



Relatório do PIC 2009

Produção de Ácido Sulfúrico a partir do Resíduo da Reciclagem de Baterias

Ciências Exatas e da Terra

Orientador: Profº. Ms. Nilson José dos Santos

Aluna: Lilian Coradi

FICHA CATALOGRÁFICA DO PIC

CORADI, Lilian

SANTOS, N. J.

Produção de ácido sulfúrico a partir do resíduo da reciclagem de baterias. Lilian Coradi.
Fundação Educacional do Município de Assis – Fema : Assis, 2009
26p.

Pesquisa de iniciação científica (PIC) - Química Industrial – Instituto Municipal de
Ensino Superior de Assis

1. Ácido sulfúrico.2.Efluentes. 3. Bateria automobilística

CDD: 660
Biblioteca da Fema

1 – TÍTULO – Produção de Ácido Sulfúrico a partir do Resíduo da Reciclagem de Baterias

2 – OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral – Desenvolver um método para obtenção de ácido sulfúrico grau comercial a partir de soluções residuais da reciclagem de baterias automotivas do tipo chumbo ácido.

2.2. Objetivo Específico:

- Avaliar a contaminação da solução residual da reciclagem de baterias automotivas.
- Desenvolver um método para concentrar a solução e obter o ácido sulfúrico.
- Concentrar a solução obtendo ácido sulfúrico tipo comercial.
- Avaliar a pureza do ácido sulfúrico comercial obtido.

3 – INTRODUÇÃO

O ácido sulfúrico tem várias aplicações industriais e é o produto químico mais produzido no mundo. É de tão grande importância que freqüentemente seu consumo per capita constitui um índice do desenvolvimento técnico de um país. O principal uso engloba a fabricação de fertilizantes^{1,2,3}.

O ácido sulfúrico também é uma das principais matérias-primas utilizadas na fabricação de baterias automotivas. As baterias automotivas ou baterias chumbo-ácido ao findar sua vida útil são denominadas baterias esgotadas energeticamente ou simplesmente baterias usadas. Estas são enviadas ao processo de reciclagem que permite o reaproveitamento do chumbo e do polipropileno. Mas a solução de ácido sulfúrico o chamado ácido residual de baterias não é reaproveitado. O ácido residual é tratado na ETE –

Estação de Tratamento de Efluentes, portanto, é feita apenas uma mitigação ambiental, uma vez que se concentra os contaminantes além de gerar grande quantidade de lodo⁴.

O laboratório do curso de Química Industrial da FEMA compra ácido sulfúrico para ser utilizado nas aulas práticas, assim como diversos laboratórios e indústrias do país. E em suas atividades o laboratório gera resíduo de ácido sulfúrico que muitas vezes precisa ser neutralizado para o descarte³. A compra e o uso deste produto geram custos ao laboratório.

Através da produção de ácido sulfúrico comercial a partir do ácido residual pretende-se obter produto que poderá ser utilizado no curso de Química Industrial com custo zero. Outra vantagem é desenvolver outra forma de descarte para soluções de baterias chumbo ácido e desta forma ampliar a participação do curso de química industrial na sociedade.

4 – ÁCIDO SULFÚRICO

O ácido sulfúrico é um ácido forte em solução aquosa, geralmente é incolor, mas pode ser amarelado, indo de tons pálidos a castanhos. Quando misturado a água libera calor, a não ser que a mistura seja submetida à agitação, a água adicionada pode ultrapassar seu ponto de ebulição e pode haver formação de vapores que contenham o ácido. Também na água é altamente corrosivo e ataca todos os metais. Como é um ácido, tem sabor amargo, conduz eletricidade, neutraliza álcalis e corrói metais⁵.

Podemos encontrar três tipos de ácido sulfúrico, o óleum, ácido sulfúrico comercial e ácido sulfúrico P.A, como mostrado na tabela 1¹.

Tabela 1: Características dos ácidos¹.

Ácido	Densidade (g/mL)	Cor
Óleum	1,90	Esbranquiçado
Comercial	1,84	Escura
P.A	1,84	Incolor

O Óleum é formado quando concentrações altas de SO_3 são adicionadas ao ácido sulfúrico, o concentrado resultante é chamado de óleum. Dependendo da potência, a pressão do vapor é tal que os vapores de SO_3 escapam e se combinam com a umidade do ar para formar partículas de ácido sulfúrico visíveis e podem criar nuvens densas e brancas de vapores. O ácido sulfúrico comercial é uma solução que contém várias impurezas, o que lhe confere a cor escura. Já o ácido puro (H_2SO_4) é incolor¹.

4.1 - Produção do ácido sulfúrico

O produto químico mais produzido no mundo é o ácido sulfúrico, e seu consumo pode ser utilizado para indicar o desenvolvimento econômico de uma nação. O consumo que mais se destaca é no de fertilizantes, figura 1, os de maior importância são os fertilizantes fosfatados que são nutrientes as plantas⁵.

