

UNESP
Faculdade de Engenharia do Campus Guaratinguetá

Guaratinguetá

2012

FRANCIELLE SOUZA PINTO

ESTUDO COMPARATIVO DE FORNECEDORES DE PICHE

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Materiais da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Materiais.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira

Guaratinguetá
2012

P659e Pinto, Francielle Souza
Estudo comparativo de fornecedores de piche / Francielle Souza Pinto
– Guaratinguetá : [s.n], 2012.
47 f. : il.
Bibliografia: f. 47

Trabalho de Graduação em Engenharia de Materiais – Universidade
Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012.
Orientador: Prof. Dr.Marcelo dos Santos Pereira

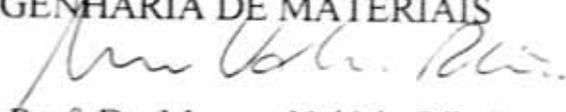
1. Piche I. Título

CDU 691.16

ESTUDO COMPARATIVO DE FORNECEDORES DE PICHE
FRANCIELLE SOUZA PINTO

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO
COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA
DE GRADUADO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS

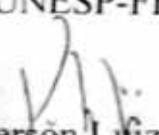
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO
DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS


Prof. Dr. Marcos Valério Ribeiro
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Marcelino P. do Nascimento
UNESP-FEG


Prof. Peterson Luiz Ferrandini
UNESP-FEG

Dezembro de 2012

DADOS CURRICULARES
FRANCIELLE SOUZA PINTO

NASCIMENTO	18.06.1987- MARÍLIA/SP
FILIAÇÃO	Natanael Souza Pinto Maria Aparecida Iatecola Souza Pinto
2002/2004	Ensino Médio Colégio Objetivo
2009/2012	Curso de Graduação Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá - Universidade Estadual Paulista

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, em especial a memória do meu pai Natanael que me guiou e me iluminou nessa minha trajetória.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte da vida e da graça,
a minha mãe, que sempre me apoiou e se esforçou para que eu pudesse realizar o meu sonho, principalmente em momentos de dificuldade,

às minhas irmãs da república Tcheca, que tanto contribuíram para o meu crescimento pessoal, e pelo apoio nas horas boas e difíceis,

às minhas amigas Sabrina, Giovana, Mariane Peixoto, Laura e Natália pelo companheirismo durante esses anos de graduação, sempre me ajudando nas horas de dificuldade e sempre presentes nas minhas vitórias.

ao Pedro Brando pelo carinho, compreensão e companheirismo dispensados durante os anos de graduação,

aos meus amigos e colegas de classe, pela amizade, dedicação e incentivo,

às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação e presteza,

a engenheira Beatriz Vry e aos meus colegas de trabalho da empresa Alcoa pelas grandes ideias e pela contribuição direta ou indireta a este projeto,

ao meu orientador, Prof. Dr. Marcelo dos Santos Pereira pela orientação e contribuição a este trabalho.

“O único lugar que o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.”

Albert Einstein.

Pinto, F. S, **Estudo comparativo de fornecedor de piche**. 2012. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

RESUMO

Este presente trabalho visa desenvolver uma metodologia de análise sobre a viabilidade de um novo fornecedor de matéria prima, para a indústria de produção de alumínio de tecnologia Soederberg. Esta matéria prima é o piche, no qual será utilizado na fabricação de anodos para a cuba eletrolítica. O fornecedor a ser analisado é o Chemcoal de origem Ucraniana.

Desenvolvendo assim técnicas para uma análise completa, visando as propriedades químicas e físicas do piche, viabilidade econômica e os possíveis impactos causados no cliente final, sala de cubas, onde esses impactos poderão afetar a produção de alumínio, fator de escumagem, bubble noise, plasticidade do topo de anodo e consumo do anodo. Após o planejamento do teste que foi realizado em duas estratégias, para gerar uma maior rastreabilidade dos impactos, foram coletados os dados e em seguida foi feito um tratamento estatístico dos dados utilizando as ferramentas estatísticas do minitab para gerar uma maior confiabilidade dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: *piche, viabilidade, confiabilidade dos dados.*

Pinto, F.S, **Comparative study of pitch provider.** 2012. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

ABSTRACT

This present study aimed at developing a methodology for analyzing on the feasibility of a new supplier of raw materials, industrial of aluminum production technology Soederberg. This raw material is pitch, which will be used in the manufacture of anodes for the electrolytic pot. The supplier to be analyzed is the Chemcoal of Ukrainian origin.

Thereby developing techniques for a complete analysis, targeting the physical and chemical properties of pitch, economic feasibility and potential impacts on the client, potroom where these impacts may affect the production of aluminum, skimming factor, bubble noise, plasticity top anode and the anode consumption. After planning the test that was conducted on two strategies to generate greater traceability of impacts, data were collected and then it was made a statistical treatment of the data using statistical tools to generate the minitab greater reliability of results.

KEYWORDS: *pitch, feasibility, reliability of data.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Alumínio Primário	13
Figura 2-Alumina	14
Figura 4- Fluxograma do processo de redução do alumínio	18
Figura 5- Esquema da cuba eletrolítica Soederberg	19
Figura 6- Microestrutura do coque isotrópico e anisotrópico do coque, respectivamente.	23
Figura 7- Micrografias eletrônica e ótica da partículas de mesofase, respectivamente.	26
Figura 8- Ilustração dos efeitos da quantidade de ligante nos agregados.....	28
Figura 9- Propriedade anódica em função da quantidade de ligante na formulação.....	29
Figura 10- Estratégia de produção com 100% Chemcoal	32
Figura 11- Estratégia de Blendagem	33
Figura 12- Floabilidade 100% Chemcoal.....	35
Figura 13- Concentração de piche	35
Figura 14- Consumo de anodo – Cubas de teste	37
Figura 15- Consumo de anodo - Cubas de referência	37
Figura 16- Floabilidade da pasta com o piche blendado	38
Figura 17- Floabilidade da pasta proveniente do misturador 6	39
Figura 18- Análise estatística da produção de alumínio.....	41
Figura 19- Análise estatística da produção de alumínio antes da queima.....	41
Figura 20-Análise estatística da produção de alumínio depois da queima.....	42
Figura 21- Multi Vari Chart.....	42
Figura 22- Análise estatística do material escumado	43
Figura 23- Análise estatística do Bubble Noise.....	44
Figura 24- Análise estatística do Bubble Noise antes da queima.....	44
Figura 25- Análise estatística do Bubble Noise depois da queima.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Contaminantes do piche Chemcoal	34
Tabela 2-Densidade da pasta cozida com 100% Chemcoal.....	36
Tabela 3- Condição de topo 100%Chemcoal. Período: 20/04 a 19/06	36
Tabela 4- Condição de topo para as cubas teste 100% Gorlovka. Período: 7/03 a 3/04.....	36
Tabela 5- Densidade da pasta cozida com o piche blendado.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Motivação	12
1.1.1	A empresa	12
1.1.2	Alcoa unidade Poços de Caldas /Minas Gerais	12
1.1.3	Principais produtos da Alcoa Poços de Caldas/MG	13
1.2	Objetivo	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1.1	Fábrica de Pasta	19
2.1.2	Consumo do anodo	20
2.2	Pasta Anódica	21
2.3	Matérias Primas	21
2.3.1	Coque	22
3	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E METODOLOGIA	29
3.1	Material	29
3.2	Metodologia	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	RESULTADOS	33
4.2	DISCUSSÃO	45
5	CONCLUSÕES	46
6	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

Um modelo clássico de relacionamento entre empresa-fornecedor baseia-se na análise de preços, prazo de entrega e qualidade do produto, feitas através de inspeções qualitativas e quantitativas.

A necessidade de um processo de desenvolvimento de fornecedor se faz imprescindível visto que se mal elaborado pode causar sérias consequências de qualidade no produto final, gerando gastos elevadíssimos, como por exemplo, os recalls feitos pelas montadoras.

Primeiramente é importante determinar qual o desempenho esperado do fornecedor, a empresa deve ter uma comunicação verdadeira a respeito do seu desempenho, devem-se criar critérios objetivos para os quesitos a serem avaliados, pois os resultados devem ser comunicados de modo que haja ações conjuntas de melhoria.

Uma empresa que busca alcançar altos índices de satisfação necessita de fornecedores a sua altura, e este deve estar alinhado com sua estratégia ou então se pode ter impactos negativos durante o processo de fornecimento.

Alcoa, uma das líderes mundiais na produção de alumínio, se destaca pelo seu desempenho e capacidade estratégica em tratar questões de avanço tecnológico, e com essa motivação a equipe de engenharia de processo do eletrodo desenvolveu uma metodologia de avaliação de viabilidade de novo fornecedor de matéria prima.

Ao desenvolver essa metodologia de viabilidade de fornecedor teve o objetivo de buscar os requisitos- propriedades físicas e químicas, perda da matéria prima, impacto ambiental, impacto no produto final e o possível impacto financeiro.

1.1 Motivação

1.1.1 A empresa

A descoberta do processo de fabricação de alumínio pelo americano Charles Martin Hall ocorreu em 23 de Fevereiro de 1886 quando ele tinha apenas 22 anos, permitindo que sua fabricação se tornasse economicamente viável.

Alguns anos após esta descoberta, Charles Martin Hall fundou a Alcoa Inc. Com isso, a história da companhia se confunde com a própria história do metal, atingindo todas as partes do mundo com seus produtos. A Alcoa é uma das três maiores empresa de alumínio no mundo (www.alcoa.com.br).

1.1.2 Alcoa unidade Poços de Caldas /Minas Gerais

Em 1965, a Alcoa desembarcou no Brasil, mais especificamente, em Poços de Caldas, onde fundou a primeira unidade no país. Inicialmente denominada Alcominas, a Fábrica de Poços de Caldas entrou em operação em 1970, colaborando para que a cidade se tornasse um importante polo de desenvolvimento do Sul de Minas Gerais. Em suas quatro unidades de produção integradas – Mineração, Refinaria, Redução e Fábrica de Pó de Alumínio – são produzidas aluminas calcinadas e hidratadas, metal na forma líquida, tarugos, lingotes e alumínio em pó - fabricado apenas no Brasil, entre todas as unidades da Alcoa na América Latina.

