Utility Area of a company, the process of clarification and potabilization of water is very important for process management and people around there. The purpose of this paper is to demonstrate the concern of Utility Area with their employees, co-workers and the community, regarding the hazards in health and safety due to the utilization of chlorine gas in the water treatment as well the postures to elimination of this risk, along the process of change of the chlorine gas for the Oxamine® technology.

Keywords: Chlorine gas; Oxamine®.

¹ *Técnico em Eletrotécnica, Técnico de Distribuição de Energia, Departamento de Produção de Gusa e Energia, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.*

² *Especialista em Utilidades do Departamento de Produção de Gusa e Energia da ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.*

³ *Técnico em Mecânica, Técnico de Distribuição de Utilidades, Departamento de Produção de Gusa e Energia, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil.*

⁴ *Bacharel e Licenciado em Química, Buckman, Serra, ES, Brasil.*

⁵ *Engenheiro Químico, Buckman, Serra, ES, Brasil.*

* *Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.*



1 INTRODUÇÃO

Várias empresas do Brasil utilizam o cloro gasoso (Cl_2) como parte do tratamento de água. A literatura e os acidentes ocorridos em diversas partes do Brasil e do mundo reforçam que este gás possui um grau elevado de perigo e que seu manuseio trás riscos para quem o manipula.

Em contato com as vias respiratórias torna-se um ácido, prejudicial à saúde, podendo causar danos irreparáveis ao ser humano.

A Área de Utilidades da ArcelorMittal Tubarão, no constante processo de melhoria contínua, buscou uma forma de substituir o Cloro Gasoso por outro produto que pudesse manter a segurança no tratamento da água utilizada na usina.

Um plano de experiência foi elaborado para essa substituição, que demandou tempo e diversos ajustes até que o sistema se mantivesse confiável. O presente trabalho trata-se de apresentar o plano de experiência e seus resultados.

2 O USO DO CLORO GASOSO NO TRATAMENTO DE ÁGUA

O cloro gás é um desinfetante muito típico em processos de potabilização por apresentar custos baixos e estar estabelecido e permitido pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, porém os riscos envolvidos na operação, transporte e os riscos de vazamentos são elevados e de alto potencial de gravidade.

O cloro gasoso no tratamento de água é utilizado em solução aquosa e aplicado diretamente no ponto a ser tratado. Sua função é de eliminar ativos biológicos que contaminam a água.

2.1 Riscos Associados a este Produto

O cloro gás é principalmente um irritante das vias respiratórias. Em concentrações elevadas irrita as membranas mucosas, o sistema respiratório e os olhos. Em casos extremos, a dificuldade em respirar pode aumentar até o ponto de ocorrer morte por colapso respiratório ou falência pulmonar. O odor característico e penetrante do cloro gás é facilmente percebido pelo olfato humano, gerando um alerta de sua presença no ar.

Em altas concentrações, ele também é visível como um gás amarelo-esverdeado. O cloro líquido em contato com a pele ou olhos pode causar queimaduras químicas e/ou ulcerações por congelamento.

A ArcelorMittal Tubarão possui padrões de emergências que tem o objetivo de auxiliar os funcionários na atuação em caso de ocorrências dos diversos itens considerados críticos no que tange à segurança (incêndio, explosão, etc.). Na Área de Utilidades esse padrão é o PT-EME-UTIL-00-0001 (Tratamento a Emergências nas Áreas de Produção e Distribuição de Energia). Na revisão atual o risco de cloro já foi excluído, mas anteriormente continha os procedimentos para atuação em caso de vazamento desse produto. Todos os procedimentos de emergência são validados através de simulados.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



