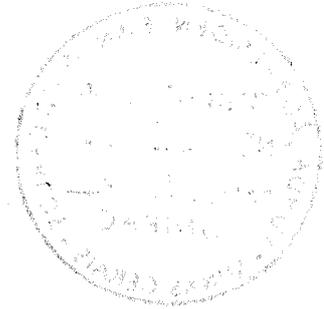




**UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO  
INSTITUTO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS E SEQUENCIAIS**



Nicola Sichetti Neto

Tratamento de Efluentes Industriais com alto teor de Metais gerados pelo Processo de  
Fosfatização

Juiz de Fora – MG

2012

Nicola Sichetti Neto

Tratamento de Efluentes Industriais com alto teor de Metais gerados pelo Processo de  
Fosfatização

Relatório de Estágio apresentado ao Curso Superior de  
Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade  
Presidente Antônio Carlos, como requisito parcial à  
obtenção do título de “Tecnólogo em Gestão Ambiental”



Professor Orientador Humberto Chiaini Oliveira Neto – M.Sc.

Instituto de Estudos Tecnológicos e Sequenciais de Juiz de Fora - UNIPAC

Juiz de Fora - MG

2012

## Resumo

Este Relatório de Estágio descreve o processo de dissociação dos íons metálicos contido no Efluente Industrial, produto oriundo do Processo de Fosfatização. Através do processo químico e variações de pH, resultando em um teor dos metais dentro das exigência dos órgãos: Deliberação Normativa COPAM nº 10, artigo 15 de 16 de dezembro de 1986 e Resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002.

Palavra – chave: Tratamento. Efluente. Fosfatização. Metais Pesados.

## Sumário

1	Introdução.....	3
2	Fluxo do uso da água na Indústria e a geração do efluente Industrial .....	10
3	Início da Fosfatização na Indústria .....	12
	3.1 Evolução do Tratamento do Tema Fosfatização .....	12
	3.2 Princípio de funcionamento da fosfatização tricatiônica em uma chapa metálica .....	12
4	Sistema de Tratamento de Efluentes com alto teor de Metais no Processo de Fosfatização .....	15
5	Tipos de Análises para o efluente tratado .....	17
6	Conclusão .....	18
	Referências Bibliográficas .....	19
	Glossário.....	20

## 1 Introdução

Historicamente, todo desenvolvimento industrial e urbano, originou-se ao longo dos rios, devido à facilidade de abastecimento e a possibilidade de utilizá-lo como receptor dos dejetos. Ao passar dos anos e com o aumento populacional e industrial, este processo começou a influenciar em muito na qualidade dos rios que, por sua vez, servia como mananciais para as próximas cidades ribeirinhas. Com isso começou-se a preocupação dos órgãos governamentais em constituir legislações para regularizar e controlar os dejetos lançados nos rios pelas indústrias.

O primeiro instrumento jurídico de tutela das águas no Brasil foi o Código das Águas de 1934. Sessenta e três anos mais tarde promulgou-se a Política Nacional dos Recursos Hídricos PNRH, e em 2000, através da disposição da Lei nº 9.984/00, criou-se a Agência Nacional de Águas – ANA com função de executar a PNRH.

As classes de corpos de água também são estabelecidas pela legislação ambiental. O CONAMA, em 1986, emitiu uma resolução nº20 que dispôs sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Em 2005, esta resolução foi revogada e substituída pela Resolução CONAMA nº357 que, além da classificação das águas, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. A classificação das águas é o reconhecimento da diferença e multiplicidade do seu uso, que deverá ser discutido e apontado no Plano Nacional de Recursos Hídricos ( PNRH ).

Hoje em dia, as atividades nas indústrias estão muito diversificadas e produzem muitos subprodutos (efluentes industriais ou resíduos sólidos), que podem contaminar o solo a água e/ou o ar. Com isso se faz cada vez mais necessário os tratamentos realizados em Estações de Tratamentos de Efluente Industriais ( ETE ).

Os efluentes industriais são, de acordo com a Norma Brasileira — NBR 9800/1987, todo “despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.”

As alternativas para que seja realizado tratamento dos efluentes visando diminuição e/ou eliminação de seus poluentes acaba em adequar ou melhorar o processo produtivo com instalações de modernos equipamentos e até substituição de matérias primas (produtos químicos).

O quadro abaixo lista as operações usualmente empregadas para os diferentes tipos de contaminantes existentes nos efluentes industriais.