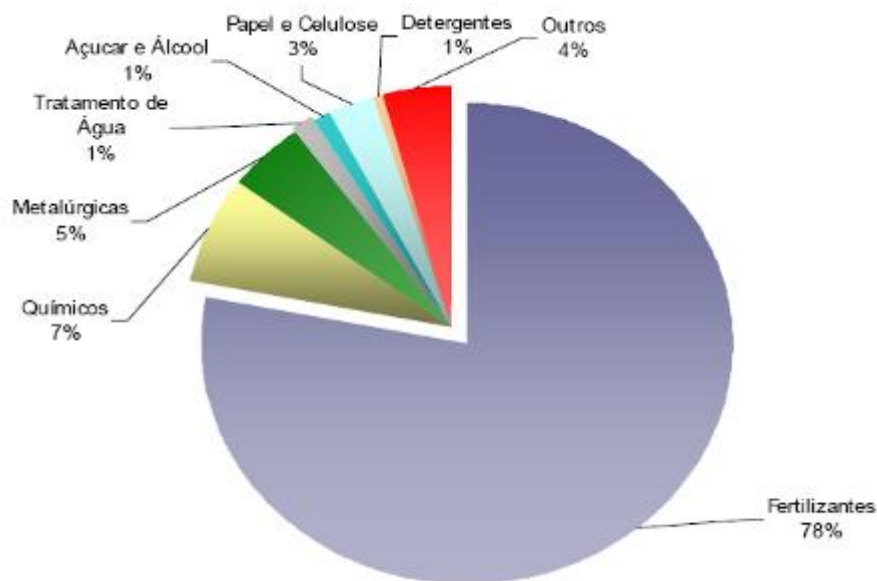


Figura 1: Aplicações do ácido sulfúrico¹.

A produção de ácido sulfúrico constitui um bom indicador da atividade de um país. O ácido sulfúrico é um dos produtos industriais mais importantes sendo a produção mundial superior a 110 milhões de toneladas⁶, figura 2.

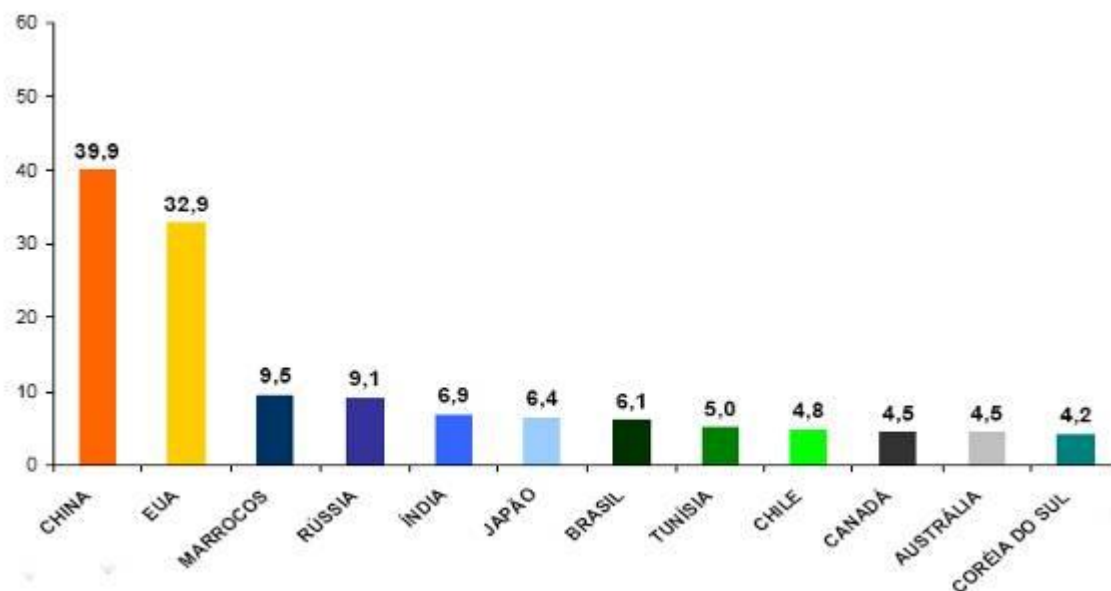


Figura 2: Produção mundial em toneladas de ácido sulfúrico (2004)⁷.

Dois tecnologias distintas podem ser utilizadas na obtenção do ácido sulfúrico, conhecidas como processo de câmara de chumbo e processo de contato. Na tecnologia de câmara de chumbo, havia pouco entendimento do

processo, caiu em desuso, devido principalmente à limitação de não permitir produzir ácido com concentração superior à 78% em peso^{2,8}.