CLASSE DE DOCUMENTO NORMATIVO		NUMERO							
PADRÃO TÉCNICO		PT-EME-UTIL-00-0001							
Anexo A - Plano de Emergência da Célula de Água (Estação de Tratamento de Água Potável Industrial)									
PONTO CRÍTICO	PERIGO ASPECTO AMBIENTAL	PROCEDIMENTOS RESPONSABILIDADES		PONTO DE ENCONTRO	ROTA DE ACESSO	EQUIP. NO LOCAL	EQUIPAMENTOS/ FERRAMENTAS	ISOLAMENTO DA AREA	CENÁRIO DE GASES/ PRINCIPAIS RISCOS/ ROTAS DE EVACUAÇÃO
		QUEM	O QUE FAZER						
Estação de Tratamento de Água Potável Industrial (ETA-Potável Industrial)	Vazamento de cloro gasoso, com possibilidade de explosão	Supervisor de Centro de Energia	O vazamento deve ser detectado pelo sistema de monitoramento eletrônico ou pela inspeção de área.	Rodoviária ao lado do Centro de Controle	RH-22, Av. Principal, RB-11 e Rodoviária	Extintores / máscara de Linha	<ul style="list-style-type: none"> Caminhão ABT Caminhão pipa Ambulância Máscaras autônomas e cilindros reservas <i>ou</i> máscara de linha Máscara de Tyvek Detetores de gás Cordas de salvamento Lavras de PFC Rádio de comunicação 	Impedir o acesso de pessoas pelas ruas RB-11, RB-12, RC-15 e RA-11.	<ul style="list-style-type: none"> Formação de Nuvem Tóxica: Grande liberação de gás tóxico (cloro) devido a ruptura do cilindro, ocasionada por queda do mesmo ou por erro operacional ou falha do equipamento de transporte, resultando em formação de nuvem tóxica. Predominância do vento: vento nordeste. Excepcionalmente: meses de maio, junho e julho - vento sul. Rota de Evacuação: direção oeste. Excepcionalmente: direção sudeste. Zona de Reunião para Evacuação: Inicialmente: dirigir-se para a rodoviária. Excepcionalmente: dirigir-se para a Portaria Industrial.
		Técnicos de Distribuição de Utilidades	<ul style="list-style-type: none"> Operador deve utilizar um kit de segurança (contém: tarugos, acessórios, brachadeiras, máscaras de linha, etc.) para a estanqueidade do vazamento. Comunicar ao Bombeiro Industrial pelo ramal 1122 (Central de Alarms). Acionar a Brigada de Incêndio. Comunicar de imediato à sua Gerência. 	Bombeiro Industrial Brigada de Incêndio	<ul style="list-style-type: none"> Incluir os equipamentos necessários. Realizar o combate ao vazamento. 				

Figura 1. Padrão de Emergência

2.2 Sistema de Tratamento de Água na ArcelorMittal Tubarão

A ArcelorMittal Tubarão recebe uma média de 2500 m³/h de água bruta (sem tratamento) do Rio Santa Maria, que abastece a Região Metropolitana da Grande Vitória. Essa água passa por um processo de clarificação e é dividida em duas correntes: distribuição de água industrial e alimentação da estação de tratamento de água potável (ETA-P). A ETA-P opera com uma vazão média de 260 m³/h.

Desde o início de operação da planta de potabilização o cloro gasoso foi utilizado no processo de desinfecção da água. Este sistema era composto de cilindros de cloro, balança, sistema de dosagem e mistura com água, detector de vazamento e sistema de neutralização/ exaustão.

O sistema consistia em receber o gás de cilindros que por sua vez eram misturados com água, e o controle da dosagem era feito através da medição do residual de cloro livre na água potável. A aplicação era realizada no sistema de tratamento de água clarificada e água potável.

Os riscos operacionais eram minimizados através de manutenção preventiva de equipamentos e treinamentos operacionais para o caso de alguma anormalidade no sistema.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

