



PRODUÇÃO DE SULFATO BÁSICO DE CROMO A PARTIR DAS CINZAS DA INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS DE COURO

Samanta Vieira Pereira¹, Nilson Romeu Marcílio¹, Mariliz Gutterres²

¹Laboratório de Processamento de Resíduos (LPR)

²Laboratório de Estudos em Couro e Meio Ambiente (LACOURO)

Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
R. Eng. Luis Englert, s/n. Campus Central. CEP: 90040-040 - Porto Alegre - RS - BRASIL,
E-MAIL: {sameng, nilson, mariliz}@enq.ufrgs.br

Palavras Chaves: cromo, resíduos, couro, cromato, sulfato

Resumo:

A rotina mais aceita industrialmente para converter cromo trivalente em cromo hexavalente para a produção de cromato de sódio é realizada através de fusão da mistura de Na_2CO_3 , CaO e cromita em presença de ar a temperaturas em torno de 1200°C . Foi comprovada a viabilidade técnica do aproveitamento do cromo contido nos resíduos de couro gerados pela indústria coureiro calçadista para produção de cromato de sódio (VI), que é utilizado na produção de sulfato básico de cromo, como substituto natural do minério de cromo (cromita). Este trabalho tem por objetivo a produção de cromato de sódio e sulfato básico de cromo a partir das cinzas de resíduos de couro, para uso em curtimento. Será usado o modelo reacional a baixas temperaturas ($650\text{-}750^\circ\text{C}$), considerando-se como variáveis de estudo a temperatura de reação, o tempo de reação e a vazão de ar sobre a formação do cromato de sódio (VI) considerando-se a operacionalidade e o grau de oxidação

1 INTRODUÇÃO

O processo que visa transformar a pele, um material facilmente decomponível, em outro altamente estável, o couro, denomina-se curtimento e visa conservar algumas características naturais e essenciais da matéria prima, como por exemplo a elasticidade, maciez e toque. O curtimento com sais de cromo resulta em um couro de excelente estabilidade, resistência e ótimas propriedades para uso.

O sulfato básico de cromo é o agente curtente mais utilizado no curtimento de peles no mundo todo. É produzido comercialmente a partir do cromato de sódio obtido industrialmente do minério de cromo denominado cromita.

A indústria de curtumes nas plantas de curtimento produzem quantidades consideráveis de resíduos contaminados com cromo. De acordo com LANGERWERF et al (1981), a indústria do couro consome mais de 65 mil toneladas anuais de cromo. Desta quantidade, cerca de 20 mil toneladas estarão presentes nos produtos elaborados em couro, isto significa que cerca de 45 mil toneladas de cromo não são utilizadas pela indústria do couro, originando problemas de contaminação, além da perda financeira de aproximadamente 135 milhões de dólares.

O desenvolvimento tecnológico observado ao longo do tempo trouxe algumas preocupações quanto ao meio ambiente e o bem estar social. Isto pode ser constatado através de novas tecnologias para o processamento, tratamento e até mesmo o



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

aproveitamento de resíduos produzidos pelas indústrias em geral.

Os resíduos sólidos industriais no Brasil são classificados, segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT-NBR10004), como: Resíduos Classe I- Perigosos; Resíduos Classe II- Não perigosos, Resíduos Classe II A- não inertes e Resíduos Classe II B – inertes.

Os dados indicados no inventário divulgado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM) no “Relatório sobre a Geração de Resíduos Industriais no Estado do Rio Grande do Sul” de 2003, mostram que 189.203 toneladas de resíduos sólidos perigosos foram gerados no estado, distribuídos nos 16 setores inventariados, sendo que o setor do couro, mecânico e metalúrgico são os maiores geradores de resíduos industriais perigosos (Classe I).

A indústria de curtumes foi o primeiro setor industrial a ser intimado para dispor seus resíduos de forma correta, há mais de vinte anos, seguindo-se a mesma exigência posteriormente ao setor calçadista.

Os resíduos provenientes do beneficiamento do couro constituem um grave problema de gerenciamento na indústria, pois tem sido problemática sua remoção da área industrial e também devido à dificuldade de se encontrar local para sua disposição final. Estes resíduos causam danos ao meio ambiente, devido à presença de substância putrescíveis, sais, sulfitos e principalmente metais pesados e tem sido enterrados nos solos em aterros especiais.