CONTAMINANTES	OPERAÇÃO OU TRATAMENTO
Sólidos suspensos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gradeamento</li> <li>- Remoção de areia</li> <li>- Sedimentação</li> <li>- Filtração</li> <li>- Flotação</li> <li>- Adição de polímeros químicos</li> <li>- Coagulação/Sedimentação</li> <li>- Sistemas Naturais</li> </ul>
Orgânicos biodegradáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lodos ativados</li> <li>- Reatores de filme fixo: filtros biológicos e contactadores biológicos rotativos</li> </ul>
Orgânicos voláteis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stripping</li> <li>- Tratamento de gás pós-stripping</li> <li>- Adsorção por carvão</li> </ul>
Patogênicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cloração</li> <li>- Cloreto de Bromo</li> <li>- Ozonação</li> <li>- Radiação UV</li> <li>- Sistemas Naturais</li> </ul>
Nutrientes (Nitrogênio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nitrificação e desnitrificação com culturas em suspensão ou filme fixo</li> <li>- Stripping de amônia</li> <li>- Troca iônica</li> <li>- Cloração</li> <li>- Sistemas Naturais</li> </ul>
Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adição de sais metálicos</li> <li>- Coagulação/Sedimentação com cal</li> <li>- Remoção biológica</li> <li>- Remoção química-biológica</li> <li>- Sistemas Naturais</li> </ul>
Nitrogênio e Fósforo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remoção de nutrientes biológica</li> </ul>
Orgânicos retratáveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adsorção por carvão</li> <li>- Ozonação</li> <li>- Sistemas Naturais</li> </ul>
Metais Pesados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precipitação química</li> <li>- Troca iônica</li> <li>- Sistemas Naturais</li> </ul>
Sólidos dissolvidos orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Troca iônica</li> <li>- Osmose reversa</li> <li>- Eletrodíálise</li> </ul>

Quadro 1 – Contaminantes

FONTE < [www.cimm.com.br](http://www.cimm.com.br) >

Os processos de tratamento utilizados são classificados de acordo com princípios físicos, químicos e biológicos. O tratamento físico-químico apresenta maiores custos, em razão da necessidade de aquisição, transporte, armazenamento e aplicação dos produtos químicos. No entanto, é a opção mais indicada nas indústrias que geram resíduos líquidos tóxicos, inorgânicos ou orgânicos não biodegradáveis. Os processos para a neutralização dos efluentes industriais consistem em Homogeneizar e Neutralizar os diferentes tipos de efluentes e o seu ajuste de pH de forma a serem criadas as condições necessárias à

precipitação dos metais pesados. O processo de floculação consiste na adição de produtos químicos ao efluente homogeneizado para que ocorra a aglutinação dos flocos de menores dimensões de forma a ficarem mais densos e com maior velocidade de sedimentação e ou decantação, fase esta onde se dá a separação dos flocos sólidos em suspensão que se formaram na fase anterior, por sedimentação. O último processo se faz com o filtro prensa - desidratação mecânica.

Através deste processo, consegue-se uma lama desidratada com uma percentagem de umidade em torno dos 35%. As lamas com metais pesados, com origem nesta operação, são recolhidas em recipientes tipo big-bag, sendo levados para uma zona de armazenagem temporária de lamas, sendo posteriormente, destinados a aterros controlados para resíduos industriais perigosos ou utilizados como coprocessador para fornos de cimenteiras. Os resíduos que necessitam sofrer este tipo de tratamento físico-químico são originados em empresas que fazem o tratamento de superfície, tal como as cromagens, pinturas, latonagens, zincagens, etc.

O elevado desenvolvimento industrial ocorrido nas últimas décadas tem sido um dos principais responsáveis pela contaminação de nossas águas e solos, seja pela falta de controle no seu tratamento antes de despejá-los nos rios ou por acidentes e descuidos, cada vez mais frequentes, que propiciam o lançamento de muitos poluentes nos ambientes aquáticos. Dentre estes poluentes estão os metais pesados, outro grande problema para a saúde humana. Metais pesados são elementos químicos metálicos, de peso atômico relativamente alto, que em concentrações elevadas são muito tóxicos a vida. As atividades industriais têm introduzido metais pesados nas águas numa quantidade muito maior do que aquela que seria natural, causando grandes poluições.

A ação dos metais pesados na saúde humana é muito diversificada e profunda. Entre os mais perigosos estão o mercúrio, o cádmio (encontrado em baterias de celulares), cromo e o chumbo. Os metais pesados diferem de outros agentes tóxicos porque não são sintetizados nem destruídos pelo homem. A atividade industrial diminui significativamente a permanência desses metais nos minérios, bem como a produção de novos compostos, além de alterar a distribuição desses elementos no planeta.

A presença de metais muitas vezes está associada à localização de regiões agrícolas e industriais, sendo proibida a produção de alimentos em solos contaminados com metais pesados. Todo o habitat ao redor é afetado pela presença de metais dependendo da dose e da

forma química. Muitos metais são essenciais para a vida de todos os tipos de organismos, desde as bactérias até mesmo o ser humano.