A tecnologia de contato é atualmente empregada em quase totalidade das instalações industriais de produção de ácido sulfúrico, sendo utilizado o enxofre como matéria - prima para obtenção do SO₂, o enxofre natural, que ocorre em depósitos subterrâneos é extraído pelo processo "Frasch", esse elemento químico também pode ser obtido pela oxidação do gás sulfídrico (H₂S) existente nos efluentes gasosos de diversas instalações industriais, notadamente refinarias de petróleo, e no gás natural ácido, mediante aplicação do processo "Claus"^{2,8}.

4.2 - Reações Químicas

A produção de ácido sulfúrico pelo processo de contato envolve, como primeira etapa, a obtenção de SO₂, indicada pela equação da figura 3.

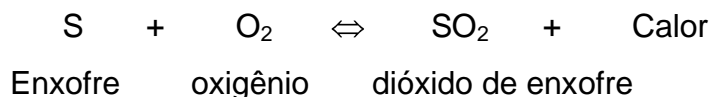


Figura 3: Reação da primeira etapa de produção do ácido sulfúrico².

Esta reação ocorre em uma câmara, onde o enxofre é vaporizado pelo próprio calor da combustão. No estado gasoso, o enxofre reage com ar, elevando a temperatura do meio reacional a 1 000 °C, aproximadamente^{2,9}.

A mistura gasosa efluente da câmara ou forno de combustão, contendo N₂, O₂, SO₂ e pequenas quantidades de SO₃, é resfriada e alimentada ao conversor, onde em meio catalítico ocorre a reação de oxidação do SO₂, representada pela equação da figura 4².

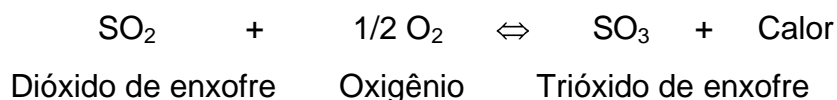


Figura 4: Reação de oxidação do gás sulfuroso².

Esta reação é reversível, sendo o seu equilíbrio e velocidade, função dos seguintes fatores: temperatura; pressão; relação O_2/SO_2 e concentração de SO_3 ^{2,9}.

4.3 - Características do Produto

O ácido sulfúrico obtido pelo processo de contato, apresenta as seguintes especificações típicas, expressas em concentração ponderal, Tabela 2.

Tabela 2: concentração do ácido sulfúrico obtido pelo processo de contato⁹.

Concentração	98%
SO ₂	0,01% máximo
Arsênico	0,0004% máximo
Nitratos	0,001% máximo
Cl (HCl)	0,001% máximo
Fe	0,005% máximo
Hg	0,0001% máximo
Pb	0,01% máximo
Resíduo Fixo	0,08% máximo

4.4 - Aspectos Econômicos

O processo de contato mostra um balanço energético altamente favorável, pois todas as reações envolvidas são exotérmicas liberando energia suficiente para fazer ferver a água, podendo ser usada para produzir vapor e conseqüentemente gerar eletricidade. Por esta razão existe sempre uma central térmica acoplada à fabricação de ácido sulfúrico, o que ajuda à

rentabilização do processo, pois além do consumo de energia na própria fábrica, o excesso pode ser vendido. Isto faz com que a produção do ácido seja atrativo em termos econômicos quando comparado com a maioria dos reagentes químicos.⁸

4.5 - Descrição Sumária do Processo

A produção de ácido sulfúrico a 98%, pelo processo de simples contato, envolve as seguintes etapas básicas: fusão e Combustão do Enxofre; conversão Catalítica do Dióxido de Enxofre, figura 5, e absorção do Trióxido de Enxofre^{2,9}.

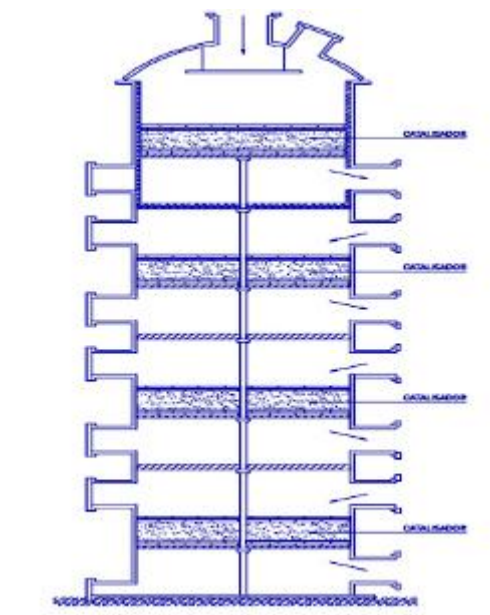


Figura 5: Conversor típico de 4 estágios (resfriamento externo)⁹

Etapa de Fusão e Combustão de Enxofre tem como finalidade fundir, purificar e queimar o enxofre, operações conduzidas em um sistema idêntico ao descrito anteriormente para o processo de dupla absorção^{2,9}.

Na conversão catalítica do dióxido de enxofre o efluente gasoso do forno de combustão do enxofre, após sofrer um resfriamento na caldeira de recuperação de calor nº 1, é admitido no conversor^{2,9}.