Embora a comunidade coureira venha desenvolvendo ingentes esforços para ajustar sua atividade ao meio ambiente, envolvendo ações como desenvolvimento de tecnologias limpas no processamento do couro, tratamento/recuperação prévios de alguns licores específicos e o próprio tratamento de resíduos no ponto final, grande parte do resíduo gerado não tem um real aproveitamento.

No Brasil, cerca de 85% dos resíduos gerados pela indústria do setor do couro são enviados para centrais de resíduos e aterros sanitários, porém a quantidade de resíduos gerados é grande tornando o espaço físico disponível insuficiente ao decorrer do tempo. A possibilidade da oxidação do cromo, que no resíduo se encontra na forma trivalente, para a forma hexavalente que é sua forma tóxica tem causado uma grande preocupação às Agências de Proteção ao Meio Ambiente já que o resíduo é constituído de 3 a 7% de cromo (VIEIRA, 2004).

Em outros países, principalmente da Comunidade Européia, vêm sendo estudada como

alternativa à deposição em aterros, a incineração destes resíduos.

A incineração ou tratamento térmico utiliza a decomposição térmica via oxidação para destruir a fração orgânica do resíduo, reduzindo assim o seu volume ou tornando-o menos tóxico ou atóxico. (ROCCA et al, 1993)

No Brasil, esta alternativa vem sendo estudada desde 1997 em função da preocupação das empresas do setor coureiro e da posição mais rigorosa dos órgãos oficiais de fiscalização ambiental, no caso do Rio Grande do Sul – FEPAM, em relação à destinação dos resíduos sólidos gerados por estas empresas.

A pesquisa, em torno da incineração dos resíduos sólidos gerados pela indústria coureiracalçadista, conduziu ao projeto, desenvolvido pelo Laboratório de Processamento de Resíduos da UFRGS (LPR), de um incinerador em leito fixo, com tecnologia de gaseificação e combustão combinadas (GCC), projetado especificamente para incinerar estes resíduos. Atualmente o mesmo opera em uma unidade em escala piloto localizada na empresa Preservar no município de Dois Irmãos com capacidade nominal de processar 100kg/h de resíduo.

Segundo GODINHO (2004) a unidade piloto de incineração possui um reator de gaseificação (RG) onde ocorre o processo de secagem do resíduo, a perda da matéria volátil e a produção de gases combustíveis como CO, H₂, CH₄ e outros hidrocarbonetos. O reator (RG) opera a 650°C. A seguir estes gases passam por um reator de oxidação que é responsável pela destruição térmica dos compostos orgânicos presentes no gás combustível e opera a 1000°C. Os gases provenientes deste reator passam por um ciclone dimensionado para abater partículas com diâmetro médio superior a 10µm. Em seguida os gases passam por um sistema de lavagem alcalina para eliminar o material particulado e neutralizar os gases ácidos formados no processo.

As cinzas geradas através do processo de incineração são ricas em cromo, com aproximadamente 45% de Cr₂O₃ na forma trivalente, porém com alguma presença de cromo hexavalente. O cromo VI é altamente tóxico, e apesar de sua presença nesta cinza ser da ordem de 1%, isto torna sua deposição no solo pouco aconselhável (VIEIRA, 2004). A distinção da valência do cromo é de suma importância em vista da diferença entre os resíduos de cromo VI e do cromo III em termos de mobilidade e toxicidade.



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

Os compostos de cromo com finalidade comercial são produzidos através da única matéria prima que contém o metal, a cromita que também é conhecida como mineral de cromo. Segundo ANTONY et al (2004) a cromita é uma solução sólida que possui na sua composição: MgO.Al₂O₃, FeO.Cr₂O₃, MgO.Cr₂O₃ e MgO.Fe₂O₃, o qual apresenta 45% em óxido de cromo.

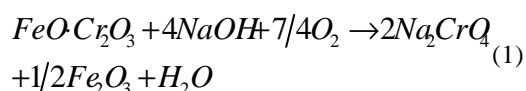
Tendo em vista a necessidade de uma destinação apropriada para esta cinza, uma das alternativas seria a de aproveitar o grande potencial econômico do cromo contido na mesma através de sua reinserção no ciclo produtivo em um processo que utiliza o mesmo como matéria prima tornando, assim, a incineração uma alternativa ecologicamente e economicamente mais atrativa.