O quadro 2, mostra exemplos de metais pesados utilizados nas Indústrias e as doenças Relacionadas:

<b>Material</b>	<b>Utilização no setor industrial</b>	<b>Doenças relacionadas</b>
<p><b>Chumbo</b> <b>(Pb)</b></p>	<p>indústria de baterias automotivas, chapas de metal semi-acabado, canos de metal, aditivos em gasolina, munição, indústria de reciclagem de sucata de baterias automotivas para reutilização de chumbo.</p>	<p>- provoca alterações no sangue e na urina, ocasionando doenças graves e em alguns casos, invalidez total e irreversível. Ocasiona problemas respiratórios,</p> <p>- provoca alterações renais e neurológicas.</p> <p>As principais alterações são no desenvolvimento cerebral das crianças.</p> <p>Apesar de menos agressivo na água do que no ar, depositado nos ossos, musculaturas, nervos e rins, provoca estado de agitação, epilepsia, tremores, perda da capacidade intelectual e anemia.</p>

Material	Utilização no setor industrial	Doenças relacionadas
<p><b>Cádmio</b> <b>( Cd )</b></p>	<p>fundição e refinação de metais como zinco, chumbo e cobre, derivados de cádmio são utilizados em pigmentos e pinturas, baterias, processos de galvanoplastia, solda, acumuladores, estabilizadores de PVC, reatores nucleares.</p>	<p>Provoca alterações no sistema nervoso central e no sistema respiratório.</p> <p>Compromete ossos e rins, ocasiona edema pulmonar, câncer pulmonar e irritação no trato respiratório.</p> <p>Provoca perda de olfato, formação de um anel amarelo no colo dos dentes, redução na produção de glóbulos vermelhos e remoção de cálcio dos ossos.</p>

Material	Utilização no setor industrial	Doenças relacionadas
<p data-bbox="448 1061 576 1173"><b>Mercúrio</b> <b>(Hg)</b></p>	<p data-bbox="707 994 1038 1234">Mineração e o uso de derivados na indústria e na agricultura, células de eletrólise do sal para produção de cloro.</p>	<p data-bbox="1070 394 1402 835">Afeta o sistema nervoso central, provocando lesões no córtex e na capa granular do cérebro, alterações em órgãos do sistema cardiovascular, acumula-se no sistema nervoso, principalmente no cérebro, medula e rins.</p> <p data-bbox="1070 1346 1374 1682">Provoca perda de coordenação dos movimentos, dificuldade no falar, comer e ouvir, além de atrofia e lesões renais, urogenital e endócrino.</p>

Material	Utilização no setor industrial	Doenças relacionadas
<p><b>Cromo</b> <b>(Cr)</b></p>	<p>O elemento químico cromo é empregado principalmente para fazer aços inoxidáveis e outras ligas metálicas.</p> <p>Na forma do mineral cromita, é empregado na indústria de refratários para fazer tijolos de fornos metalúrgicos.</p> <p>Compostos de cromo produzidos pela indústria química são usados;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ na indústria de tratamentos superficiais (por exemplo, a eletrodeposição de cromo, conhecida na indústria de galvanoplastia e o processo por cromado),</li> <li>■ manufatura de pigmentos, curtume de couro,</li> <li>■ tratamento de madeira e tratamento de água ( usado como inibidor da corrosão na água usada em torres de resfriamento).</li> </ul>	<p>Cromo (VI) é um carcinógeno humano reconhecido e muitos trabalhadores são expostos a este composto químico. A fumaça contendo este elemento químico causa uma variedade de doenças respiratórias, incluindo câncer.</p> <p>O contato da pele com compostos de cromo causa dermatite alérgica e, mais raramente, pode provocar ulcerações na pele formando cicatrizes e até perfurações do septo nasal. Há suspeitas de que este composto químico possa afetar o sistema imunológico de seres humanos.</p>

Quadro 2 – Metais Pesados x Doenças Relacionadas

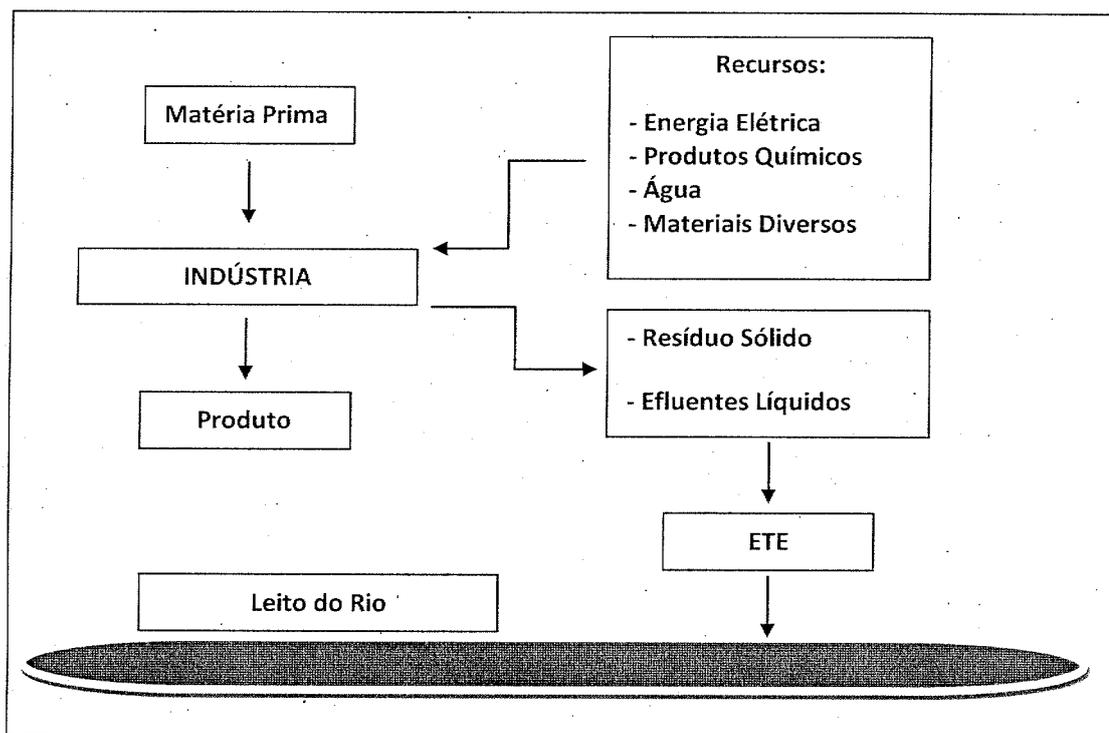
## 2 Fluxo do uso da água na Indústria e a geração do efluente Industrial