Cerca de 52% da alumina fabricada é utilizada na produção do metal. Os outros 48%, na forma de hidrato e alumina, são direcionados às indústrias de sulfato de alumínio, papel, dióxido de titânio, polimento de lentes e metais, aluminatos de sódio, retardantes de chama, fabricação de vidros, pigmentos, produtos refratários, cerâmicos, abrasivos e eletrofusão, entre outros segmentos. O metal é comercializado nos mercados nacional e internacional.

O alumínio em pó (destinado aos setores de refratários, metalurgia e químicos) é comercializado no mercado interno e também exportado para o Japão, Europa, Estados Unidos e MERCOSUL. A unidade produz, ainda, o alumínio em pó fino, utilizado na fabricação de pigmentos para a indústria automotiva e de equipamentos eletrônicos.

Em 2005, devido à localização estratégica, mão de obra qualificada e valores competitivos, Poços de Caldas recebeu mais uma unidade de negócios da Alcoa: o GBS (Global Business Services), que centraliza em uma única estrutura serviços administrativos e financeiros (www.alcoa.com.br).

1.1.3 Principais produtos da Alcoa Poços de Caldas/MG

- *Alumínio líquido*



Figura 1-Alumínio Primário

A Alcoa, por meio de sua unidade em Poços de Caldas, comercializa alumínio primário e ligas especiais feitas sob encomenda na forma líquida. O material é transportado em recipiente especial, chamado “cadinho”, desenvolvido a fim de garantir o transporte em longas distâncias, com segurança e qualidade.

Esse tipo de material proporciona grandes vantagens aos clientes da Alcoa, pois há considerável economia de energia, já que elimina a etapa de refusão dos lingotes. Além dos benefícios provenientes de redução de estoque, as entregas de alumínio líquido são feitas sob rigoroso controle logístico (www.alcoa.com.br).

Lingote

A Alcoa fabrica lingotes de alumínio (barra de metal fundido), entre alumínio primário e ligas especiais, sob encomenda, em dois diferentes formatos.

Composições:

Alumínio primário de diversos níveis de pureza.

- Ligas de alumínio silício.
- Ligas alumínio cobre.
- Ligas alumínio magnésio.

Tarugo

A Alcoa produz tarugos de alumínio com tecnologias conceituadas e padrão de qualidade internacional. Esses materiais, que posteriormente são utilizados na fabricação de perfis extrudados de alumínio, podem ser encontrados em diferentes comprimentos, diâmetros, ligas e tratamentos térmicos(www.alcoa.com.br).

- *Alumina hidratada e calcinada*



Figura 2-Alumina

Hidróxido de Alumínio (ou Aluminas hidratadas)

O hidróxido de alumínio é produzido industrialmente por meio de dissolução, em soda cáustica e recristalização da gibbsita, contida na bauxita pelo processo Bayer. Suas partículas constituem-se de aglomerados de cristais primários, que se formam durante a etapa de recristalização. Por se tratar de um material sintético, o hidróxido de alumínio apresenta elevada pureza, consistência química e granulométrica, particularmente quando comparado com outras matérias-primas de origem natural(www.alcoa.com.br).

Óxido de Alumínio (ou Aluminas calcinadas)

É produzido industrialmente por meio da calcinação do hidróxido de alumínio, obtido a partir da purificação da bauxita. Por se tratar de um material sintético, o óxido de alumínio apresenta elevada consistência química e granulométrica, particularmente quando comparado com as fontes naturais de óxido de alumínio (www.alcoa.com.br).

- ***Pó de Alumínio***



Figura 3- Pó de Alumínio

A Alcoa é líder mundial no fornecimento de pó de alumínio. A produção do pó de alumínio é realizada por meio do processo de atomização, desenvolvido pela Alcoa, utilizando seu próprio alumínio líquido. Essa tecnologia garante altos índices de qualidade ao produto e estabilidade no processo. O produto é apresentado em várias faixas granulométricas (padronizadas ou sob consulta específica) e purezas (percentual de alumínio e outros metais), de acordo com as necessidades dos clientes. O pó de alumínio pode ser caracterizado quanto à sua morfologia - em pó nodular ou esférico - e também podem ser recobertos ou classificados. O produto chega aos clientes em dois tipos de embalagens: “big bag” ou tambor. A produção da unidade de Poços de Caldas-MG atende os mercados interno e externo em diferentes segmentos: refratários, pigmentos para indústria automobilística, metalurgia, produtos químicos, alumina termia, explosivos, combustíveis sólidos para mísseis e naves espaciais, entre outros. A fábrica de pó de alumínio em Poços de Caldas é a única da América

Latina habilitada na classificação e oferta de pós extremamente finos, com granulometrias abaixo de 10 μm (www.alcoa.com.br).

1.2 Objetivo

O piche eletrolítico, obtido a partir da destilação do alcatrão de carvão mineral, é utilizado na fabricação de anodos como aglomerante das partículas de coque. O produto tem que atender a especificações rígidas para a indústria do alumínio, sendo fornecido não na forma líquida, como é mais conhecido, mas na forma sólida, o chamado piche “pencil”. Isto deve à grande distância em que a Alcoa se encontra dos principais produtores. O piche consumido pela Alcoa é fornecido por empresas internacionais. Com sinergia da oscilação do mercado internacional, considerando as oscilações econômicas e de qualidade de fornecedores com o aumento do controle da qualidade final da pasta anódica a Alcoa unidade de Poços de Caldas objetiva a viabilidade de novos fornecedores de matéria prima e de possíveis impactos causados pela nova inserção do material.

Sendo assim este presente trabalho tem como principal objetivo verificar os impactos e a viabilidade da utilização do piche Chemcoal (fornecedor de origem Ucrâniana) no processo da fábrica de pasta e consumo na Sala de Cubas. Para maior confiabilidade dos resultados foi realizado análises laboratoriais antes do início da produção da pasta anódica com o novo fornecedor de piche, onde foi avaliado a perda em massa, IQ (Insolúvel em Quinolina), IT (Insolúvel em Tolueno), resina beta e ponto de amolecimento antes e após o derretimento. E para garantir o rastreamento foram controlados as variáveis de processo na fábrica de pasta e na sala de cubas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Introdução à tecnologia Soderberg

De acordo com o catálogo da ABAL, Associação Brasileira de Alumínio, 2010:

Os principais componentes de uma fábrica de alumínio primário com tecnologia Soderberg são:

- Áreas de recepção e expedição de matérias-primas e de produtos acabados;
- Fábrica de pasta eletródica onde são preparados e misturados piche e coque para fazer briquetes, que são destinados a formar o anodo da cuba, através do cozimento in-situ (Soderberg);
 - Redução - uma ou mais linhas de cuba onde a alumina (Al_2O_3) é reduzida para alumínio em um banho de criolita fundida (Na_3AlF_6) – Processo Hall- Heròuld;
 - Fundição - unidade onde o alumínio é reaquecido e purificado, sendo suas características modificadas para atender a diferentes especificações, e onde ele é moldado em formas sólidas, incluindo placas, lingotes e tarugos, ou transportado em um estado fundido;
- Área de serviços auxiliares onde estão localizados:
 - Subestação – onde um retificador converte corrente alternada (AC) para a corrente contínua (CC) a ser utilizada no processo de redução;
 - Sala de caldeiras para fornecimento de calor para a fábrica de pasta e pré-aquecimento do óleo combustível eventualmente usado na área de fundição;
 - Instalações para manutenção de equipamentos utilizados no processo de produção;
 - Almoxarifado para armazenamento de insumos e peças sobressalentes;
 - Laboratório para controle da qualidade de matérias-primas, produtos e controle ambiental.

Uma linha de cubas para redução de alumina é normalmente instalada em um ou dois longos e estreitos edifícios chamados sala de cubas, ou sala de fornos. Uma linha de cubas é composta por de uma série de cubas eletrolíticas ligadas eletricamente em série e conectadas

ao sistema de retificação de corrente, de onde recebe o fornecimento de energia elétrica a ser usado no processo eletrolítico.

As cubas são colocadas lado a lado, ou uma após a outra, em uma ou mais fileiras, na sala de cubas.

As cubas geram grande quantidade de calor e, conseqüentemente, as salas de cubas são ventiladas para manter condições de trabalho adequadas e para proporcionar o funcionamento das cubas.

Normalmente, esta ventilação entra pelas laterais das salas de cubas e sai através de aberturas no telhado (lanternim). Esta ventilação é a principal fonte de emissões das salas de cubas.

Periodicamente, o alumínio é retirado da cuba por um processo chamado "corrida", ou sinfonamento, e transferido, ainda fundido, para a fundição, em cadinhos. Lá ele é colocado em um forno de espera onde são adicionados outros elementos de ligas (ferro, silício, magnésio e manganês) e fluxantes (geralmente com cloro e argônio), para remover as impurezas. A liga de alumínio, ainda fundida, é diretamente refrigerada e moldada em lingotes, tarugos ou placas.

Fluxograma do processo de redução de alumínio em plantas com tecnologia Soederberg.

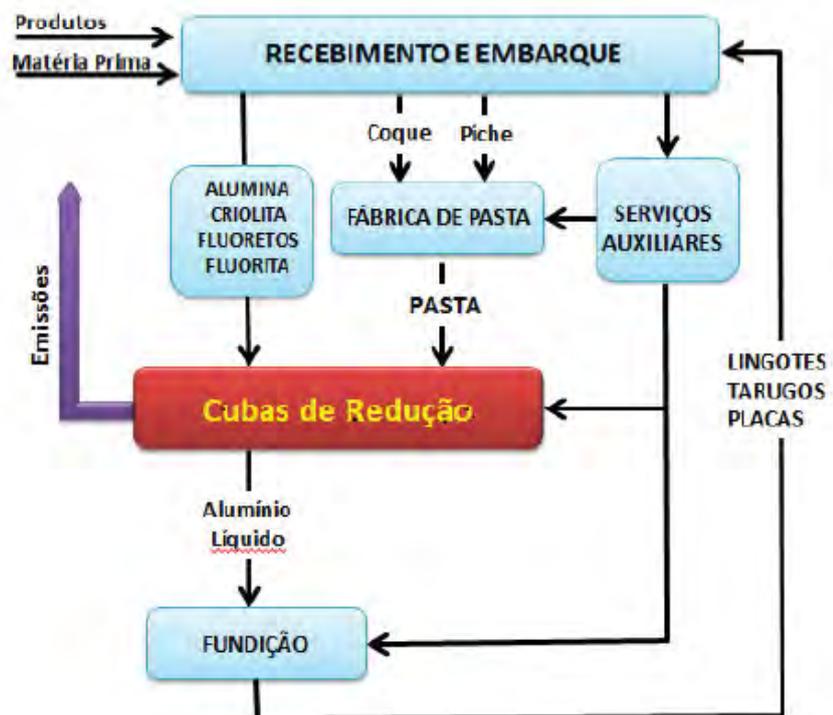


Figura 4- Fluxograma do processo de redução do alumínio

2.1.1 Fábrica de Pasta

A Fábrica de Pasta é a unidade de produção de pasta anódica na forma de briquetes que são fornecidos para a área de Redução de alumínio na alimentação de anodo das cubas eletrolíticas Soederberg da unidade Alcoa Poços de Caldas.