Na indústria o sulfato básico de cromo é obtido através do cromato de sódio (com cromo VI) que é outro composto químico importante produzido a partir do cromo e que pode ser utilizado de diversas formas, diretamente em processos industriais e também como matéria prima dando origem a diversos compostos de cromo.

O processo comercial, segundo LAUDER et al (1963) e HULTMAN et al (1967), utilizado para produção do cromato de sódio VI é o de ustulação do mineral cromita via carbonato de sódio em condições oxidativas e a temperaturas de 1100-1150°C, sendo que o Brasil apenas importa o produto e também a maioria dos compostos obtidos a partir dele.

Segundo KASHIWASE et al, AGUAYO et al *apud* KENAN et al (2004, p252) e CUNEYTT et al uma forma alternativa de produção de cromato de sódio usando a cromita e o hidróxido de sódio (agente fundente) é capaz de reduzir a temperatura de reação em até 500°C, fazendo assim com que sua produção tenha menor gasto energético e de equipamentos do que o processo comercial.

Segundo KENAN et al (2004), a fusão alcalina consiste na reação da cromita com um excesso de hidróxido de sódio a temperaturas de 550-650°C em condições oxidativas. A equação geral para a reação química é a seguinte:



A composição química da cromita segundo KENAN (2004) é apresentada na tabela 1.1:

Tabela 1.1: Análise química da cromita concentrada

Composição	%	Composição	%
Cr ₂ O ₃	36,23	CaO	1,32
Fe ₂ O ₃ +FeO	13,76	SiO ₂	1,00
Al ₂ O ₃	31,11	Massa perdida	2,08
MgO	14,50	Massa total	100,00

Fonte: KENAN (2004)

Os resultados das análises das cinzas provenientes da planta piloto instalada na empresa Preservar podem ser verificadas na tabela 1.2:

Tabela 1.2: Análise por fluorescência de raio x das cinzas geradas através da incineração do couro

	Cinza couro-Rg*	Cinza couro-Ci**
Cr ₂ O ₃	55,13	29,32
SiO ₂	23,25	18,07
Al ₂ O ₃	7,25	6,46
TiO ₂	1,51	2,05
Fe ₂ O ₃	2,55	14,08
FeO	0	0
MnO	0	0,05
MgO	0	1,09
CaO	1,18	2,28
Na ₂ O	1,06	2,64
K ₂ O	0,78	0,77
P ₂ O ₅	1,57	3,72
SO ₄	2,77	8,68
Cl	0,71	1,02
H ₂ O	1,4	9,05
Total	99,1600	99,27

*RG: reator de gaseificação da unidade piloto de incineração

**Ci: ciclone da unidade piloto de incineração

Fonte: GODINHO (2004)

A cinza obtida através da incineração dos resíduos do couro possui um teor de óxido de cromo (Cr₂O₃) maior do que o próprio minério cromita, porém possui alguns óxidos e elementos que não estão presentes no minério. Estes tem sua origem na própria seqüência de tratamento das peles em curtumes.

Em vista do que foi exposto, este trabalho tem como objetivo o estudo da produção do cromato de sódio e sulfato básico de cromo a partir das cinzas de resíduos de couro, para uso em curtimento. Será usado o modelo reacional a temperaturas na faixa de 600-700°C utilizando a fusão alcalina com hidróxido de sódio em condições oxidativas, considerando-se como variáveis de estudo, a temperatura de reação, o tempo de reação e a vazão de ar sobre a formação do cromato de sódio, considerando-se a operacionalidade e o grau de oxidação.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matéria Prima

O resíduo sólido da indústria calçadista foi obtido junto a Preservar-Tratamento e Reciclagem de Resíduos Ltda, localizada no município de Dois Irmãos. Estes resíduos foram incinerados na planta piloto de incineração igualmente localizada em Dois Irmãos. A amostra de cinza utilizada nos experimentos foi gerada pelo ciclone e pelo reator de gaseificação da planta piloto. A mesma foi coletada após resfriamento da unidade, amostrada e armazenada hermeticamente em frasco plástico até a sua utilização.

A cinza tem uma composição heterogênea por ser gerada a partir de uma mistura dos resíduos das indústrias, o que gera uma fonte de erro para o estudo.