As águas utilizadas na indústria tornam-se contaminadas por resíduos do processo industrial, por isso são chamadas os efluentes líquidos. Estes ao serem despejados com os seus poluentes característicos causam a alteração de qualidade nos corpos receptores (rios) e conseqüentemente a sua poluição. Normalmente o desenvolvimento urbano e industrial ocorreu ao longo dos rios devido à disponibilidade de água para abastecimento e a possibilidade de utilizar o rio como corpo receptor dos dejetos.

O fato preocupante é o aumento tanto das populações quanto das atividades industriais e o número de vezes que um mesmo rio recebe dejetos urbanos e industriais, servindo, as vezes como manancial para a próxima cidade ribeirinha.

O ponto fundamental é utilizar o recurso natural de uma maneira sustentável e não somente a utilização de técnica de controle. Estas técnicas hoje já não são mais suficientes, mas é importante a busca incessante da eficiência industrial. A eficiência industrial é o primeiro passo para a eficiência ambiental. Os processos de tratamento a serem adotados, as suas formas construtivas e os materiais a serem empregados são considerados, conforme a Deliberação Normativa COPAM nº 10, artigo 15 de 16 de dezembro de 1986, a partir dos seguintes fatores: a legislação ambiental regional; o clima; a cultura local; os custos de investimento; os custos operacionais; a quantidade e a qualidade da lama gerada na estação de tratamento de efluentes industriais; a qualidade do efluente tratado; a interação com a vizinhança; confiabilidade para atendimento à legislação ambiental e possibilidade de reuso dos efluentes tratados.

A seguir, apresentamos um quadro, onde o fluxo acima descrito, é apresentado esquematicamente.



Quadro 3 – Gerenciamento do Efluente

### 3 Início da Fosfatização na Indústria

No início do século XIX, quando os historiadores Spannagel e Gericke estudavam objetos de ferro datado do século III, proveniente do trabalho de escavações em ruínas de um castelo de estilo Romano, situado em Salzburg, ao norte da Áustria, próximo a divisa da Alemanha (Freilassing), ficaram espantados com a excelente estado de conservação destas peças e notaram a presença de uma fina camada azulada de vivianita (complexo de fosfato de ferro) recobrando a superfície das mesmas. A explicação mais verossimil da formação desta camada de cobertura acredita-se que seja a ação combinada do fosfato de cálcio dos ossos que margeavam estas peças, com água rica em gás carbônico (com características levemente ácidas) das minas subterrâneas, resultando numa solução fosfatizante que justificaria o perfeito estado de conservação destes utensílios.

#### 3.1 Evolução do Tratamento do Tema Fosfatização

1869 - Nascimento oficial da Fosfatização (Acido fosfórico). Sr Ross(W.A)

1906 - Fosfato de ferro. Sr Costett (T.W)

1909 - Fosfato de zinco

1911 - Fosfato de manganês

1929 - Fosfato para pintura

1934 - Fosfato a frio

1937 - Fosfato baixa camada

1940 - Fosfato anti-desgaste

1943 - Fosfato refinado

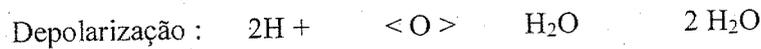
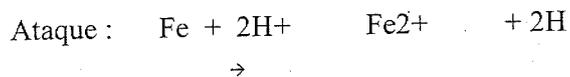
1955 - Fosfato de zinco modificado ao cálcio

1980 - Fosfato tricatiônico (Zn,Ni e Mn).