Os anodos Soederberg são grandes blocos carbonáceos monolíticos, que à medida que vão sendo reduzidos devido ao consumo, são alimentados pelo topo de forma a eliminar a necessidade de reposição de anodos e manter constante as dimensões dos mesmos. Estes tipos de células eletrolíticas utilizam do próprio calor proveniente da cuba para “cozinhar” a pasta anódica, formando o anodo (Hulse,2000).

O esquema das cubas de tecnologia Soederberg é ilustrado na figura 5 abaixo

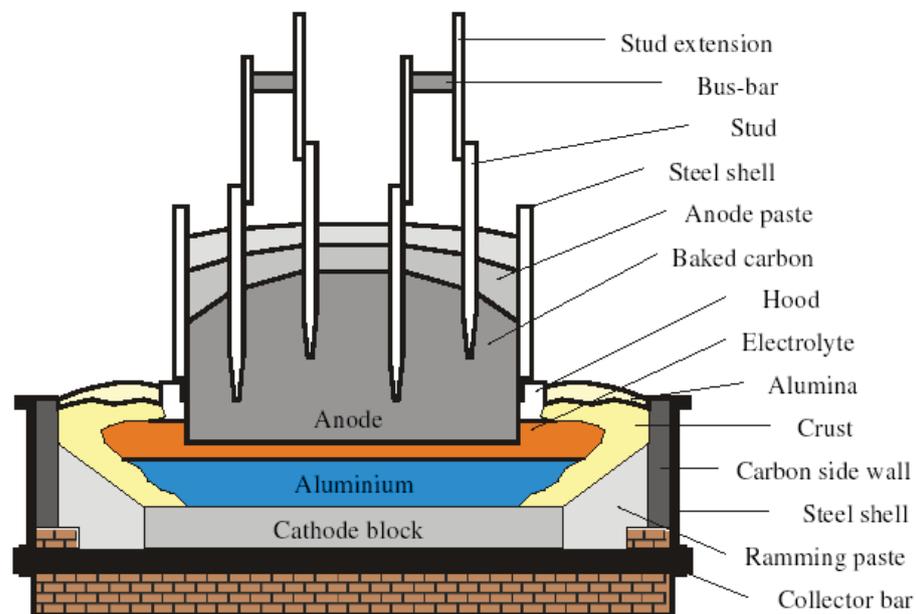


Figura 5- Esquema da cuba eletrolítica Soederberg

As principais propriedades que os anodos devem apresentar são:

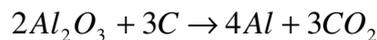
- Alta densidade – baixa permeabilidade;
- Alta resistência à oxidação – minimiza o excesso de consumo de carbono;
- Boa resistência mecânica – garante integridade tanto estrutural;
- Baixa resistividade elétrica – maior eficiência de corrente;

- Alta pureza – evita contaminação de alumínio líquido e alto consumo de carbono;
- Alta resistência ao choque térmico – previne a quebra do anodo;

A qualidade final do anodo, porém, é definida como o ponto ótimo entre os custos de produção (considerando as matérias-primas, a infraestrutura e a produção) com as melhores características do anodo em operação.

2.1.2 Consumo do anodo

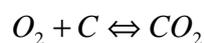
O principal consumo do anodo ocorre na redução da alumina (Al_2O_3) pelo carbono na obtenção de alumínio metálico. Este processo é conhecido como Hall-Heroult, que se refere ao nome dos cientistas que o desenvolveram. A equação de redução é expressa:



Teoricamente, o limite mínimo necessário de consumo de carbono para produção de alumínio metálico é de 334 kg de carbono por tonelada alumínio (kg C/ton. Al). No entanto, na prática o consumo total de anodo consumido é maior devido a reações secundárias que ocorrem simultaneamente à redução. Estas são identificadas como:

Airburn

Reação entre o oxigênio com o carbono do anodo na superfície do anodo exposto ao ar (basicamente no topo e nas laterais). A reação exotérmica produz CO_2 entre temperaturas de 300 – 400°C, segundo:



O airburn é limitado em algumas zonas da cuba pela precária concentração de oxigênio. Impurezas podem catalisar a reação, atuando como aceleradores da reação (como níquel, vanádio e sódio) ou inibidores (como enxofre).

Oxidação por CO_2

Reação endotérmica entre dióxido de carbono (CO_2) com carbono, gerando monóxido de carbono (CO), segundo a equação:



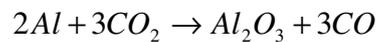
Esta se dá preferencialmente na base do anodo, ocorrendo dentro dos poros do anodo imerso e na interface do anodo com os gases CO₂ emitidos no processo.

Oxidação seletiva

Decorrente de um diferencial de reatividades entre as diferentes fases do coque. Ocorre pela oxidação do anodo na interface eletrolítica.

Reação Inversa

Reação do alumínio metálico obtido pela reação principal com o dióxido de carbono decorrente do processo, através de:



O que gera redução na eficiência de corrente, afetando a produção final.

Além das reações acima ocorre também aumento do consumo de carbono devido ao desprendimento de pedaços do anodo. Estes são obrigatoriamente retirados por escumagem, pois ficam sobrenadando o banho eletrolítico, não são consumidos e atrapalham a operação.

Os carbonos de escumagem, como são conhecidos, provém basicamente, dos efeitos de choque térmico, de impacto mecânicos, efeito anódico e procedimentos operacionais incorretos.

2.2 Pasta Anódica

A qualidade do anodo é função das características da pasta anódica que alimenta a cuba. A pasta anódica, por sua vez, é influenciada pelas características das matérias-primas, da formulação, os processos de fabricação e dos equipamentos utilizados (Keller and Fisher 1992).

2.3 Matérias Primas

A produção de pasta anódica utiliza de duas matérias-primas apenas:

- Coque: responsável por compor o agregado seco;
- Piche: material ligante;

2.3.1 Coque

O coque verde de petróleo – CVP – é um produto sólido, obtido a partir do craqueamento de óleos residuais pesados em unidades de conversão de resíduos denominadas unidades de craqueamento retardado (UCR). Nesses locais é feita a destruição de resíduos da destilação de petróleo com o objetivo de obtenção de derivados claros. O CVP tem uma estrutura amorfa fraca com tipicamente entre 8 – 12% de material volátil (Hume 1993).

O CVP passa por calcinação para adquirir qualidades necessárias ao uso em eletrodos. Na calcinação, o coque de petróleo é tratado termicamente em temperaturas de ~1250°C. Com isso, se alcança resistência suficiente para manuseio, reduz o índice de contração e cria estrutura de poros que é acessível ao ligante (Perruchoud 1998).

As propriedades do coque calcinado, como resistência mecânica e densidade, são dependentes da temperatura, tempo e pressão do forno de craqueamento. A calcinação é responsável pela remoção de impurezas e materiais voláteis (hidrogênio, metano e alcatrão), o que garante melhor qualidade ao produto final (Hume 1993).

A influência do coque nas propriedades do anodo é dependente da estrutura, da porosidade, da resiliência e das impurezas presentes.

Estrutura

A microestrutura do coque é fortemente influenciada pelo grau de calcinação do CVP. A estrutura cristalina pode ser caracterizada pelo tamanho dos grãos e dos poros, características que, em última instância afetam a quantidade de ligante necessário para se atingir propriedades específicas (Hellem 1993).

O coque comercial pode ser isotrópico, anisotrópico ou mistura de ambos, figura 6. O isotrópico apresenta-se como um arranjo de lamelas empacotadas, enquanto o anisotrópico tem lamelas paralelas de maior ordenamento. As etapas de quebra e moagem são mais difíceis com o coque isotrópico por apresentar estrutura com poros e grãos menores, além de se obter distribuições granulométricas mais finas. Os finos, quando produzidos em largas quantidades, podem gerar problemas operacionais na planta.(Hellem 1993).

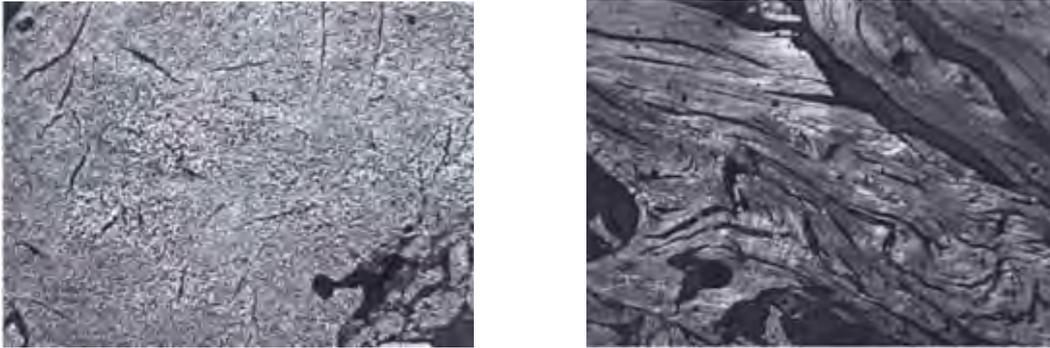


Figura 6- Microestrutura do coque isotrópico e anisotrópico do coque, respectivamente.

- ***Porosidade***

Os poros são resultados da eliminação de voláteis na calcinação. A porosidade é classificada segundo os poros abertos e fechados. Os poros abertos são interconectados com a superfície do material ou com poros internos; são estes que estão disponíveis para preenchimentos pelo ligante. Os poros fechados são vazios localizados dentro dos grãos e são inacessíveis, prejudicando a densidade final do material. Para anodos, é adequado que o coque apresente mais poros abertos do que fechados (Fischer and Perruchoud 1985).