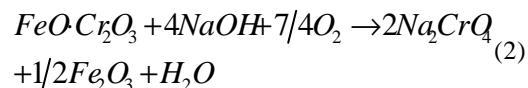
Com o intuito de diminuir este erro preparou-se uma amostra representativa e para todos experimentos utilizou-se o mesmo lote.

O teor de cromo total foi determinado segundo método do tiosulfato, no qual o cromo é determinado na forma de cromo VI, seguindo a norma ASTM D-2807-93 (1998). Estas cinzas também foram caracterizadas através de uma difração de raio X.

2.2 Metodologia

O ferro presente nas cinzas forma um óxido com o cromo e, portanto, ao final da reação estará presente no produto.

A reação que representa a produção de cromato de sódio a partir da cromita, segundo KENAN (2004) é a seguinte:



Na rota atual onde, ao invés da cromita, utiliza-se a cinza proveniente da incineração do couro como fonte de cromo, também verifica-se a presença do ferro (conforme tabela 1.2). Além do ferro outros elementos foram encontrados na cinza, estes com grande possibilidade de serem solúveis

em água ou sob ataque ácido. São eles cloretos, sulfatos e sulfetos.

Na tentativa de reduzir a presença de alguns desses elementos (expressos na forma de óxidos) e também de eliminar a presença do ferro no produto de reação, fazendo assim com que o teor de óxido de cromo (Cr_2O_3) na cinza seja concentrado e a quantidade (massa) a submeter à fusão alcalina no forno seja reduzida, foram realizados vários testes de extração/solubilização na cinza.

Na primeira etapa foram realizadas solubilizações na cinza proveniente do ciclone da unidade piloto. Na segunda etapa utilizou-se a cinza do reator de gaseificação, já que a mesma é produzida em maior quantidade e, portanto, será usada na reação de produção de cromato de sódio e posterior produção de sulfato básico de cromo.

2.2.1 Extração de sólidos solúveis na cinza proveniente do ciclone

2.2.1.1 Determinação da Viabilidade da solubilização da cinza

Nesta etapa foram realizados testes a fim de analisar se o percentual de óxidos de ferro e outros óxidos, solúveis na cinza, é realmente considerável e a forma de solubilização destes.

Foi testada a solubilização da cinza em água e ácido clorídrico a temperatura ambiente e ácido clorídrico sob aquecimento.

Em um primeiro momento foram tratadas as cinzas provenientes do ciclone da unidade piloto de incineração.

A cinza foi coletada após resfriamento da unidade, amostrada e armazenada hermeticamente em frasco plástico até a sua utilização. A mesma foi cominuída até a granulometria adequada utilizando-se, para isso, um moinho de bolas. O valor adotado de acordo com práticas industriais foi o de cinzas com granulometria inferior a $75\mu\text{m}$. A cinza obtida no moinho foi colocada em estufa a fim de retirar toda umidade nela contida. Em seguida foi armazenada hermeticamente em frascos e os mesmos foram mantidos em um dessecador. Para todas solubilizações foram usadas cinzas deste mesmo lote.

O procedimento utilizado nesta etapa é descrito, a seguir, para cada meio solubilizante.



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

Solubilização da cinza em água

Uma quantidade de cinza colocada em meio aquoso foi transferida para o funil de Büchner e lavada com água para sua solubilização. Determinou-se o teor de sólidos solúveis que passou para o filtrado por diferença de peso.

Verificou-se a viabilidade da lavagem, já que foi obtido um teor considerável de sólidos solúveis.

Solubilização da cinza frente a ataque com ácido Clorídrico 50% sem aquecimento

Partiu-se para alguns testes utilizando como agente solubilizante o ácido clorídrico. Para esta solubilização foi utilizado ácido com concentração 50%. À uma quantidade de cinza foi misturado ácido clorídrico 50% e mantida por um período de tempo de aproximadamente 48h em repouso. Após foi realizada a lavagem, vertendo a mistura cinza/ácido clorídrico no funil de buchner, empregando-se vácuo para filtração já que esta é bastante demorada. A massa do papel filtro foi anotada antes da lavagem para posterior cálculo de sólidos solúveis.

Após ter passado todo volume de ácido, a cinza foi lavada com água destilada a temperatura ambiente até completar um volume de solução de 500ml avolumado em balão volumétrico.

Determinou-se o teor de sólidos solúveis que passou para o filtrado por diferença de peso. Mais uma vez foi verificado o alto teor de sólidos solúveis com conseqüente concentração do teor de óxido de cromo na cinza.