No conversor, figura 5, o dióxido de enxofre é transformado em trióxido de enxofre, por reação com o oxigênio contido na massa gasosa, ao atravessar sucessivamente quatro leitos de catalisador^{2,9}.

O gás efluente do primeiro leito é resfriado na caldeira de recuperação de calor no. 2, até 450°C, aproximadamente, sendo depois admitido ao segundo leito de catalisador^{2,9}.

O resfriamento dos gases efluentes do terceiro leito, até 430°C, é procedido pela injeção de ar seco frio diretamente no conversor^{2,9}.

Um dispositivo colocado entre o segundo e o terceiro leito provoca a homogeneização dos gases, evitando, dessa forma, a ocorrência de pontos de superaquecimentos no leito catalítico^{2,9}.

Após o terceiro leito, um sistema de selagem obriga os gases a deixarem o conversor e a escoarem para o superaquecedor de vapor, onde são resfriados até 430°C^{2,9}.

Retornando ao conversor, o gás atravessa o quarto leito, onde a conversão do dióxido de enxofre à trióxido de enxofre atinge 98%^{2,9}.

O gás efluente do último estágio, contendo uma pequena quantidade de SO₂ é resfriado no economizador escoando, a seguir, para a torre de absorção^{2,9}.

Na fase de absorção do Trióxido de Enxofre a operação é realizada em um simples estágio, utilizando ácido sulfúrico a 98%, como agente de absorção do trióxido de enxofre contido nos gases efluentes do quarto leito do conversor^{2,9}.

5 – TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Os Efluentes Industriais abrangem todos os efluentes sólidos, líquidos e gasosos, expelidos pelas atividades industriais, com características prejudiciais ao meio-ambiente onde ocorre o despejo, uma vez que todos em maior ou menor grau contribuirão para poluição¹⁰.

Não existiu por muito tempo a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias desenvolvam atividades para quantificar a vazão e determinar a composição dos efluentes industriais¹⁰.

Os critérios estabelecidos na Norma NT – 202 R10, na tabela 3, é a referência principal para regular o descarte dos efluentes líquidos industriais¹¹.

Tabela 3: Alguns critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos¹¹.

Parâmetros	Padrões limite
pH	5,0 a 9,0
Temperatura	Inferior a 40° C
Materiais sedimentáveis	1,0 mL/L
Materiais flutuantes	ausente
Óleos e graxas minerais	20 mg/L
Óleos e graxas vegetais	30 mg/L
Cloro ativo	5,0 mg/L
Fósforo total	1,0 mg/L
Nitrogênio total	10 mg/L
Amônia	5,0 mg/L
Chumbo	0,5 mg/L

5.1 – Processos físicos, químicos e biológicos

Nos procedimentos físicos, as substâncias contaminantes não são degradadas ou eliminadas, são apenas transferidas para uma nova fase¹¹.

Os mais frequentemente utilizados, são os tratamentos baseados em processos biológicos, uma vez que permitem o tratamento de grandes volumes de efluente, transformando compostos orgânicos tóxicos em CO₂ e H₂O ou CH₄ e CO₂, com custos relativamente baixos¹⁵. Os processos biológicos podem ser divididos em aeróbios e anaeróbios. No processo aeróbio ocorre a formação de CO₂ e H₂O, e o acceptor de elétrons é o oxigênio molecular e no processo anaeróbio, ocorre a degradação de CO₂ e CH₄, sendo que o oxigênio molecular está ausente¹¹.

Os tratamentos químicos também são muito utilizados nos tratamentos de água e efluentes, um dos métodos dos processos químicos é o método de precipitação, o qual igualmente ao método de precipitação dos processos físicos, realiza somente uma mudança de fase dos compostos¹¹.

5.2 – Tratamento de Efluente contendo Chumbo

Na reciclagem da bateria o polipropileno será triturado, extrusado, moído e enviado aos fabricantes de componentes plásticos para produzirem novas caixas. Enquanto que o polietileno será queimado nos fornos junto com a sucata de chumbo¹².

Durante a fabricação e funcionamento são produzidos compostos de chumbo, óxidos e sulfatos, os quais serão reduzidos a chumbo metálico nos fornos rotativos¹².

A figura 6 mostra uma típica bateria chumbo-ácido de aplicação automobilística, onde é possível visualizar os componentes plásticos (caixa e calço de polipropileno, os separadores de polietileno) os componentes de

chumbo (eletrodos positivos e negativos, as conexões e terminais) e a solução eletrolítica (solução de ácido sulfúrico) ¹².