A porosidade tem influência na estabilidade do coque (mais poros, maior fragilidade de grãos), na densidade aparente (decrece com o aumento de poros) e na molhabilidade (mais poros, maior a quantidade de ligante necessária, maior custo de produção) (Washburn 1921).

A porosidade diminui com redução do tamanho de partículas. Além disso, quanto menores os grãos, menor o tamanho dos poros residuais (Washburn 1921).

- ***Resiliência***

Resiliência é definida como expansão observada do material na direção de aplicação oposta da força após desmoldagem. A resiliência afeta a habilidade de compactação e densificação da pasta no anodo. Alta elasticidade do coque promove alta elasticidade do anodo que causa laminações e trincamentos no bloco anódico, aumentando resistividade elétrica e reduzindo resistência mecânica à flexão (Perruchoud 2000).

A resiliência do coque aumenta com a concentração de enxofre presente e com aumento da finura dos finos na formulação (Perruchoud 2000).

- ***Impurezas***

A concentração de álcalis e alguns metais pesados modificam a química das reações de consumo de anodo, na maioria das vezes acelerando-as. Os principais elementos que têm influência no processo é o vanádio, enxofre, sódio e o cálcio (Hume 1993).

Via de regra, as reações de oxidação por ar ou CO₂ são catalisadas com o aumento de concentração do vanádio, sódio e cálcio. No entanto, mantido estes em valores constantes, tem-se que o aumento de enxofre diminui a reatividade, diminuindo o consumo excessivo de anodo na produção de alumínio (Hume 1993).

2.3.2 Piche

Piche é uma mistura complexa de compostos aromáticos policíclicos e heterocíclicos com grupos funcionais e alifáticos ligados aos anéis. Elementos básicos são carbono e hidrogênio (Branscomb 1996).

O piche utilizado na manufatura de anodos é obtido a partir da destilação a altas temperaturas do alcatrão de carvão ou resíduos de petróleo. Na destilação do alcatrão gera-se uma série de óleos leves (benzeno, tolueno, ácidos e bases de alcatrão), óleos pesados (cri seno, antraceno, pireno, naftaleno e metilnaftaleno) e o piche. A proporção de alcatrão para piche é de 2:1, ou seja, 1 tonelada de alcatrão produz 500 kg de piche (Branscomb 1996).

O piche comercialmente é encontrado no estado sólido ou líquido, e as principais características que o define são:

- ***Ponto de Amolecimento – PA (°C)***

Descreve a mudança do piche do estado sólido para o estado líquido e tem correlação com a viscosidade. O piche não possui temperatura de fusão, mas uma faixa de temperaturas de grande redução de viscosidade. O ponto de amolecimento muitas vezes é chamado de Temperatura METTLER devido à referência a marca do equipamento de ensaio (Turner 1993).

Aumento no PA é acompanhado por aumento do índice de aromaticidade do piche (razão entre C/H), da densidade e do carbono fixo, que além de beneficiar a qualidade do anodo (Turner 1993).

- ***Carbono Fixo***

Propriedade de maior influência na qualidade do anodo. Representa a porcentagem em peso de carbono residual de piche retido após cozimento, ou seja, a quantidade piche que sofre coqueificação. Na coqueificação, grande parte da massa é perdida em forma de voláteis, e o carbono fixo restante é responsável pela formação da ligação entre as partículas (Nair 1978).

Com o aumento do carbono fixo, maior o desenvolvimento de ligações entre as partículas, obtendo-se maior densidade aparente, maior resistência mecânica e contribuindo para redução da resistividade elétrica (Nair 1978).

- ***Insolúveis de Quinolina (IQ)***

Os insolúveis de quinolina são divididos em primário e secundário.

IQ Primário

Formados nos fornos de coqueificação pela reação a altas temperaturas entre os voláteis de carvão que são carregados juntos com o alcatrão. Estas partículas são geralmente esféricas.

As propriedades dos anodos podem se deteriorar com tanto alto quanto baixos valores de IQ. Piches com alta quantidade de IQ apresentam alto carbono fixo, mas também alta viscosidade, resultando em baixa molhabilidade do piche no agregado. Aparentemente o IQ não realiza ligações diretas com o ligante, porém melhora a qualidade de anodo indiretamente com o aumento na desordem estrutural. Os piches que tem melhor desempenho possuem IQ entre 6 – 10% (Pace 1995).

IQ Secundário ou mesofase

A mesofase é decorrente do tratamento térmico realizado no piche ou alcatrão enquanto estes se encontram na fase líquida. Fase com macromoléculas planares altamente orientadas, gerando cristais líquidos esféricos, imiscíveis com o restante do piche e visíveis ao microscópio ótico de luz polarizada, figura 4 (Pace 1995).

Durante a mistura estas fases são destruídas, porém passam a revestir os grãos dos agregados presentes. Na posterior etapa, de aquecimento, as partículas de mesofase voltam a se ordenar causando grande contração na matriz em que se inserem, formando trincas interfaciais que fragilizam o material. Todavia, a presença de IQ primário restringe o crescimento e coalescência da mesofase, promovendo a nucleação homogênea do composto na matriz. Dessa forma a contração fica distribuída aleatoriamente acarretando em trincas menores com pequena influência na resistência do anodo (Pace 1997).

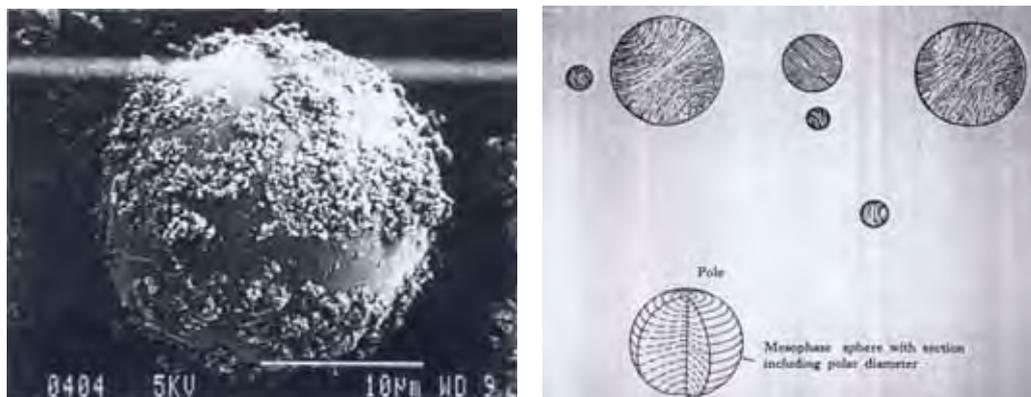


Figura 7- Micrografias eletrônica e ótica da partículas de mesofase, respectivamente.

- ***Insolúveis de Tolueno (IT)***

Parâmetro necessário para determinação da quantidade de resina beta presente no piche.

- ***Resina Beta***

De acordo com Pace 1997, a resina beta são as macromoléculas que conseguem se polimerizar e tornar o coque ligante entre as partículas. Representam a fração colante de piche que forma ligações sólidas de piche coqueificado com os agregados de coque. Quantificada pela diferença entre o IT e o IQ, ou seja, igual a $IT - IQ$.

A resina beta é responsável por uma variação volumétrica positiva na pasta devido à criação de macroporos (inchaço), que compensa a contração natural da mesma, evitando a formação de trincas e aumentando qualidade do anodo.

2.4 Formulação

No processo de elaboração e estudo da formulação da pasta anódica considera-se a interação entre o ligante e os agregados.

2.4.1 Matriz Ligante

De acordo com Hulse 2000, as principais características e propriedades do ligante são alta aderência e ligação com os agregados, boa molhabilidade, alto carbono fixo ampliando a estrutura do coque, baixo custo, disponível em grandes quantidades, baixa quantidade de impurezas e cinzas, suave emissão de voláteis durante cozimento, formador de uma matriz resistente à oxidação.

Além das características acima, o piche de alcatrão de carvão é a escolha das indústrias de alumínio, principalmente, devido à alta pureza e a aceitável ligação dos constituintes químicos, devido ao alto carbono fixo.

A função do piche, como matriz ligante, é unir as partículas dos agregados de forma a produzir um bloco único com boa qualidade anódica. Isto é alcançado pelo molhamento e lubrificação das partículas de coque com preenchimento parcial dos poros e defeitos dos agregados.

O piche é adicionado à formulação apenas na mistura, onde ele deve estar ajustado para melhor atender as propriedades da pasta anódica. A quantidade de ligante varia de acordo com a metodologia do processamento, da característica do piche, da área superficial dos agregados e da distribuição de tamanho de partículas. No entanto, a quantidade ideal seria aquela em que o efeito de capilaridade do ligante com os agregados é suficiente para aproximar ao máximo as partículas. A figura 8 abaixo demonstra o ponto ótimo de piche necessário.

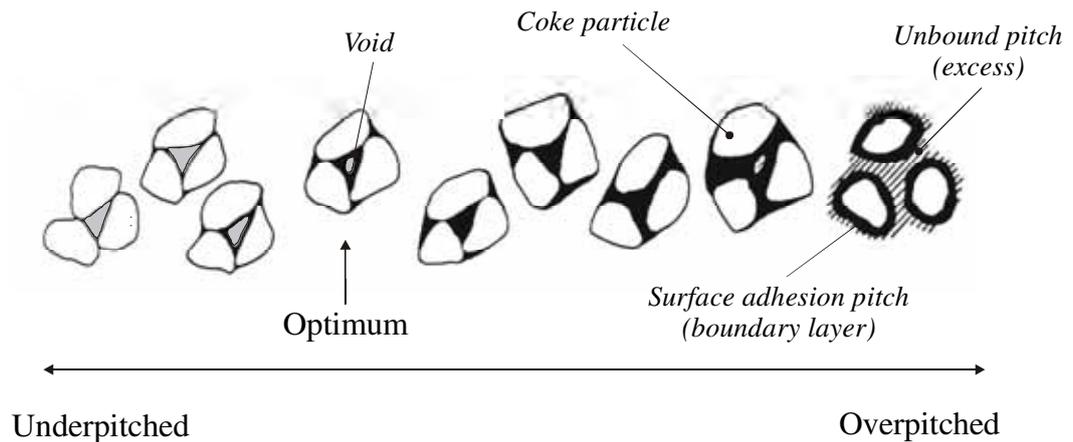


Figura 8- Ilustração dos efeitos da quantidade de ligante nos agregados

No excesso de piche (overpitching) a interação entre partículas é hidrodinâmica e os contatos têm alta lubrificação, causando a alta eliminação de voláteis e até o colapso do anodo. Já na falta de piche (underpitching) a interação das partículas se dá por fricção, levando ao aumento da porosidade do anodo, ocasionando baixas propriedades mecânicas, densidade aparente e resistência à oxidação, além de aumentar a resistência elétrica.