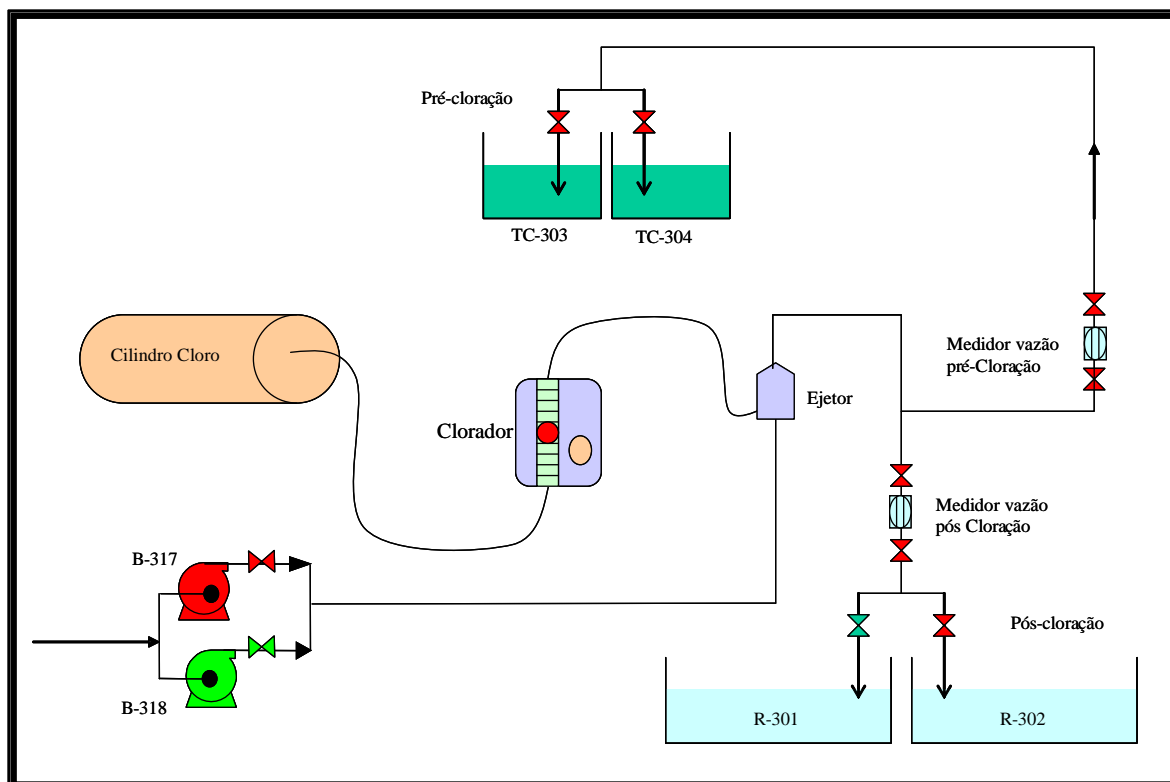


Figura 2. Antigo sistema de dosagem de Cloro da ArcelorMittal Tubarão.

3 SUBSTITUIÇÃO DO CLORO PELA TECNOLOGIA OXAMINE®

Vários estudos foram realizados para avaliar qual produto poderia substituir o cloro gasoso, mantendo a qualidade da água potável da usina e diminuindo os riscos operacionais. Após realização do teste de experiência e performance da tecnologia Oxamine®, os resultados foram avaliados e demonstraram uma pequena redução no custo com produtos e uma elevada redução no risco envolvido na aplicação de cloro gás, sendo assim a tecnologia Oxamine® foi o produto escolhido para fazer o controle microbiológico da água clarificada e potável.

A tecnologia Oxamine® se baseia na combinação química de dois ativos químicos produzindo a monocloramina (MCA) que é efetiva como biocida e efetivo no controle de biofilme. A MCA é um biocida oxidante com um espectro de ação mais específico que o cloro. A estabilidade química deste biocida está diretamente ligada às condições de mistura, sendo imprescindível a utilização de equipamentos específicos garantindo a segurança operacional.

A combinação desta mistura não possui cloro nem adição de cloretos no sistema, pois um oxidante forte é transformado em um oxidante fraco que não reage com matérias orgânicas. Desta forma o tratamento age fortemente com atividade microbiológica não trazendo impacto para o tratamento de efluentes e facilita.

A tecnologia Oxamine® é 100% mineral e não produz toxinas orgânicas e possui baixa reatividade, trazendo ao mercado uma tecnologia verde.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



3.1 Plano de Experiência

O Oxamine® é aplicado na água bruta a uma taxa de 0,5 ppm, uma vez por dia por 2 horas. Na entrada da ETA-P é dosado continuamente 1,0 ppm de Oxamine® e na saída da planta de potabilização é feita uma dosagem final de ajuste até o residual desejado para distribuição.