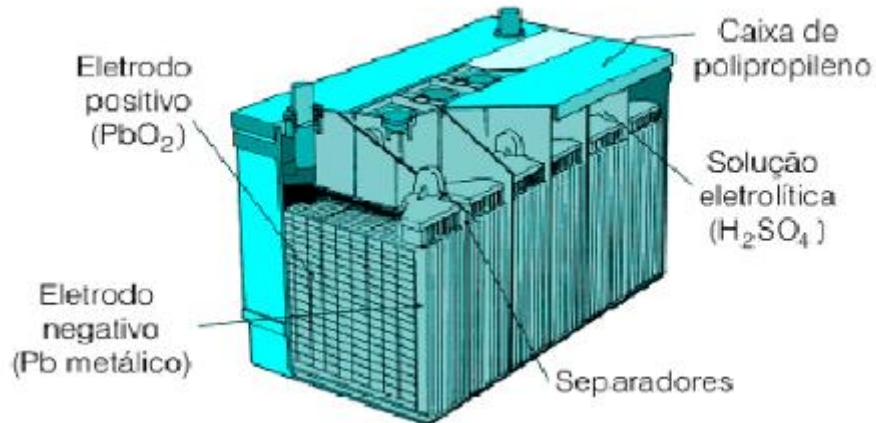


Figura 6: Bateria chumbo-ácido ¹².

A figura 7 mostra a equação química que define o funcionamento da bateria chumbo-ácido. Apresentando somente sulfato de chumbo e água como produtos.

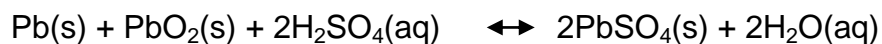


Figura 7: Equação que define o funcionamento da bateria ¹².

Nos resíduos o chumbo pode ser encontrado tanto em sua forma sólida, quanto em sua forma iônica. Em sua forma sólida, o chumbo não apresenta problemas ambientais, no entanto, em sua forma iônica pode causar problemas ¹³.

O chumbo em sua forma sólida pode produzir a forma iônica. Ocorre uma reação em que o chumbo é oxidado pelo oxigênio estando em um meio ácido, a reação que representa essa oxidação ¹³ é apresentada pela figura 8.

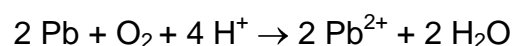


Figura 8: Reação de formação do íon Pb²⁺

Sendo que nessa forma o chumbo é normalmente encontrado nos efluentes líquidos, pois, o chumbo é descartado em efluentes líquidos junto a soluções ácidas e outras substâncias¹³.

Para minimizar a concentração do chumbo em efluentes líquidos, as indústrias de baterias utilizam Estação de Tratamento de Efluentes (E.T.E.), baseadas no tratamento físico-químico utilizando o método de neutralização; floculação, sedimentação e filtração ou centrifugação, pois apresentam uma maior facilidade e preços mais baratos.

5.3 – Descrição da Estação de Tratamento de Efluentes (E.T.E)

A bateria a ser reciclada ao chegar na fábrica é levada a um barracão onde será cortada e o ácido residual cai ao chão e através da inclinação do terreno escorre para um tanque de filtragem¹⁴, conforme figura 9.



Figura 9: Solução após corte de bateria¹⁴

Após ser filtrada, a solução é levada através de tubulações para os tanques de recepção, onde a solução permanecerá por algum tempo em descanso, para decantar os sólidos restantes¹⁴, conforme figura 10.



Figura 10: Tanques de recepção da solução¹⁴

Decantado os sólidos restantes a solução é enviada a ETE, figura 11, onde serão adicionados a solução de cal e o polímero¹⁴.



Figura 11: Vista lateral da ETE¹⁴

No reator é adicionada primeiramente a solução ácida e em seguida a solução de cal aos poucos, até que se obtenha um lodo com um pH 8,00. Adicionam-se então o polímero dissolvido deixando em agitação por alguns 30 minutos¹⁴.

Os polímeros agem como agente coagulante e floculante. Geram partículas coloidais, que atua neutralizando cargas e formando pontes entre as diversas partículas, fazendo com que essas partículas formem blocos e promovendo sua sedimentação¹⁵.

Após a adição do polímero o tanque é deixado em repouso, figura 12, para decantação por 30 minutos aproximadamente¹⁴.



Figura 12: Tanque de decantação do lodo¹⁴.

O lodo obtido após a decantação é colocado em big-bags, figura 13, onde a água passa pelos poros do big-bag, fazendo assim a filtragem do material¹⁴.



Figura 13: Lodo no big-bag¹⁴.

Após a filtragem do lodo da E.T.E. os big-bags, são estocados até serem levados para o aterro classe II ¹⁶.

A água tratada é enviada a tanques, figura14, onde é armazenada para utilização posterior. O reúso da água pode ser feito na lavagem do piso de fábrica, no preparo da cal e polímero utilizados na E.T.E. e em processos que não necessitam de água pura¹⁴.