A capacidade de molhamento do piche é função da tensão superficial, ângulo de contato, viscosidade, IQ primário e secundário. Estes parâmetros têm relação íntima com a temperatura, especialmente o ângulo de contato e a viscosidade. Valores baixos de molhabilidade evitam que o ligante penetre por entre os vazios da estrutura, densificando-a. No entanto, valores muito altos também não são interessantes ao processamento, pois a mobilidade do ligante pelos agregados é elevada o que não confere estabilidade a formulação final.

Comercialmente o piche é encontrado na forma líquida ou sólida. No entanto, a experiência industrial internacional (RDC 3223) mostrou que com o uso de piche líquido há a redução de 1% de ligante na formulação, melhoria na qualidade de anodo e otimização nas condições de mistura.

A figura 9 mostra a variação da qualidade anódica em função da porcentagem de piche na formulação.

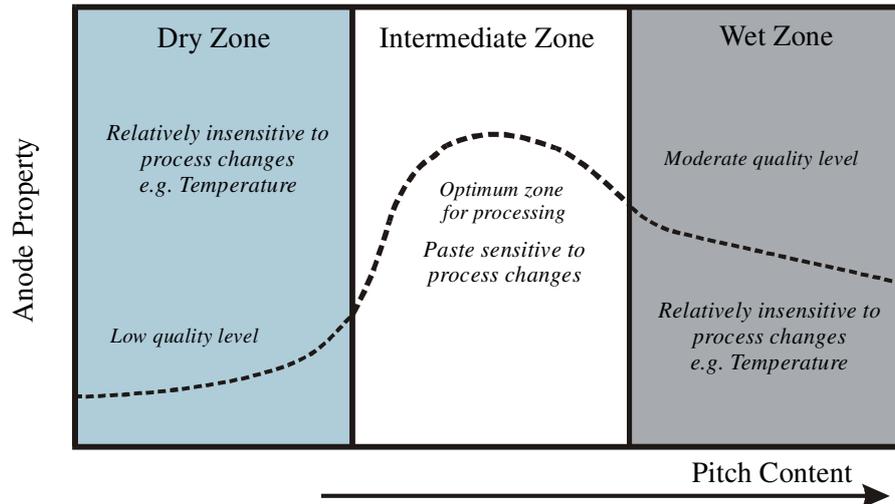


Figura 9- Propriedade anódica em função da quantidade de ligante na formulação

3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL E METODOLOGIA

3.1 Material

Para realização deste trabalho a Alcoa disponibilizou o software de análise estatística Minitab, para o tratamento dos dados.

As análises dos contaminantes do piche foram realizadas no laboratório central da Alcoa unidade de Poços de Caldas/MG e as análises de densidade cozida da pasta no laboratório da Alcoa unidade de Deschambault no Canadá.

3.2 Metodologia

O teste foi organizado da seguinte maneira

3.2.1 Recebimento do Lote pela Vitória Química

Data do recebimento do piche na Vitoria Química: jan/2012

Volume total do piche na Vitória Química: 343 ton.

Data da Visita à Vitória Química: 13/02/2012

Foram repassadas instruções referentes à identificação dos lotes do piche Chemcoal e segurança, com a finalidade de garantir a idoneidade do teste à equipe da Vitória Química.

A Vitória Química é a empresa responsável por receber o piche na forma sólida e derreter o mesmo de acordo com as especificações exigidas pela Alcoa.

Antes do envio do material, fez-se uma notificação técnica ao fornecedor pela equipe da Fábrica de Pasta a fim de garantir o cumprimento das instruções de identificação do lote e acompanhar o processo de derretimento do mesmo. Em relação à identificação dos “big bags” do piche Chemcoal, os pallets encontravam-se envolvidos em plástico, e por consequência da falta de exposição direta com o ar, houve um acúmulo de água. Para evitar maiores problemas com a umidade foi sugerido uma drenagem dessa água acumulada.

Foi realizada uma amostragem do piche sólido a fim de avaliar o IQ, IT, Resina Beta e Ponto de Amolecimento do piche.

3.2.2 Sistema de Controle da Fábrica de Pasta

A Fábrica de Pasta deve estar sob controle para a realização do teste e monitoramento das alterações de coque e piche durante e após o processo de mistura.

As variáveis de controle da Fábrica de Pasta incluem:

- Distribuição granulométrica do agregado seco;
- Pesagem do agregado e piche;
- Controle de nível dos silos de armazenamento;
- Temperatura do piche;
- Temperatura final de mistura;
- Tempo final de mistura;
- Floabilidade da pasta;
- Densidade da pasta verde (GAD);

3.2.3 Teste em laboratório

O teste de desempenho de pasta usando o piche Chemcoal deve ser realizado para avaliar as propriedades de pasta cozida.

As análises incluem:

- Baked Apparent Density;
- Electrical Resistivity;
- Air Permeability;
- Air Reactivity;
- CO₂ Reactivity;

3.2.4 Teste na Planta (Sala de Cubas)

As variáveis a serem monitoradas durante o teste estão listadas abaixo:

- Produção alumínio;
- Bubble noise;
- Perda Anódica;
- Consumo de anodo (teste cobre);
- Escumagem;

Estratégia 1. Produção com 100% de piche Chemcoal

Volume do lote do piche para o teste: 60 Ton.

Este piche será armazenado no tanque 253 A.

Será feita uma amostragem especial de piche das carretas para acompanhamento das propriedades (IQ, IT, resina beta e PA) após o derretimento.

Número de Cubas: 4

Linha: 1

Cubas selecionadas para adição de Cobre: 105 a 108.

Cubas selecionadas para adição de Cobre como referência: 118 e 119.

Fator de consumo plano: 0,515 kg/ton. Al.

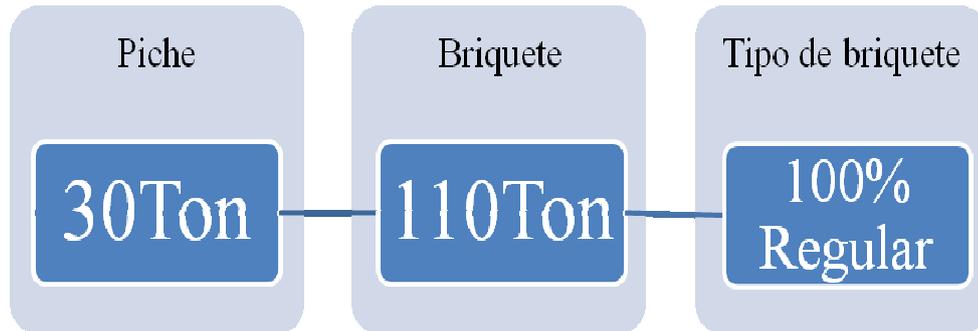


Figura 10- Estratégia de produção com 100% Chemcoal

A produção foi feita de acordo com a necessidade de consumo para facilitar os ajustes de alvo de floabilidade, concentração de piche. Ao longo do processo de produção o máximo de misturas foi amostrado e tiveram sua floabilidade mensurada com o alvo de 150%, e com o percentual de piche fixo programado de 27,0% no primeiro teste e 27,2% no segundo teste para acompanhamento da resposta no topo e dar suporte à tomada de decisão.

Após a primeira carga do material nas cubas teste, adicionou-se cobre em 2 cubas teste e em outras 2 cubas para referência na linha. Para isso, fez-se a adição de 8 kg de uma liga de cobre (75%) no centro da superfície superior do anodo e, após um período de 85 dias, será iniciada a amostragem diária de metal destas cubas para rastrear a elevação do teor de cobre. Estes resultados serão plotados em um gráfico corrido, sendo que a amostra que o valor máximo de concentração de cobre corresponderá à chegada desta região do anodo à zona de queima.

Para que a confiabilidade do teste seja a melhor possível garantiu-se que a estocagem do briquete fosse devidamente separada. Além disso, foram realizadas auditorias de adição de briquete e inspeção de condição de topo.

Início da Adição: 20 de abril de 2012

Início da Queima (previsão com ciclo de 105 dias): julho/2012

Estratégia 2. Produção com 70% OCI e 30% Chemcoal

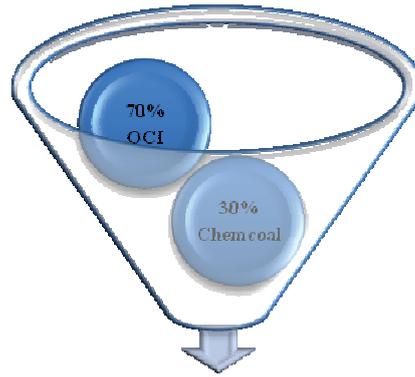


Figura 11- Estratégia de Blendagem

Com os resultados laboratoriais satisfatórios, realizou a blendagem do piche base OCI com o Chemcoal com uma proporção de 70% / 30%, respectivamente. Piche para a produção de briquete para uso em 98,6% das cubas da sala de cubas.