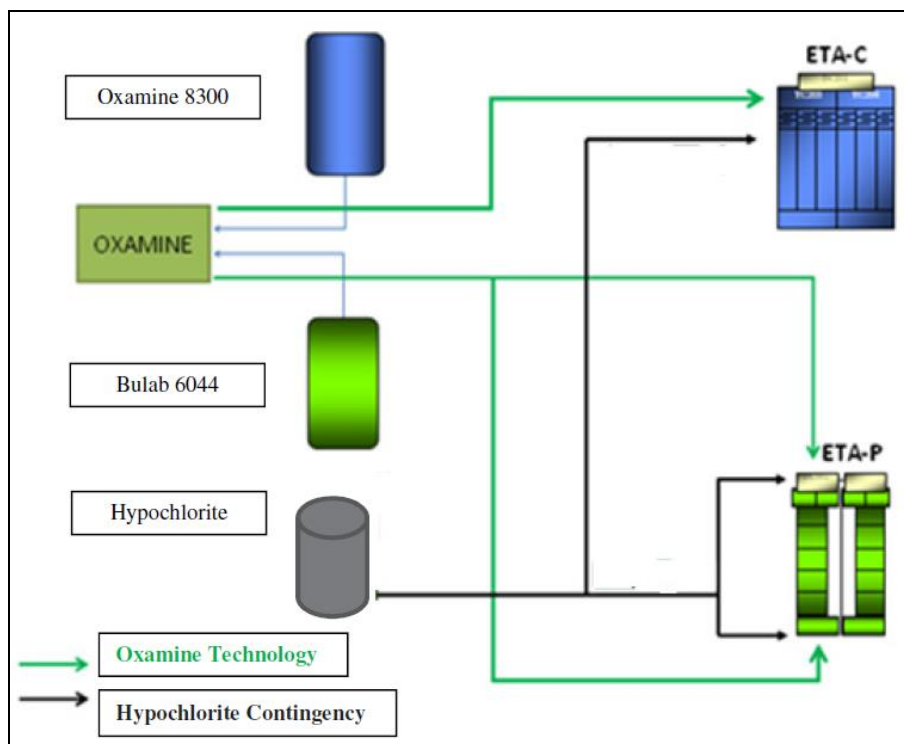


Figura 3. Esquema de aplicação do Oxamine® na ArcelorMittal Tubarão.

A performance da aplicação da tecnologia Oxamine® foi medida e controlada através dos seguintes parâmetros de qualidade da Água Potável:

- Cloro Total na entrada da ETA-P: 0,4 a 2,0 ppm
- Cloro Total na saída da ETA-P: 0,8 a 2,0 ppm
- Monocloramina na saída da ETA-P: 0,8 a 2,0 ppm
- Contagem de Bactérias Totais (não é controle, apenas monitoramento)

3.2 Vantagens e Desvantagens

A tabela abaixo apresenta um comparativo entre os pontos positivos (+) e negativos (-) da utilização de cada uma das tecnologias:

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



Tabela 1. Comparativo entre as tecnologias Oxamine® e Cloro Gasoso

Cloro Gasoso	Oxamine®
<ul style="list-style-type: none"> + Econômico, Disponível + Produto Único - Grande decomposição a pH > 7,5 - Produção de AOX / THM - Consumo muito alto em caso de carga orgânica alta - Reação com NH₃ gera MCA não controlada que reverte a tricloramina - Corrosão - Não atua no biofilme – oxida a superfície do depósito orgânico (necessita de dispersante) - Bombeamento (cristalização, formação de gás em tubulações, degradação de diafragma de bombas, etc.) - Não permitida para membranas de RO 	<ul style="list-style-type: none"> + Sem reação com compostos orgânicos e NH₃ + Seletivo em microbiologia + Não produção de AOX / THM + Menor corrosão do que as outras tecnologias oxidativas + Ativo em biofilme + Atividade ainda boa em altas temperaturas (acima de 50 °C) + Ativo em faixa de pH grande + Nenhum efeito ou muito pequeno sobre inibidores de corrosão / incrustações. - Desativado por sulfito ou H₂S - Volatilidade - Precisa de um equipamento específico (fornecido e operado pelo fabricante)