Figura 14: Tanques de estocagem de água tratada¹⁴

6 – METODOLOGIA

6.1 – Materiais

- Papel filtro
- Funil
- Balão de fundo chato
- Pipetas volumétricas de 20 mL
- Provetas de 100 mL
- Béqueres de 80 mL
- Bastão de vidro
- Estante para tubo de ensaio
- Balão volumétrico de 100 mL

6.2 - Reagentes

- Solução de ácido sulfúrico P.A 15%
- Ácido sulfúrico residual
- Solução de ácido comercial

6.3 - Equipamentos

- Manta aquecedora (Fisoton)
- Balança analítica (Tecnal)
- Espectrofotômetro - DR/2000 (HACH)

6.4 – Procedimentos

a) Coleta das amostras:

- Amostra 1 (solução residual decantada na indústria por aproximadamente uma semana).
- Amostra 2 (logo após o corte da bateria foi coletada a amostra ainda suja – Foi feita a decantação e filtração com papel filtro no laboratório para usá-la limpa).
- Amostra 3 (solução feita com ácido comercial).
- Amostra 4 (padrão preparado com ácido P.A 15%).

b) Foram determinadas as densidades das amostras com balão volumétrico e balança analítica.

c) Foram feitas as concentrações das 4 amostras pelo método de evaporação com manta térmica, dentro da capela, até alcançar as densidades aproximadas de 1,8 g/mL, que duraram um pouco mais de 3 horas.

d) Análise das impurezas:

- Separou-se o ácido do precipitado que surgiram nas amostras 1 (solução decantada na industria) e 2 (solução suja decantada no laboratório).
- Nos precipitados das amostras 1 e 2 foram determinados sulfato. Nas amostras 3 (solução com ácido comercial) e 4 (ácido P.A diluído) não surgiram precipitados.

- Nos ácidos das quatro amostras foram medidas as densidades e analisados Ferro e Chumbo.

6.4.1 – Preparo da solução de H₂SO₄ P.A 15%

Mediu-se com o auxílio de uma pipeta volumétrica 15 mL de ácido sulfúrico e transferiu-se este volume para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada.

6.4.2 – Determinação de sulfato por espectrofotômetro

Em 50 mL de amostra adiciona-se 10 mL da solução de sal ácido e agita-se. Em seguida adiciona-se uma medida de cloreto de bário. Aguarda-se 2 minutos agitando-se a amostra. Mede-se o sulfato através de Espectrofotômetro em 420nm.

- Solução de Sal Ácido

240g de cloreto de sódio em 800 mL de água destilada a 20 mL de ácido clorídrico concentrado. Avolumar para 1 litro.

6.4.3 – Determinação de Fe e PB

Foram determinados Fe e Pb na Cooperativa Agropecuária de Pedrinhas Paulista – SP (C.A.P), em espectrofotômetro de absorção atômica.

7 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo após o corte da bateria a solução de ácido residual se encontra suja e apresenta cor marrom escuro, como mostrado na figura 15.



Figura 15: Solução residual após corte de bateria

Após o corte a solução é deixada em repouso para decantar a fase sólida que dá a cor. A fim de ilustrar o efeito da decantação a solução foi colocada em garrafas de vidro e deixada em repouso para decantar a solução. Fotos foram tomadas em intervalos para ilustrar o processo, como mostrado nas figuras, 16 e 17.

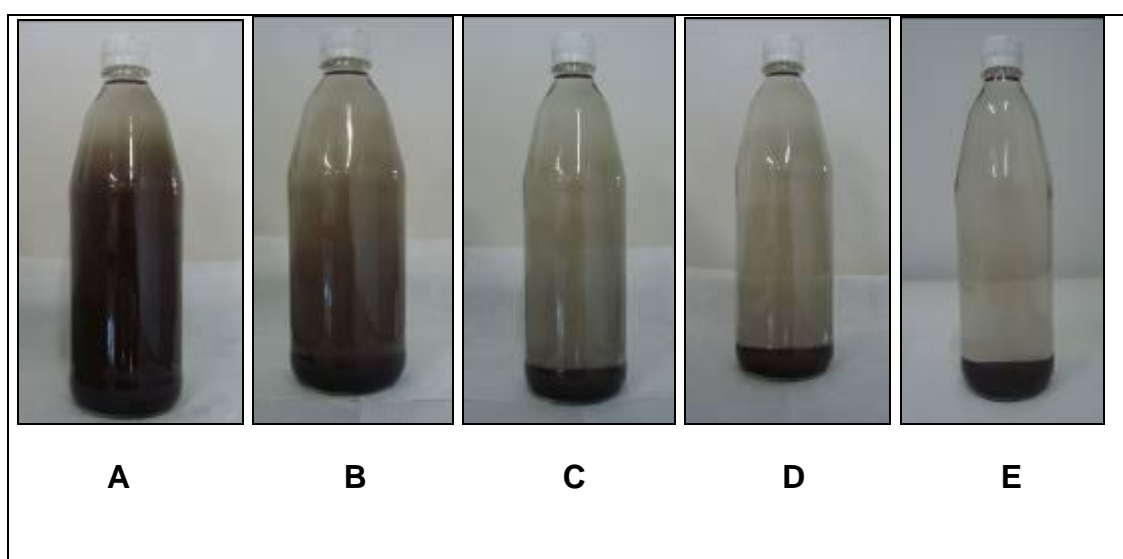


Figura 16: Decantação em função do tempo: (A) Após 1 hora, (B) Após 2 horas, (C) Após 4 horas, (D) Após 6 horas, (E) Após 9 horas.