Início da adição: 22 de abril de 2012.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS

Abaixo se encontram os resultados das análises do piche Chemcoal feitas pelo Laboratório Alcoa e pelo próprio fornecedor, comparado à sua especificação:

Laboratório	Unidade de Medida	Valores Típicos Alcoa 2012	Piche Chemcoal		
			Alcoa	Chemcoal	Especificação Chemcoal
Ponto de Amolecimento	C	113,8	115,0	114,0	112 - 116
Cinzas	%	0,18	0,10	0,14	Máx. 0,3
IQ	%	7,4	9,4	10,6	4 - 8
IT	%	28,6	31,9	32,4	29 – 35
Resina beta	%	21,2	21,5	21,8	Min. 25
S	%	0,53	0,60	0,60	Máx. 0,9
Si	ppm	180	86	99	Máx. 200
Mn	ppm	2,2	2,8	2,0	
Ni	ppm	0,17	0,30	0,10	
V	ppm	0,27	0,40	0,20	
Ca	ppm	28	33	34	
Na	ppm	180	111	127	Máx. 200
Fe	ppm	176	130	134	Máx. 300
P	ppm	-	-	-	Máx. 10

Tabela 1-Contaminantes do piche Chemcoal

Após a realização da análise comparativa dos resultados laboratoriais do fornecedor e da Alcoa, com a exceção do IQ que apresentou resultado diferente do acordado com o fornecedor, os demais resultados encontram-se dentro da especificação. Com base nesta informação e no custo inferior deste piche (aprox. 90 US\$ menor que o piche usado como base no processo de fabricação da pasta anódica), optou-se pelas seguintes estratégias de uso deste material.

Estratégia 1. Produção com 100% de piche Chemcoal:

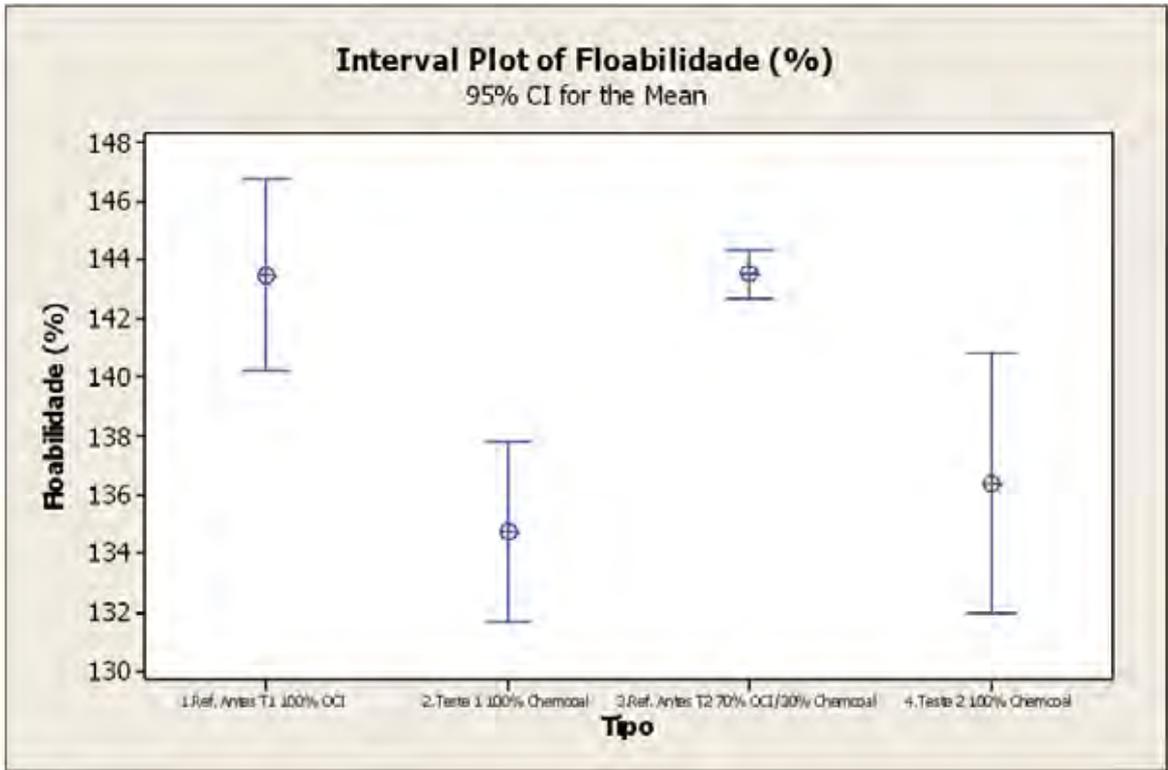


Figura 12- Floabilidade 100% Chemcoal

Onde se pode observar que houve uma queda significativa na floabilidade em ambos os casos.

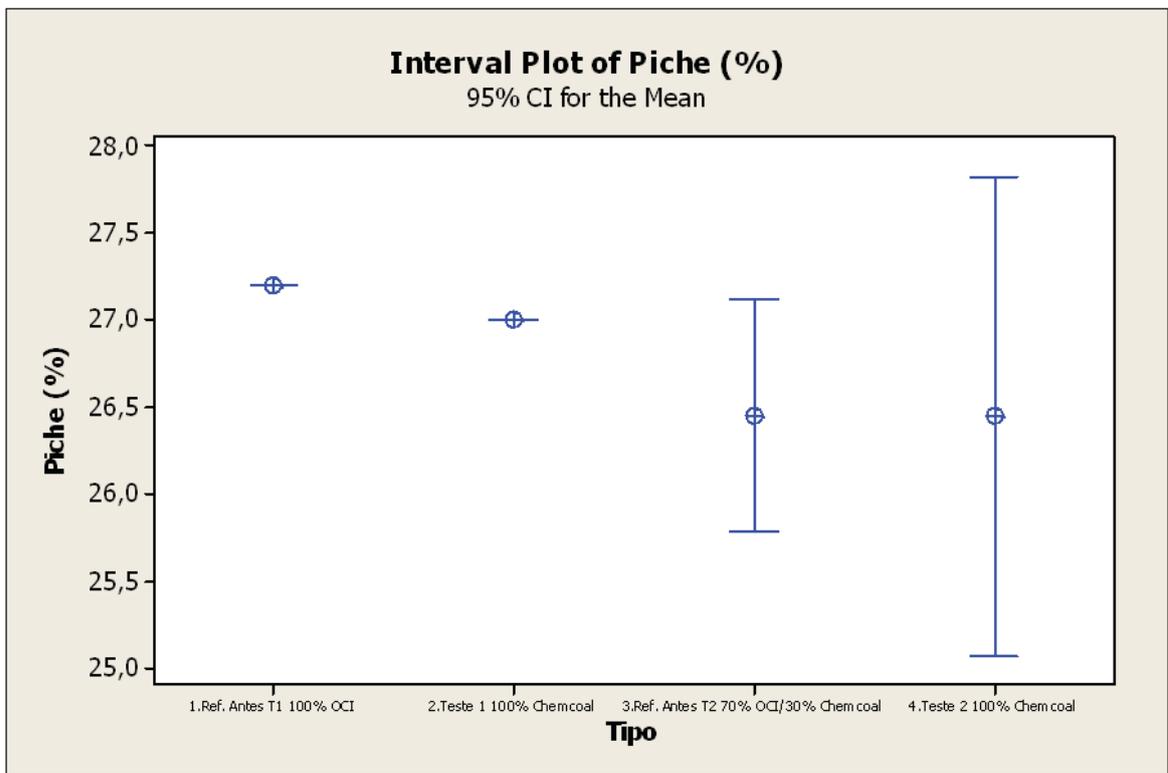


Figura 13- Concentração de piche

Levando em consideração a pouca oscilação da concentração de piche na pasta, conclui-se que a queda da floabilidade é proveniente das características físicas do piche.

Com relação às propriedades cozidas deste material, apresentada na tabela a seguir, também há uma queda significativa na qualidade da pasta.

Baked Apparent Density (g/cm³)	
100% Chemcoal	1,458
Regular 100% Gorlovka	1,467

Tabela 2-Densidade da pasta cozida com 100% Chemcoal

Plasticidade do topo

Cubas Teste	
Topo OK	75%
Topo Seco	18,3%
Topo Úmido	6,67%

Tabela 3- Condição de topo 100% Chemcoal. Período: 20/04 a 19/06

100%Gorlovka	
Topo OK	92%
Topo Seco	5,2%
Topo Úmido	2,8%

Tabela 4- Condição de topo para as cubas teste 100% Gorlovka. Período: 7/03 a 3/04

Comparando a condição de topo das cubas 105 a 108 antes do teste, temos uma média de 92% de topo ok, após a adição do briquete 100% Chemcoal 75% de topo ok.

Comparando a plasticidade do topo ânodo das cubas testes (# 105 a # 108), no período de antes e após o teste, observar-se que a parte superior do ânodo, ou seja, o topo da cuba eletrolítica se encontra mais seco. É de notar que ambas as cubas de teste e de referência, foram expostas à mesma condição climática, assim comparando o resultado da plasticidade do topo das cubas testes com as cubas de referência, pode-se concluir que houve um impacto causado pelo novo fornecedor de piche.