Solubilização da cinza frente a ataque com ácido clorídrico 50% com aquecimento

Para testar a solubilidade da cinza frente a um ácido com aquecimento foi realizado um novo experimento. À uma quantidade de cinza foi misturado ácido clorídrico 50%, essa mistura foi levada a aquecimento por um período de tempo de uma hora. Após o término deste período a mistura foi deixada em repouso por 48h. A lavagem foi realizada vertendo a mistura em um funil de buchner. Tendo passado todo volume de ácido, a cinza foi lavada com água a temperatura ambiente, até volume de 500mL de solução avolumado em balão volumétrico. Determinou-se o teor de sólidos solúveis que passou para o filtrado por diferença de peso.

2.2.2 Variação dos parâmetros de solubilização na cinza do Reator de Gaseificação com ácido clorídrico

Para definir os efeitos das variáveis, na solubilização da cinza, foram realizados vários testes com e sem aquecimento, com ácido a 50 e 10%, e também variando o tempo de repouso. Essa série de experimentos foi útil para determinar se a extração escolhida é a mais adequada para eliminação do ferro e dos óxidos solúveis, um dos objetivos principais da extração. As faixas de variação dos parâmetros foram definidas com base nos testes realizados na etapa preliminar.

A cinza utilizada nestes testes foi proveniente do reator de gaseificação da unidade piloto. Primeiramente foi recolhida uma amostra da cinza gerada pelo reator de gaseificação da planta piloto de incineração, que foi coletada após resfriamento da unidade, amostrada e armazenada hermeticamente em frasco plástico até a sua utilização. Esta cinza também foi cominuída até a granulometria de 75 μ m em moinho de bolas. A cinza obtida no moinho foi colocada em estufa a fim de retirar toda umidade nela contida em seguida foi armazenada hermeticamente em frascos e os mesmos foram mantidos em um dessecador.

Os níveis em que as variáveis foram testadas são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 2.1: Níveis testados para as variáveis na lavagem da cinza

Testes	Variáveis		
	Aquec.	Concent. de HCl (%)	Tempo repouso (h)
1	Com	10	4
2	Com	10	6
3	Com	10	17
4	Sem	10	6
5	Sem	10	8
6	Sem	10	17
7	Com	50	4
8	Com	50	6
9	Sem	50	8
10	Sem	50	21
11	Com	50	20



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

10 anos

O procedimento utilizado foi o mesmo dos itens anteriores, para a seleção dos parâmetros utilizou-se os dados da tabela 2.1.

A fim de observar a forma cristalina dos elementos presentes nas cinzas e identificar a eliminação de alguns desses elementos através da solubilização realizadas nas mesmas, algumas amostras foram submetidas a uma difração de raio X. Para tal foram selecionadas as seguintes amostras:

- As cinzas brutas provenientes do ciclone e do reator de gaseificação, a fim de se comparar a composição das cinzas antes e depois das lavagens.
- As cinzas do ciclone e do reator de gaseificação após solubilizadas e tratadas segundo as melhores condições testadas na tabela 2.1.

2.2.3 Reação de produção de cromato de sódio

As cinzas do reator de gaseificação utilizadas nestes testes são provenientes do mesmo lote das cinzas utilizadas no item de lavagem .

O fluxograma simplificado da reação é mostrado na figura 2.1

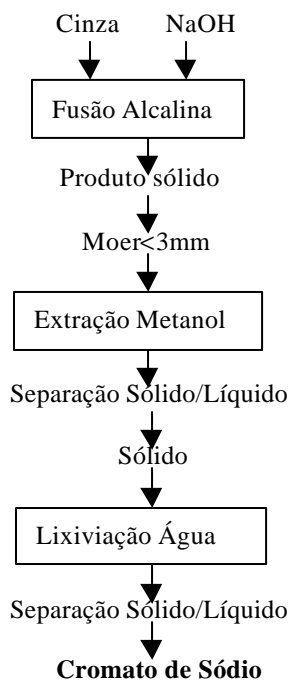


Figura 2.1 - Fluxograma simplificado de obtenção de cromato de sódio.