Figura 17: Decantação após 24 horas

A solução de ácido residual suja também foi filtrada para ver se obteria a mesma eficiência da decantação, e como mostra a figura 18, o resultado da filtração apresenta a mesma eficiência da decantação.



Figura 18: Solução residual suja e filtração

Foram utilizadas as quatro soluções de ácido sulfúrico, mostrado nas figuras 19, 20, 21.

A figura 19 mostra a solução decantada na indústria e a da direita, fundo preto, a que foi decantada no laboratório.



Figura 19: Amostra industrial e amostra de laboratório

As figuras 20 e 21 mostram as soluções utilizadas como padrão obtidas com ácido sulfúrico P.A e com ácido sulfúrico comercial.



Figura 20: Ácido sulfúrico P.A 15%



Figura 21: solução com ácido comercial

Densidades das amostras antes da evaporação:

- Amostra 1 = densidade 1,075 g/mL
- Amostra 2 = densidade 1,127 g/mL
- Amostra 3 = densidade 1,223 g/mL
- Amostra 4 = densidade 1,161 g/mL

Logo após foram feitas as evaporações, figura 22, para concentrar as amostras e chegar em uma densidade de aproximadamente 1,8 g/mL, que é a densidade do ácido sulfúrico comercial.



Figura 22: Evaporação da amostra de ácido

Observou-se que as amostras de ácido residual decantadas, tanto a da indústria quanto a de laboratório obtiveram muitas impurezas, como mostrado nas figuras 23 e 24. Já as amostras de ácido sulfúrico P.A e a solução com ácido comercial não obtiveram impurezas, figuras 25 e 26.

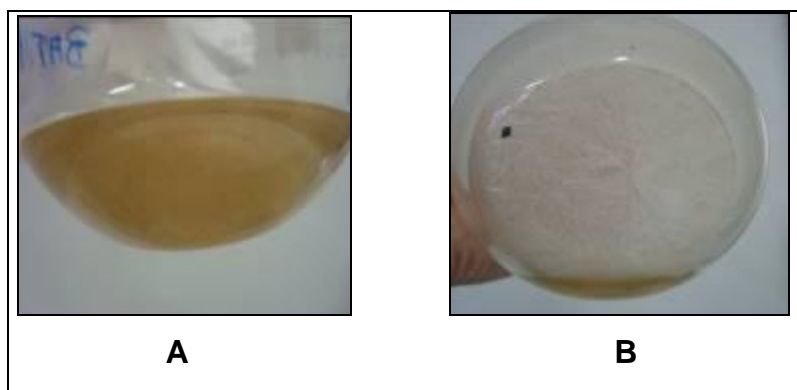


Figura 23: Solução residual decantada na indústria após evaporação: (A) Fundo marrom com impurezas, (B) Precipitado.

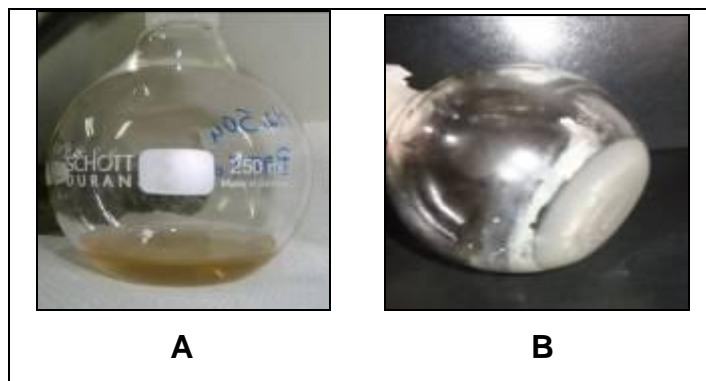


Figura 24: Solução residual decantada no laboratório após evaporação: (A) Fundo marrom com impurezas, (B) Precipitado.

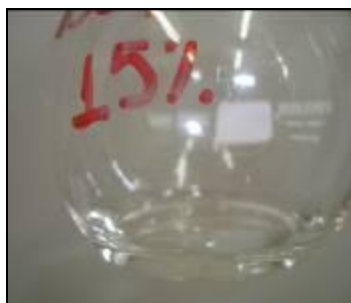


Figura 25: Solução de ácido sulfúrico P.A após evaporação



Figura 26: Solução de ácido comercial após evaporação

Após a evaporação analisou-se sulfato nos precipitados e Fe e Pb nas amostras de ácido. As tabelas 4 e 5 mostram os resultados obtidos nas quatro amostras, a amostra 1 (solução decantada na indústria), amostra 2 (solução decantada em laboratório), amostra 3 (solução com ácido comercial), amostra 4 (ácido P.A diluído).