Consumo do anodo- Teste com o Cobre

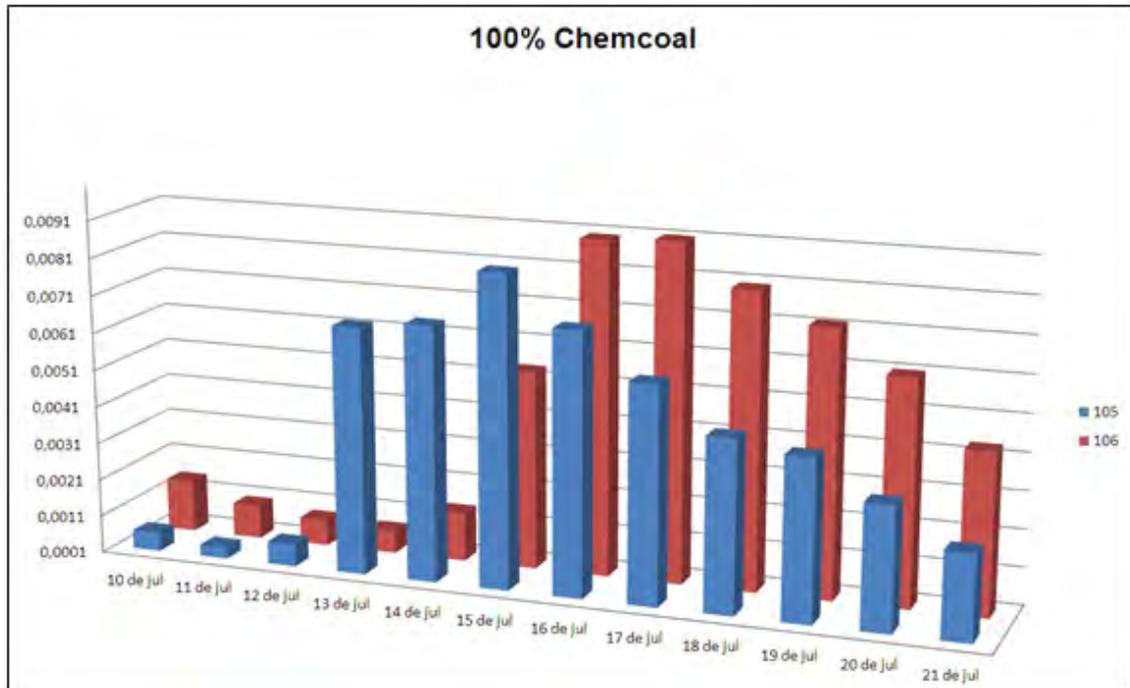


Figura 14- Consumo de anodo – Cubas de teste

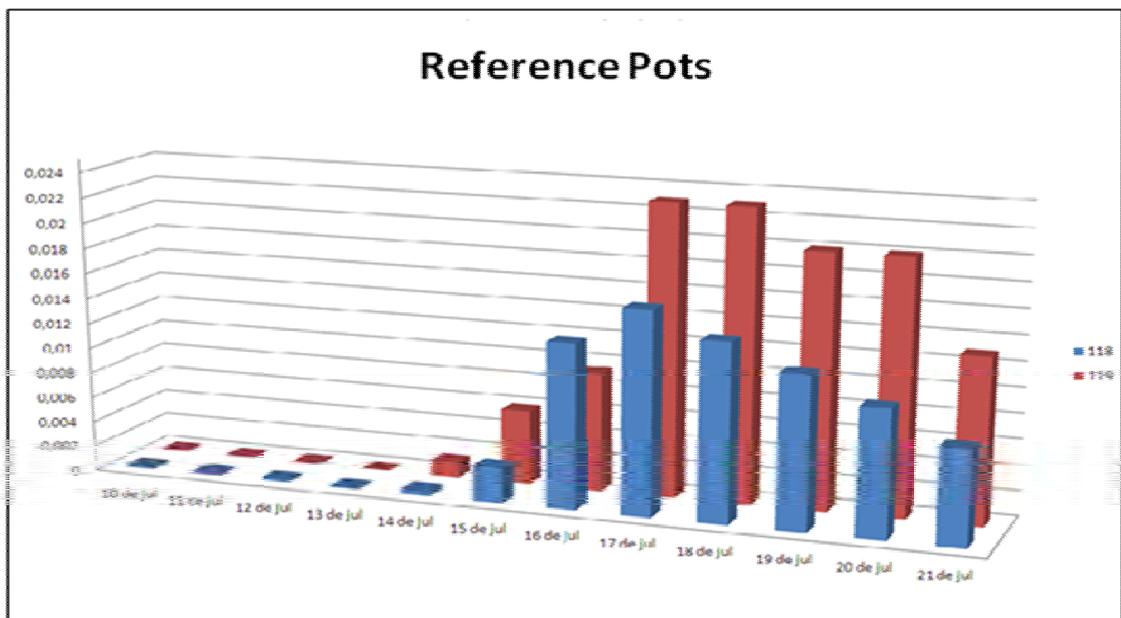


Figura 15- Consumo de anodo - Cubas de referência

Depois de 80 dias a partir da primeira carga de briquete nas cubas de teste, começou uma rotina de amostragem diária de metal das cubas de referência e de teste, a fim de acompanhar o aumento do teor de cobre. Através da realização de uma análise comparativa dos gráficos acima pode-se observar que o pico do teor de cobre, o que corresponde à chegada

do ânodo na região de queima, não mostrou nenhuma diferença quantitativa entre as cubas de teste e de referência. À medida que o ciclo apresentado do ânodo é o mesmo, pode presumir-se que não houve nenhuma alteração significativa no consumo de ânodo utilizando o fornecedor de piche Chemcoal.

Ciclo das cubas teste:87 dias.

Ciclo das cubas referencia:88 dias.

Estratégia 2. Produção com 70% OCI e 30% Chemcoal

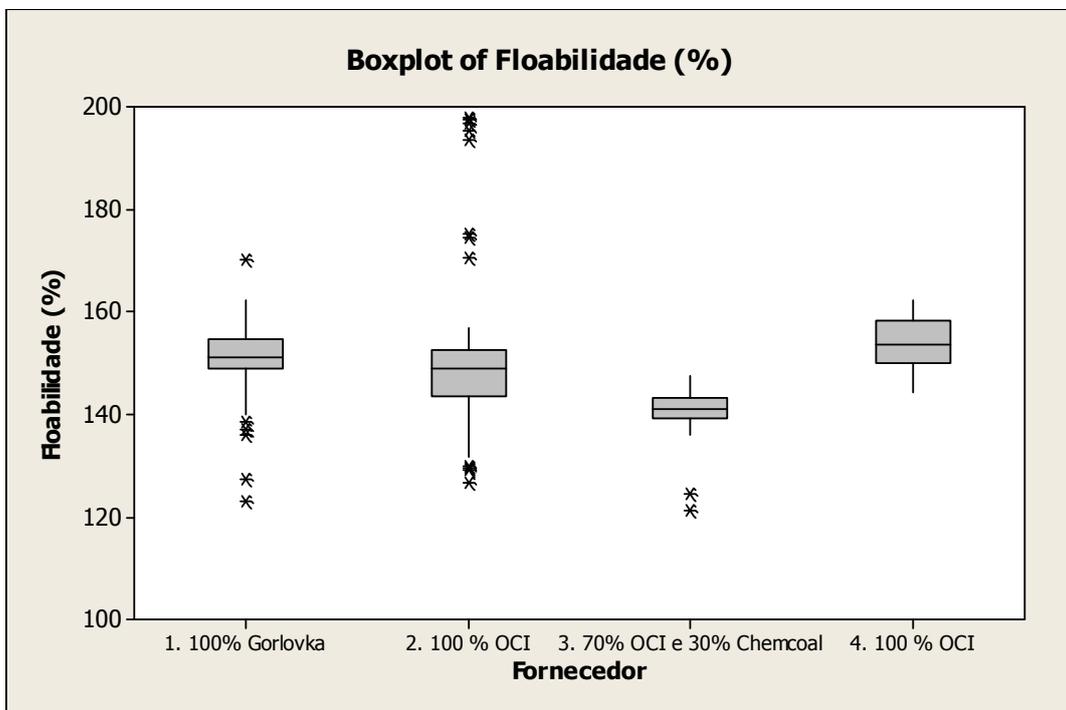


Figura 16- Floabilidade da pasta com o piche blendado

Através do gráfico acima pode-se observar uma queda na floabilidade após o início da produção com o piche blendado. Outra informação importante refere-se ao fato de que ao retornar o uso do piche 100% OCI, os resultados de floabilidade voltaram à estabilidade. Este comportamento fica mais evidente ao se analisar a floabilidade do misturador 6 no gráfico abaixo:

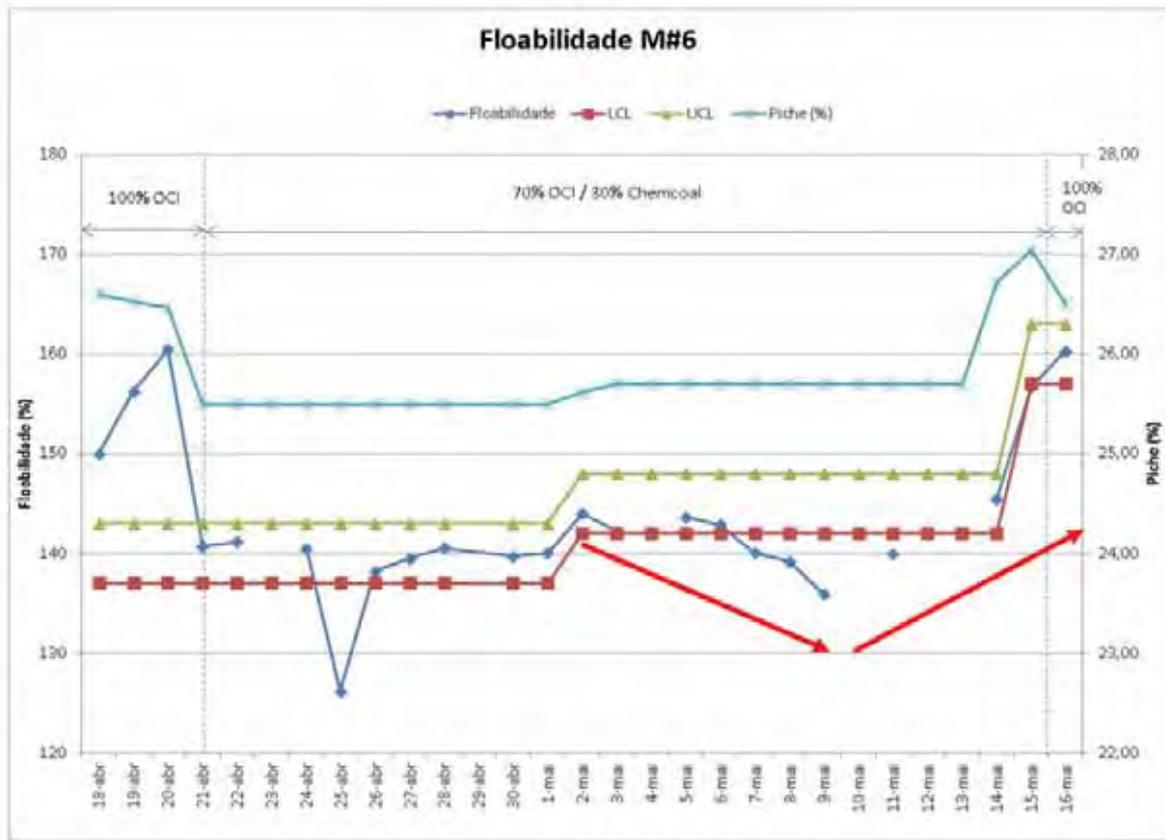


Figura 17- Floabilidade da pasta proveniente do misturador 6

Analisando os resultados de densidade cozida do material, observa-se que não houve mudança significativa

Baked Apparent Density (g/cm ³)	
70%OCI 30%Chemcoal	1,468
Regular 100% Gorlovka	1,467

Tabela 5- Densidade da pasta cozida com o piche blendado

Plasticidade do topo

Planta	Linha1			Linha2			Linha3		
	% Reg.	%Úmido	%Seco	% Reg.	%Úmido	%Seco	% Reg.	%Úmido	%Seco
Plasticidade do topo									
88,85%	92,0%	8,0%	0,0%	89,1%	10,9%	0,0%	87,1%	12,9%	0,0%

Tabela 6- Condição de topo com 100% Gorlovka

Planta	Linha 1			Linha 2			Linha 3		
	% Reg.	%Úmido	%Seco	% Reg.	%Úmido	%Seco	% Reg.	%Úmido	%Seco
Plasticidade do topo									
84,66%	82,77%	0,60 %	16,63%	82,84%	0,68%	16,48%	87,54%	1,63%	10,85%

Tabela 7- Condição de topo com o piche blendado

Através das informações referentes à condição de topo apresentadas nas tabelas acima, pode-se assumir que não houve alteração significativa na plasticidade, no entanto, para que ocorra uma maior confiabilidade nos resultados de condição de topo, realizou-se uma análise mais completa considerando o piche real adicionado nas cubas, ou seja, contabilizando as adições de briquete corretivas e preventivas no período de produção do piche blendado.