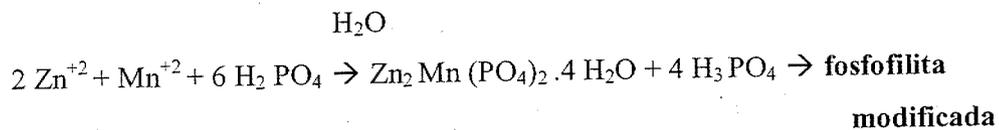
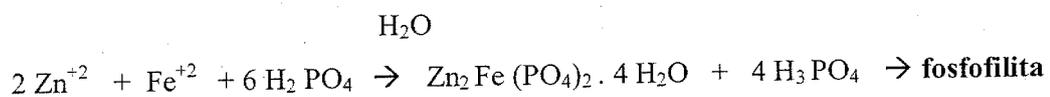
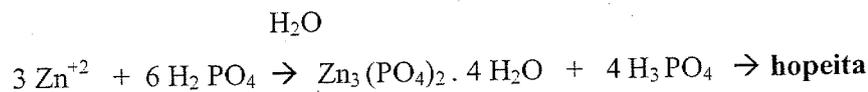
#### 3.2 Princípio de funcionamento da fosfatização tricatiônica em uma chapa metálica

Quando um metal reativo entra em contato com as soluções dos compostos para fosfatização, inicia-se um processo de decapagem e a concentração do ácido fosfórico livre é reduzida na superfície metal/líquido, e o fosfato primário precipita sob a forma de fosfato terciário. A utilização de um fosfato tri-catiônico faz-se necessário para que haja deposição de HOPEITA, FOSFOFILITA e FOSFOFILITA MODIFICADA. A adição de sais de níquel numa solução de fosfatos é uma prática corrente na fosfatização. O níquel se deposita na chapa de aço ou de zinco sob a forma de partículas microscópicas e aumenta o número de centros ativos que dão origem aos cristais de fosfato.

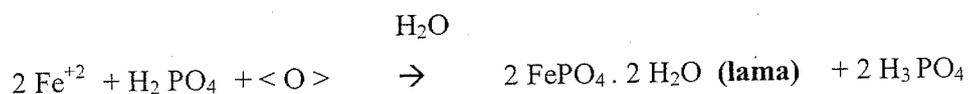
Reações Químicas :



Formação da camada:



Formação de lama:



Esta lama formada é retirada do processo através de filtros prensas e depositada em Big Bag, bolsas de lona. A Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM estabelece que para a gestão de resíduos sólidos industriais sua destinação será através da Resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002.

Este resíduo sólido gerado poderá ser destinado a co-processamento em fornos de cimento e/ou Incineração, conforme tabela abaixo.

Ramo industrial	Geração (t/ano)	Destino
Fabricação de produtos de metal	0,50	Sem destino definido
(exclusive máquinas e equipamentos)	0,72	Sem destino definido
	14,50	Sem destino definido
	60,00	Aterro industrial de terceiros
Fabricação de máquinas e equipamentos	36,00	Aterro sanitário municipal
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	14,40	Sem destino definido
	0,50	Sem destino definido
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	14,16	Sem destino definido
	2,50	Co-processamento em fornos de cimento
	10,60	Incineração
	7,20	Sem destino definido
Fabricação de produtos químicos	16,03	Co-processamento em fornos de cimento
Metalurgia Básica	40,80	Incorporação em solo agrícola
	525,00	Reutilização externa (indústria de pigmentos)
Total		742,71 t/ano

Tabela 1 – Ramos industriais que geram o resíduo borra de fosfato em Minas Gerais

FONTE – FEAM, 2003

#### 4 Sistema de Tratamento de Efluentes com alto teor de Metais no Processo de Fosfatização

O subproduto gerado neste processo é a água com metais pesados, os metais pesados são o grupo com a mais extensa literatura existente. São classificados como metais pesados os elementos químicos, de caráter metálico, que apresentam densidade atômica maior que 5 mg/l. Entre esses elementos, alguns são nutrientes de plantas, como cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e outros elementos de transição da tabela periódica considerados potencialmente tóxicos aos seres vivos. No tratamento dos efluentes industriais a eliminação destes metais é possível através de um processo de quebra de moléculas e de diferenças de pH devido ao acréscimo de produtos químicos. Assim, ocorre uma separação entre os íons dos metais gerando uma fina camada de lama que é retirada através do processo de filtração e depositada em big bag conforme processo abaixo.

**Passo 1:** Acidulação do Ácido Clorídrico à 33% (formula: HCl ) até pH 5,0

**Passo 2:** Acidulação com Cloreto Férrico ( formula:  $\text{FeCl}_3$  ) até pH 2,7, reagente químico que atua como coagulante, redutor de pH e agente precipitador de todos os íons metálicos em solução.

**Passo 3:** Lixiviação, processo de extração de uma substância presente em componentes sólidos através da sua dissolução num líquido, com NaOH à 50% ( Hidróxido de Sódio ) até pH 4,0

**Passo 4:** Dosagem de Cal sólida ( formula:  $\text{CaO}$  – Óxido de Cálcio ) até pH 11,5.  
Por possuir baixa solubilidade em meio aquoso assim formando precipitados e facilitando na deposição ou precipitação da lama gerada através da dissociação dos íons dos metais pesados.

pH – (H <sub>2</sub> O)	Designação	
≤ 4,5	Muito ácido	Ácido
4,6 - 5,5	Ácido	
5,6 - 6,5	Pouco Ácido	
6,6 - 7,5	Neutro	Neutro
7,6 - 8,5	Pouco Alcalino	Alcalino
8,6 - 9,5	Alcalino	
> 9,5	Muito Alcalino	

Quadro 4 – Índice de pH

FONTE – Do Auto ( 2012 )

O resíduo gerado “lama” é adicionado um polímero, este faz com que ganhe peso e tamanho, assim facilitando no processo de floculação, processo químico em que colóides saem de suspensão na forma de agregados, formando partículas maiores, chamados de “flocos” ou “flóculos”. Em outras palavras, significa a transformação dos produtos de dispersão finas até colóides em partículas de sedimentação rápida.