Tabela 4: Resultados das análises de Sulfato, ferro e chumbo, após evaporação.

Amostras	Densidade(g/mL)	Sulfato(ppm)	Ferro(mg/L)	Chumbo(mg/L)
1	1,787	4.327,58	26,72	56,00
2	1,827	3.898,40	36,40	37,00
3	1,804	0	41,57	1,20
4	1,784	0	0	0

De acordo com os dados da tabela 4, as quatro amostras chegaram nas densidades aproximadas de 1,8 g/mL, as amostras 1 e 2 contém grande quantidade de sulfato pois não são tratadas, já as amostras 3 e 4 não contém sulfato pois são amostras tratadas, e as amostras 1, 2 e 3 contém impurezas como Fe e Pb, já a amostra 4 por ser pura não contém Fe e Pb.

Tabela 5: Resultados das análises de ferro e chumbo antes da evaporação

Amostras	Densidade(g/mL)	Ferro(mg/L)	Chumbo(mg/L)
1	1,075	179,00	9,00
2	1,127	229,00	8,50
3	1,223	11,36	2,02
4	1,161	0	0

De acordo com os dados da tabela 5, as amostras 1 e 2 antes da evaporação tinham uma maior quantidade de ferro e chumbo do que a amostra 3. Isso já era esperado já que a amostra 3 é obtida a partir de ácido comercial tratado e as amostras 1 e 2 não são tratadas, são apenas decantadas.

A amostra 4 foi utilizada como padrão, mostrando que todas os procedimentos analíticos foram realizados de forma correta, pois o valores obtidos confirmam com os dados do rótulo do produto ou com a literatura.

8 - CONCLUSÃO

Concluiu-se que a retirada das impurezas sólidas que conferiam cor a solução foi efetuada com sucesso. A concentração do ácido foi feita com sucesso obtendo solução com densidade aproximada de 1,80 g/mL. Porém as amostras ainda contém grande quantidade de impurezas como, sulfato, ferro e chumbo.

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acido Sulfúrico. Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/> Acesso em : 20 Mai. 2009.
2. SHREVE, R. Norris e BRINK, Joseph A.. Indústrias de processos Químicos.; trad. Horacio Macedo. – 4.ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 1997. 717 p.
3. WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Acido_sulfurico>. Acesso em 20 Mai. 2009.
4. Santos, N. J.; Delgado, J. Remoção do Chumbo em Efluentes Líquidos da Fabrica de Baterias utilizando Hidróxido de Sódio. (Trabalho de Conclusão de curso) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA. 2006.
5. SÉRGIO M. Ácido Sulfúrico. Disponível em: <http://gaonline.igsc.usp.br:8180/FCKeditor/UserFiles/File?Sergio%20Machado/Seminario%20No.%2017%20-%20Acido%20Sulfurico.doc>. Acesso em 16 Jun. 2009.
6. Produção de acido sulfurico. Chemical and Engineering News – Indústria Química. EUA ano 2000.
7. British Sulphur. Disponível em: <http://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=http://cruonline.crugroup.com/fertilizerschemicals/>. Acesso em 10 Jun. 2009.
8. COMSTOCK, M. Joan. History of Chemical Engineering. USA: American Chemical Society, 1980. Disponível em <http://www.unioeste.br/eq/info/histoeq/index.shtml>. Acesso 16 Jun. 2009.
9. BUGULHOS, J.B Manual do Ácido Sulfúrico, 4ª ed. São Paulo, Ed. Quimicaviva, 1985, 352 p.
10. Efluentes Industriais. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/portal/noticia/material_didatico/3669>. Acesso em 16 Jun. 2009
11. Botega, F. P. et al. Comitê da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar, Câmara Técnica Efluentes Industriais. Disponível em <www.unisul.br/.../Apresenta_o_CT_Efluentes_Industriais.ppt>. Acesso em 16 de julho de 2009.
12. BOCCHI N. ET AL. Química e Sociedade pilhas e baterias funcionamento e impacto ambiental. Química Nova na Escola, nº 11, p. 3/9, maio, 2000.

13. SILVA FILHO, A.L. Segurança química – Risco químico no meio ambiente de trabalho. São Paulo: LTr, 1999, 134 p.
14. Santos, N. J.; Merlim, C. Ácido sulfúrico residual como anti-séptico em fermentação para produção de etanol. (Trabalho de Conclusão de curso) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA. 2008
15. SILVA, Sérgio Santana. Remoção de cádmio e chumbo por adsorção em minerais micáceos. [Mestrado] Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande - PB, Março de 2005. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp000776.pdf>>. Acesso em 20 Jun 2009.
16. LEGISLAÇÃO- CETESB, Disponível em <<http://www.cetesb.org.br>> Acesso em 20 Jun 2009.