3.3 Resultados Alcançados

Abaixo são listados alguns resultados alcançados com a utilização do Oxamine®

- Eliminação do risco operacionais de explosão e exposição acidental inerente ao uso de cloro gasoso. O produto é uma mistura de BULAB 9558, OXAMINE 8300 e hipoclorito de sódio podendo ter efeitos adversos a saúde como irritação nos olhos e pele.
- Controle automático das taxas de dosagem e residuais promoveram condição estável do tratamento e resultados.
- Aumento no residual de cloro nos pontos mais distantes da rede de distribuição (fim de linha).
- Menor manuseio de químicos, melhorando as condições de saúde e segurança para o pessoal da planta.
- Redução dos níveis de cloro na água, que reduzem o potencial de corrosão, aumentando o tempo de vida dos equipamentos.
- A substituição do cloro pela MCA elimina o risco de haver AOX na água potável.
- Melhoria no Controle Microbiológico produz uma água potável mais segura.

Os gráficos abaixo apresentam os resultados dos parâmetros de monitoramento definidos no plano de experiência.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



Cloro Total na Entrada da ETA-P

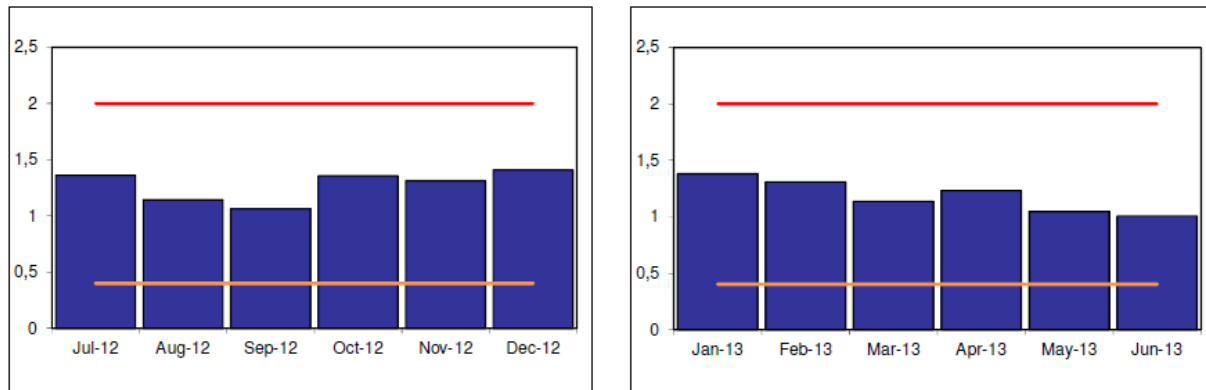


Figura 4. Medições.

Cloro Total na Saída da ETA-P

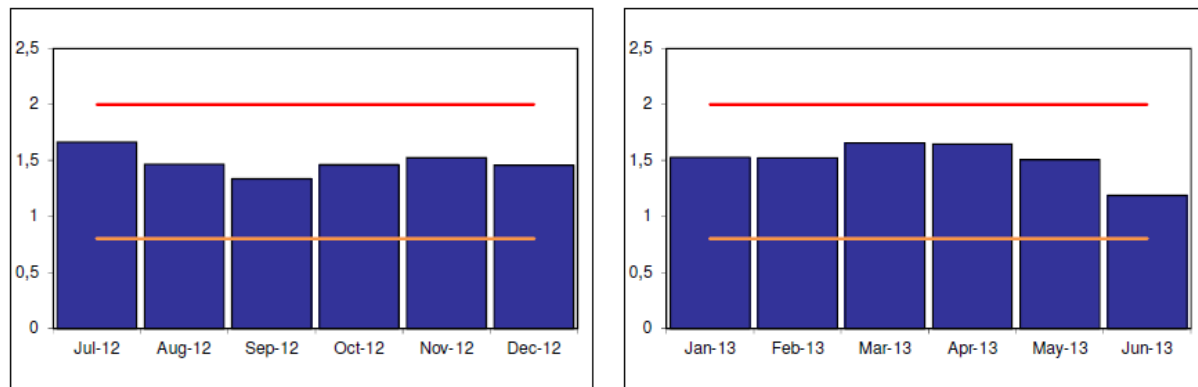


Figura 5. Medições.