Neste processo o resíduo é retirado através de sedimentação e de flotação, em que o resíduo clarificado é transferido para outro tanque e sua lama é enviada para o processo de filtração, gerando a lama sólida que será depositada em big bag, bolsa de lona e enviado para seu destino final, conforme resolução CONAMA nº 313 de 29 de outubro de 2002.

A parte líquida é transferida para tanques com areia, com a finalidade de filtrar mais uma vez e retirar qualquer particulado sólido fino, que possa ainda estar presente na água. Novamente é feito um último ajuste em seu pH que se encontra por volta de 11 para 6,5 à 8,5, padrão exigido conforme Deliberação Normativa COPAM nº 10, artigo 15 de 16 de dezembro de 1986.

## 5 Tipos de Análises para o efluente tratado

O produto gerado é analisado através dos seguintes testes, conforme Deliberação Normativa COPAM nº 10, artigo 15 de 16 de dezembro de 1986:

- Análise através de AA (Absorção atômica) para verificar a presença dos metais pesados e sua concentração. Para metais Ni (Níquel) seu valor deverá ser menor ou igual a 1 mg/l, para Mn (Manganês) seu valor deverá ser menor ou igual a 1 mg/l e para Zn (Zinco) seu valor deverá ser menor ou igual a 5 mg/l.
- Análise de DBO ( Demanda Bioquímica de Oxigênio ). Determina a quantidade de oxigênio a ser consumida para que a matéria orgânica seja degradada ( oxidada) por microorganismo. Cujo valor deverá ser no máximo de 60 mg/l.
- Análise de DQO ( Demanda Química de Oxigênio ). Determina a quantidade de oxigênio a ser consumida para que a matéria orgânica seja degradada ( oxidada) por oxidantes químicos. Cujo valor deverá ser de no máximo de 90 mg/l.
- Análise de Materiais Sedimentáveis com resultado de até 1 ml/l em teste de Cone Imhof.
- Óleos e Graxa cujo resultado deverá ser para óleo minerais até 20 mg/l e para óleo vegetais e gordura animais até 50 mg/l.

## 6 Conclusão

Infelizmente, existe ainda um alto número de empresas que continuam a despejar, de uma forma irresponsável, seus efluentes e/ou resíduos sólidos que acabam contaminando o solo, a água e o ar (Meio Ambiente). A contaminação ocorre quando esses efluentes modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico, enquanto o meio é considerado contaminado quando existir a mínima ameaça à saúde de homens, plantas e animais.

Com a globalização cada vez mais inserida nos processos industriais é importante haver um consentimento maior dos empresários, para a redução e o controle do lançamento de efluentes industriais no meio ambiente, como uma das formas de cooperação e participação no desenvolvimento sustentável.

## Referências Bibliográficas

Cote 166.

Disponível em :

<[www.aaende.org.ar/sitio/biblioteca/material/PDF/COTE166.PDF](http://www.aaende.org.ar/sitio/biblioteca/material/PDF/COTE166.PDF)>  
consultado em 01 maio 2012

Estratégias de gestão de lamas das estações de tratamento de águas  
disponível em :

<[http%3A%2F%2Frepositorioaberto.up.pt%2Fbitstream%2F10216%2F11160%2F2%2FText%2Fintegral.pdf&ei=uHKgT--gKenn0QHmwei9Ag&usg=AFQjCNH2eY9Vy9eHiOFdptLyZuFY27HHGQ](http://3A%2F%2Frepositorioaberto.up.pt%2Fbitstream%2F10216%2F11160%2F2%2FText%2Fintegral.pdf&ei=uHKgT--gKenn0QHmwei9Ag&usg=AFQjCNH2eY9Vy9eHiOFdptLyZuFY27HHGQ)>  
Acesso em 01 maio 2012

Tratamento e Controle de Efluentes Industriais  
disponível em :

<[http%3A%2F%2Fwww.cepuerj.uerj.br%2Finsc\\_online%2Fitaguai\\_2011%2Fedital%2Fsuperior%2Fbiologo%2FApostila%2520%2520Tratamento%2520de%2520efluentes%2520industriais.pdf&ei=9HogT5rvKfe0QGiwICuAg&usg=AFQjCNGb93fCgJcauR18hvZweZ2k6vc3Mg](http://3A%2F%2Fwww.cepuerj.uerj.br%2Finsc_online%2Fitaguai_2011%2Fedital%2Fsuperior%2Fbiologo%2FApostila%2520%2520Tratamento%2520de%2520efluentes%2520industriais.pdf&ei=9HogT5rvKfe0QGiwICuAg&usg=AFQjCNGb93fCgJcauR18hvZweZ2k6vc3Mg)>  
Acesso em 01 maio 2012