A mistura cinza e NaOH foi ustulada em cadinho de alumina (10cm de altura e 7 cm de diâmetro interno) tendo como fatores de controle a temperatura, tempo de reação e vazão de ar segundo a tabela 2.2. O tempo de reação foi medido após a completa fusão da mistura. Os experimentos seguiram o seguinte procedimento: procedeu-se o ajuste do controlador NOVUS N1100 para aquecer o forno na temperatura da reação apresentada na tabela 2.2. A massa de cinza e de NaOH foi pesada e transferida ao cadinho de reação. A mistura a ser ustulada foi levada ao forno e foi mantida pelo tempo necessário para que ficasse líquida (tempo este estipulado em testes preliminares). Quando este tempo foi atingido o ar foi introduzido a uma vazão estabelecida na tabela 2.2 por um tempo de reação também pré estabelecido. Ao final da reação, o cadinho foi retirado imediatamente do forno e o conteúdo foi vertido para uma cápsula de alumínio previamente pesada. O cromato de sódio formado foi cominuído a uma granulometria menor que 3 mm, a fim de ser solubilizado. O cromato com excesso de NaOH foi colocado em um erlenmeyer e a ele foi adicionado metanol. Foi acoplado a esse erlenmeyer um condensador e um termômetro a fim de proceder a extração do excesso de NaOH. A solução foi levada a uma chapa previamente aquecida e foi mantida a temperatura de ebulição do metanol por 60 minutos. Quando este tempo foi atingido, a solução contendo cromato e metanol foi retirada do fogo até seu total resfriamento. A suspensão foi separada através de uma filtração e a solução foi separada para posterior análise do grau de extração. A torta de filtração foi lixiviada com água destilada até completar um volume total de 250mL (avolumado em balão volumetrico) de solução de cromato de sódio solúvel em água no qual foi determinado o teor de cromo segundo método do tiosulfato, no qual o cromo é determinado na forma de cromo VI, seguindo a norma ASTM D-2807-93 (1998). Após calculou-se a resposta grau de oxidação, sendo este dado pela porcentagem de Cr III oxidada a Cr VI na reação.

Tabela 2.2: Fatores de controle da reação.

Teste	T(°C)	Tempo (min)	Vazão ar (L/h)
1	650	0	0
2	650	15	50
3	650	30	50
4	650	60	50
5	700	90	50



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir da solubilização com água, ácido clorídrico 50% com e sem aquecimento foram os seguintes:

Tabela 3.1 Teor de sólidos solúveis

Teste	Aquec.	Solubiliz.	Tempo (h)	%SS *
1	Sem	Água	-	9,17
2	Sem	HCl 50%	48h	23,31
3	Com	HCl 50%	48h	26,92

*SS: teor de sólidos solúveis na cinza

Após estes experimentos ficou clara a presença de grande quantidade de sólidos solúveis, o que justifica a lavagem da cinza antes de utilizá-la como matéria prima na produção de cromato de sódio e posteriormente sulfato básico de cromo.

Os resultados dos testes realizados para definir os efeitos, na solubilização da cinza do reator de gaseificação e das variáveis testadas são apresentados na tabela 3.2.

Tabela 3.2 Parâmetros testados e teor de sólidos solúveis obtidos.

Teste	Aquec.	Conc. HCl (%)	tempo (h)	SS*
1	Com	10	4	12,16
2	Com	10	6	12,53
3	Com	10	17	17,18
4	Sem	10	6	9,91
5	Sem	10	8	9,85
6	Sem	10	17	10,28
7	Com	50	4	12,64
8	Com	50	6	13,94
9	Sem	50	8	9,60
10	Sem	50	21	10,93
11	Com	50	20	12,32

*SS: Teor de sólidos solúveis (%)

Os resultados da tabela 3.2 mostram que o teor de sólidos solúveis utilizando como agente solubilizante o HCl 10% é muito próximo dos valores encontrados para a solubilização com HCl 50%, o que não justifica usar o último sob o ponto de vista econômico, pois exigirá um tratamento maior do filtrado que contém uma grande quantidade de ácido. Estes resultados foram avaliados tendo em vista a implementação do

procedimento aqui apresentado em uma unidade de bancada do projeto de produção de sulfato básico de cromo que está sendo realizado no LPR (UFRGS). Devido ao que foi exposto o teste escolhido como sendo viável foi o nº2. Na cinza lavada neste teste foi realizado uma análise de difração a fim de detectar se realmente foi efetiva a solubilização ou seja se ainda existe ferro e os demais óxidos na cinza. O resultado ainda não é conhecido.