Monocloramina na Saída da ETA-P

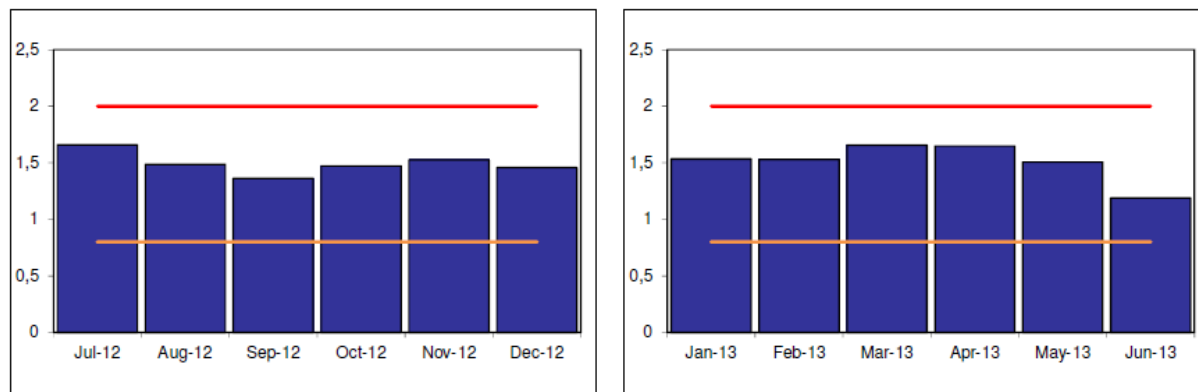


Figura 6. Medições.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

Contagem de Bactérias Totais

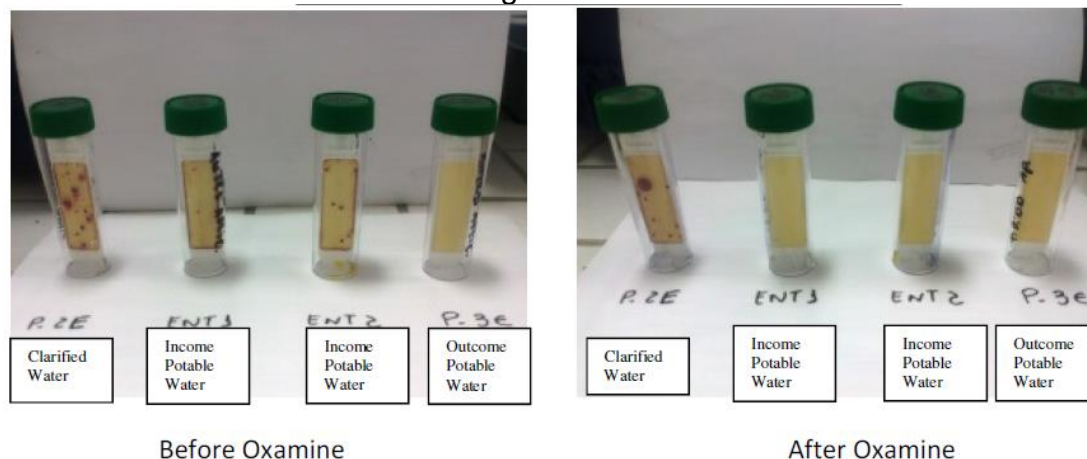


Figura 7. Contagem de Bactérias.

4 CONCLUSÃO

A utilização de produtos químicos nas indústrias é de extrema importância para a continuidade dos processos, porém é sabido que alguns deles podem ser mais prejudiciais ou não ao ser humano. A busca por produtos que mantenham o sistema confiável e tragam uma segurança maior ao homem, ao meio ambiente e ao processo deve ser uma constante nas empresas, de forma que a segurança também seja abordada, fazendo com que o ambiente de trabalho seja cada vez melhor. O presente trabalho buscou mostrar de forma simplificada como esse procedimento foi realizado na ArcelorMittal Tubarão.

* Contribuição técnica ao 35º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 29º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 13 a 15 de agosto de 2014, São Paulo, SP, Brasil.