Efluentes 2006

Disponível em :

<[www.dcm.pucrio.br%2Fcurros%2FTEI%2Fefluentes2006.pdf&ei=pHWgT5fSB8To0QHZ9LW9Ag&usg=AFQjCNERz25ZVVUak3mDaFdmce8\\_O4BfuA](http://www.dcm.pucrio.br%2Fcurros%2FTEI%2Fefluentes2006.pdf&ei=pHWgT5fSB8To0QHZ9LW9Ag&usg=AFQjCNERz25ZVVUak3mDaFdmce8_O4BfuA)>  
Acesso em 01 maio 2012

Fosfatização na indústria de eletrodomésticos e construção civil  
Disponível em :

<[http%3A%2F%2Famigonerd.net%2Ftrabalho%2F21319-fosfatizacao-na-industria-de-eletrdomesticos&ei=wGChT5rFG4eZOrb60GA&usg=AFQjCNG78aOB7BIIG0acenlA776mFdiWA](http://3A%2F%2Famigonerd.net%2Ftrabalho%2F21319-fosfatizacao-na-industria-de-eletrdomesticos&ei=wGChT5rFG4eZOrb60GA&usg=AFQjCNG78aOB7BIIG0acenlA776mFdiWA)>  
Acesso em 01 maio 2012

Fosfatização na Indústria

Disponível em :

<[http%3A%2F%2Fpt.scribd.com%2Fdoc%2F24042969%2FFosfatizacao&ei=T2KhT5WsC4yWOoCrmGA&usg=AFQjCNE9JMQbC46EfG3RVutiEhLLgxmGzQ](http://3A%2F%2Fpt.scribd.com%2Fdoc%2F24042969%2FFosfatizacao&ei=T2KhT5WsC4yWOoCrmGA&usg=AFQjCNE9JMQbC46EfG3RVutiEhLLgxmGzQ)>  
Acesso em 01 maio 2012

Minimização do efluente gerado em pré-tratamento de pintura automotiva: Um caso Industrial  
Disponível em :

<[www.pgmeec.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao\\_097\\_patricia\\_tetto\\_de\\_bem.pdf](http://www.pgmeec.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_097_patricia_tetto_de_bem.pdf)>  
Acesso em 01 maio 2012

## Glossário

Dissociação : em química e bioquímica, é o processo em que compostos iônicos têm seus íons separados. Estes íons podem voltar a recombinar-se para dar origem ao composto original. Esse processo ocorre apenas com compostos que apresentem ligações iônicas. Este conceito é frequentemente confundido com ionização.

Íons : é uma espécie química eletricamente carregada, geralmente um átomo ou molécula que perdeu ou ganhou um ou mais elétrons. Íons carregados negativamente são conhecidos como ânions<sup>PB</sup>, aniões<sup>PE</sup> ou até mesmo como íon negativo, (que são atraídos para ânodos), enquanto íons com carga positiva são denominados cátions<sup>PB</sup>, catiões<sup>PE</sup>, ou íon positivo (que são atraídos por cátodos).

Efluente líquido industrial : é o despejo líquido proveniente de um estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluídas, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico.

As características (tanto físicas, quanto químicas ou biológicas) de efluente industrial são variam de acordo com o tipo de indústria, com a matéria-prima utilizada, com a reutilização de água etc. O efluente líquido pode ser solúvel ou conter sólidos em suspensão. Tais sólidos podem ou não ter coloração, podem ser orgânicos ou inorgânicos, e ter temperatura baixa ou elevada. As formas mais comuns para caracterizar a massa líquida são as determinações físicas (temperatura, cor, turbidez, presença ou ausência de sólidos, etc.), as químicas (pH, alcalinidade, teor de matéria orgânica, etc.) e as biológicas (presença de bactérias, protozoários, vírus, etc).

pH : é o símbolo para a grandeza físico-química potencial hidrogeniônico, que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa. O termo **pH** foi introduzido, em 1909, pelo bioquímico dinamarquês Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939) com o objetivo de facilitar seus trabalhos no controle de qualidade de cervejas (à época trabalhava no Laboratório Carlsberg, da cervejaria homônima). O "p" vem do alemão potenz, que significa poder de concentração, e o "H" é para o íon de hidrogênio (H<sup>+</sup>).