A tabela 3.3 mostra os resultados obtidos nas reações realizadas para produção de cromato de sódio.

Tabela 3.3: Resultados obtidos para o grau de oxidação (u)

Teste	T(°C)	Tempo (min)	Vazão ar (L/h)	u (%)
1	650	0	0	35,88
2	650	15	50	74,36
3	650	30	50	80,98
4	650	60	50	84,2
5	700	90	50	89,01

A figura 3.1 abaixo mostra o comportamento do grau de oxidação com o tempo de reação para a temperatura de reação de 650°C.

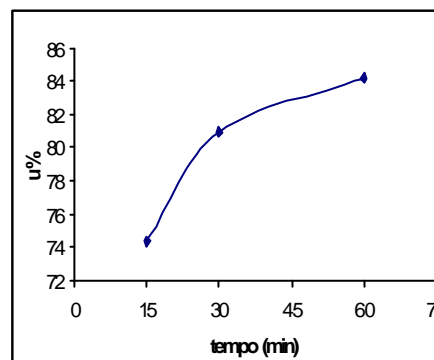


Figura 3.1: Grau de oxidação versus tempo de reação.

Os experimentos realizados a 650°C mostram que com 30 minutos de reação o grau de oxidação foi 80,98%. Para 60 minutos de reação o grau de oxidação foi de 84,20%, significando um aumento percentual de 3,22%. Portanto, tempos de reação acima de 30 minutos não produzem significativa mudança na resposta fazendo desnecessário esse aumento de tempo.

O planejamento experimental dos parâmetros da reação do cromato de sódio ainda será



Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

realizado tendo como base estes experimentos. Depois de se determinar o ponto ótimo da reação será realizado a reação de produção de sulfato básico de cromo.

4 CONCLUSÕES

Embora ainda não sejam conhecidos os resultados da difração de raio X realizados nas cinzas a fim de se determinar o que realmente foi solubilizado, os testes mostraram um teor de sólidos solúveis significativo. Portanto a solubilização utilizando HCl 10% com aquecimento e repouso de 6 horas possivelmente será implementada para reação de obtenção de cromato de sódio.

Os experimentos realizados na reação de produção do cromato de sódio foram úteis pois pode-se definir melhor a faixa dos parâmetros a serem testados no planejamento experimental que será realizado.

A produção do sulfato básico de cromo terá início após a determinação dos parâmetros ótimos da reação de produção do cromato de sódio que é a matéria prima para sua produção.

LANGERWERF, I. S. A. ; PELCKMANS, H.H. A. Chromium containing wastes of the leather industry. Congresso IULTCS 1981, Buenos aires, V.8, p. 1-7, nov 1981.

LAUDER, W.B.; HARTFORD, W.H. US Patent N° 3,095,266,1963;

ROCCA, A. C. C; et al. Resíduos Sólidos Industriais. Trabalho elaborado pelo corpo técnico da CETESB, ed. 2, São Paulo, 1993, 234p.

VIEIRA, S. M. Recuperação do cromo contido nas cinzas provenientes da incineração de resíduos de couro da indústria calçadista visando obtenção de cromato de sódio VI. Dissertação de Mestrado. PPGEQ, Porto Alegre 2004.

REFERÊNCIAS

ARSLAN, C.; ORHAN, G. Investigation of chrome (VI) oxide production from chromite concentrate by alkali fusion. International Journal Mineral Processing V.50, p. 87-96, 1997

ANTONY, M.P.; TATHAVADKAR, V.D.; CARVERT, C.C; JHA, A . The soda-ash roasting of chromite ore processing residue for the reclamation of chromium. Metallurgical and materials transactions. V.32B, p. 987-985,2001

GODINHO, M. Gaseificação e combustão combinadas de resíduos sólidos da indústria coureiro-calçadista. Exame de qualificação para tese de doutorado. PPGEMM, Porto Alegre 2004

HULTMAN, S.J.; RICH, G.L.; DAILEY, D.B.; TUNISON D.E. US Patent N°3,336,102,1967;

KENAN, Y.; AYHAN, S. Investigation of efficient conditions for chromate production from chromite concentrate by alkali fusion. Scandinavian Journal of Metallurgy, V.33, p. 251-256, 2004



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química
Oktober Fórum 2005 – PPGEQ

10 anos