Às vezes é referido do latim pondus hydrogenii. Matematicamente, o "p" equivale ao simétrico do logaritmo (cologarítmo) de base 10 da atividade dos íons a que se refere. Para íons H<sup>+</sup>:

$$\text{pH} = -\log_{10} [a_{\text{H}^+}]$$

Sendo que  $a_{H^+}$  representa a actividade em mol  $dm^{-3}$ . Em soluções diluídas (abaixo de  $0,1 \text{ mol } dm^{-3}$ ), os valores da actividade se aproximam dos valores da concentração, permitindo que a equação anterior seja escrito como abaixo:

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

Decapagem : Chama-se decapagem a todo o processo sobre superfícies metálicas que visa à remoção de oxidações e impurezas inorgânicas, como as carepas de laminação e recozimento, camadas de oxidação (como a ferrugem), crostas de fundição e incrustações superficiais.

Fosfatização : é um processo em metalurgia de protecção superficial de metais, que consiste em se recobrir peças metálicas com fosfatos de zinco, ferro e manganês, tanto na forma de fosfatos neutros ( $PO_4^{-3}$ ) quanto monoácidos ( $HPO_4^{-2}$ ). Devido a pouca solubilidade dos fosfatos destes elementos químicos, depositam-se na superfície metálica na qual pretende-se a protecção na forma de fina camada de cristais após o contato com soluções destes, sob determinadas condições. Servem como um revestimento de conversão no qual uma solução diluída de ácido fosfórico, a qual é aplicada via *spray* ou imersão, quimicamente reage com a superfície da parte sendo revestida para formar uma camada de fosfatos cristalinos insolúveis. O retículo (disposição), a forma do revestimento e a velocidade de sua formação dependem dos fosfatos em questão e dos processos e condições durante sua formação.

Estas películas de fosfato possuem as seguintes propriedades principais: alto poder isolante químico e elétrico e baixa porosidade, as quais em conjunto atuarão para impedir a transmissão de correntes elétricas galvânicas, grande aderência à superfície metálica, boa adesividade aos lubrificantes (visando melhorar a lubricidade) e tintas e vernizes, com baixo custo de aplicação. São usadas sobre peças de aço para aumentar a resistência à corrosão.

Uma condição para a aplicação da fosfatização é a limpeza das peças, tanto por desengraxe quanto por decapagem, visando respectivamente a remoção de óleos e graxas e a remoção de óxidos.

Polímero : são compostos químicos de elevada massa molecular, resultantes de reações químicas de polimerização. Trata-se de macromoléculas formadas a partir de unidades estruturais menores (os monômeros). O número de unidades estruturais repetidas numa macromolécula é chamado grau de polimerização. Em geral, os polímeros contêm os mesmos

elementos nas mesmas proporções relativas que seus monômeros, mas em maior quantidade absoluta.

Floculação : no campo da química, é o processo onde colóides saem de suspensão na forma de agregados, formando partículas maiores, ditos "flocos" ou "flóculos". A ação difere da precipitação no que, antes de floculação, colóides são meramente suspensos em um líquido e não realmente dissolvido em uma solução. No sistema floculado não há a formação de um "bolo" (adensamento de material ao fundo do recipiente) dado que todos os focos estão na suspensão.

Colóides : Em química, colóides (ou sistemas coloidais ou ainda dispersões coloidais) são sistemas nos quais um ou mais componentes apresentam pelo menos uma de suas dimensões dentro do intervalo de 1nm a 1 $\mu$ m. A ciência dos colóides se ocupa com sistemas nos quais *um ou mais componentes apresentam pelo menos uma de suas dimensões dentro do intervalo de 1nm a 1 $\mu$ m* (Shaw, 1975), ou seja, ela se refere a sistemas contendo tanto moléculas grandes como partículas pequenas. Coloquialmente, diz-se que as dispersões coloidais são dispersões intermediárias entre as soluções verdadeiras e os sistemas heterogêneos, em casos em que as partículas dispersas são maiores do que as moléculas mas não suficientemente grandes para se depositar pela ação da gravidade. Em 1870, o químico britânico Thomas Graham descobriu que substâncias como o amido, a gelatina, a cola e a albumina do ovo difundiam-se muito lentamente quando colocadas em água, ao contrário de outras substâncias como o açúcar e o sal de cozinha. Além disso, aquelas substâncias eram muito diferentes destas no que se refere à difusão através de membranas delgadas: enquanto as moléculas de açúcar, por exemplo, difundiam-se com facilidade através de muitas membranas, as moléculas grandes que constituíam o amido, a gelatina, a cola e a albumina não se difundiam. Graham descobriu, também, que estas últimas substâncias não se cristalizavam enquanto era fácil cristalizar o açúcar, o sal de cozinha e outros materiais que formavam soluções verdadeiras (Kotz e Treichel, 1998). Sabe-se, hoje, que ainda que haja algumas dificuldades, certas substâncias coloidais podem ser cristalizadas, e que não há, na realidade, fronteira nítida entre as soluções verdadeiras e os sistemas coloidais. Para denominar a nova classe que era identificada, Graham propôs o termo colóide (do grego kolla, cola).

Os sistemas coloidais vêm sendo utilizados desde os primórdios da humanidade. Os povos antigos utilizaram géis de produtos naturais como alimento, as dispersões de argilas para a

fabricação de utensílios de cerâmica e as dispersões coloidáticas de pigmentos para decorar as paredes das cavernas com motivos de animais, peixes e caças.