Planta	Linha 1			Linha 2			Linha 3		
	% Reg.	%Úmido	%Seco	% Reg.	%Úmido	%Seco	% Reg.	%Úmido	%Seco
Plasticidade do Topo									
71,53%	70,14%	14,57 %	15,29%	70,67%	12,95%	16,39%	69,78%	24,54%	5,68%

Tabela 8- Condição de topo com o piche real blendado

Com os dados corrigidos, observa-se que houve um aumento percentual considerável de ocorrência de topo úmido e seco, podendo ser proveniente tanto de fatores físicos do piche Chemcoal quanto das condições adversas do clima (período mais frio). Vale ressaltar que tanto as cubas teste quanto as cubas referência (planta) encontravam-se expostas à mesma condição climática, portanto, comparando-se a condição de plasticidade de topo das cubas teste.

Material Escumado, Produção de Alumínio e Bubble Noise

Período	Produção (kg/cuba)		Diferença estatística?	Material Escumado (kg)		Diferença estatística?	Escumagem (kg/ton Al)		Bubble Noise (mV)		Diferença estatística?
	Cubas de referência	Cubas teste		Cubas de referência	Cubas teste		Cubas de referência	Cubas teste	Cubas de referência	Cubas teste	
Antes	50.381	50.053	Sim	1.981	1.823	Não	39,32	36,42	61,43	60,14	Sim
Depois	60.917	61.055	Não	2.158	2.115	Não	35,42	34,63	76,64	76,64	Não

Tabela 9- Produção de Alumínio, Bubble Noise e Escumagem

No estudo estatístico realizado com as variáveis provenientes da sala de cubas, para uma melhor interpretação dos resultados do presente estudo, utilizou-se a ferramenta estatística ANOVA para obter resultados das variáveis em 2 diferentes períodos, antes da adição do material com o piche Chemcoal e após o início da queima.

Análise Estatística

- Produção de Alumínio.

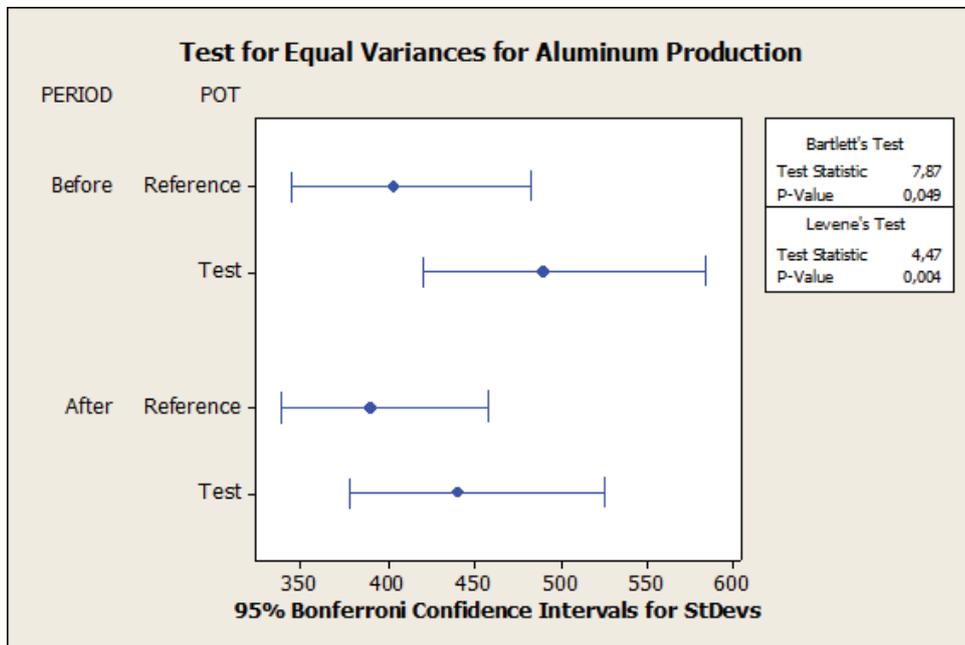


Figura 18- Análise estatística da produção de alumínio

A produção de alumínio mostrou, com um nível de significância de 5%, diferença estatística na comparação entre cubas teste e de referência nos períodos antes e depois. O presente estudo torna-se mais evidente quando se analisa os gráficos abaixo:

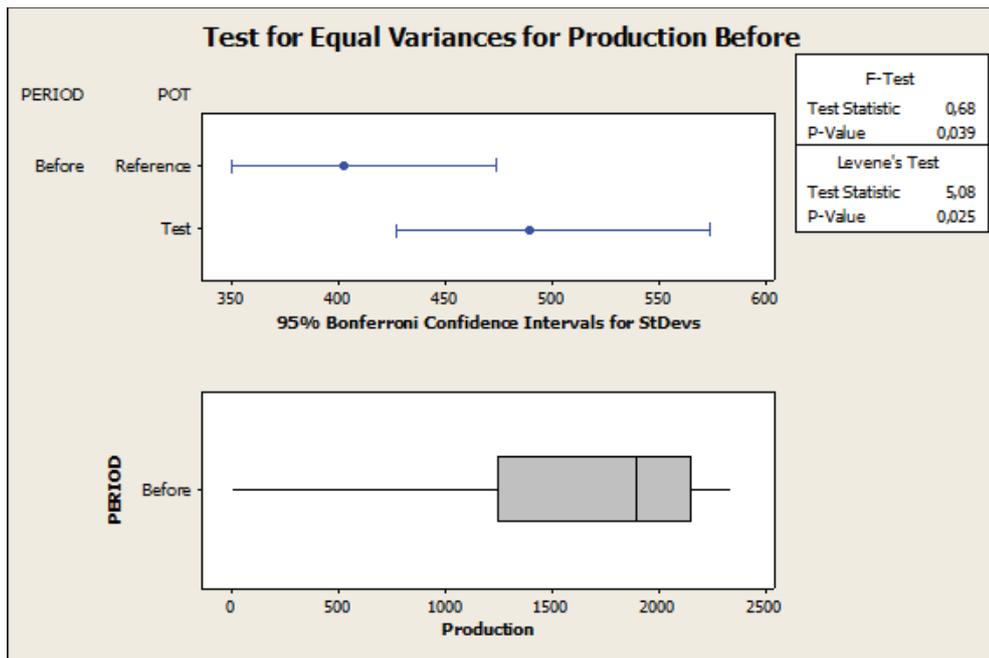


Figura 19- Análise estatística da produção de alumínio antes da queima

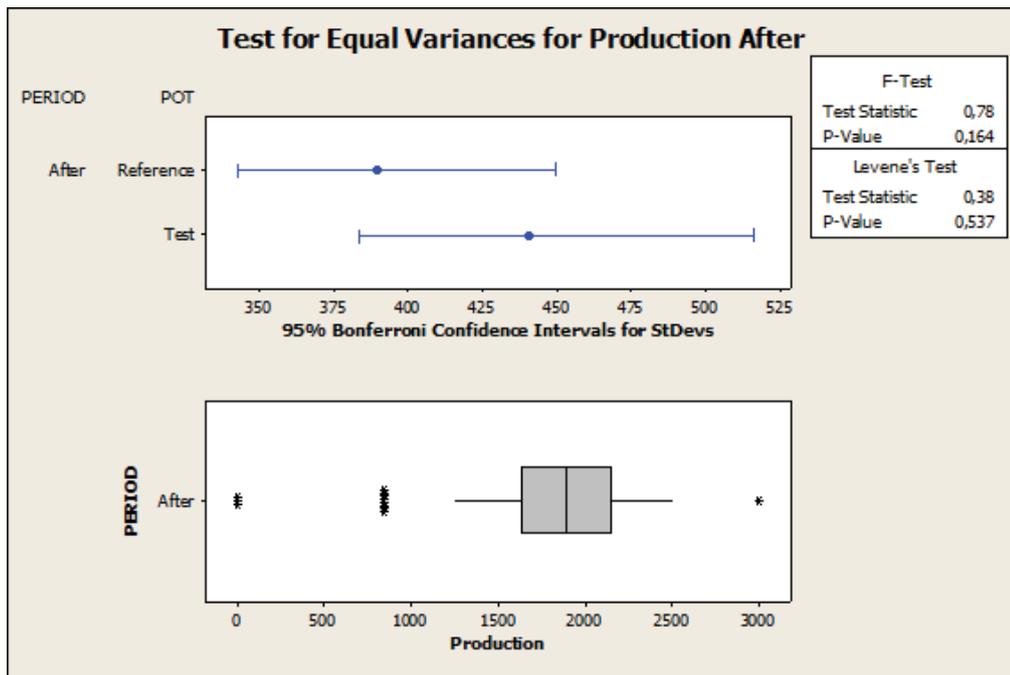


Figura 20-Análise estatística da produção de alumínio depois da queima

Olhando para os gráficos apresentados acima, pode-se concluir que a produção de alumínio mostrou diferença estatística significativa apenas antes da queima do piche Chemcoal. Então, não houve impacto significativo na produção usando o novo fornecedor de piche Chemcoal. Esta conclusão se torna mais evidente no gráfico abaixo.

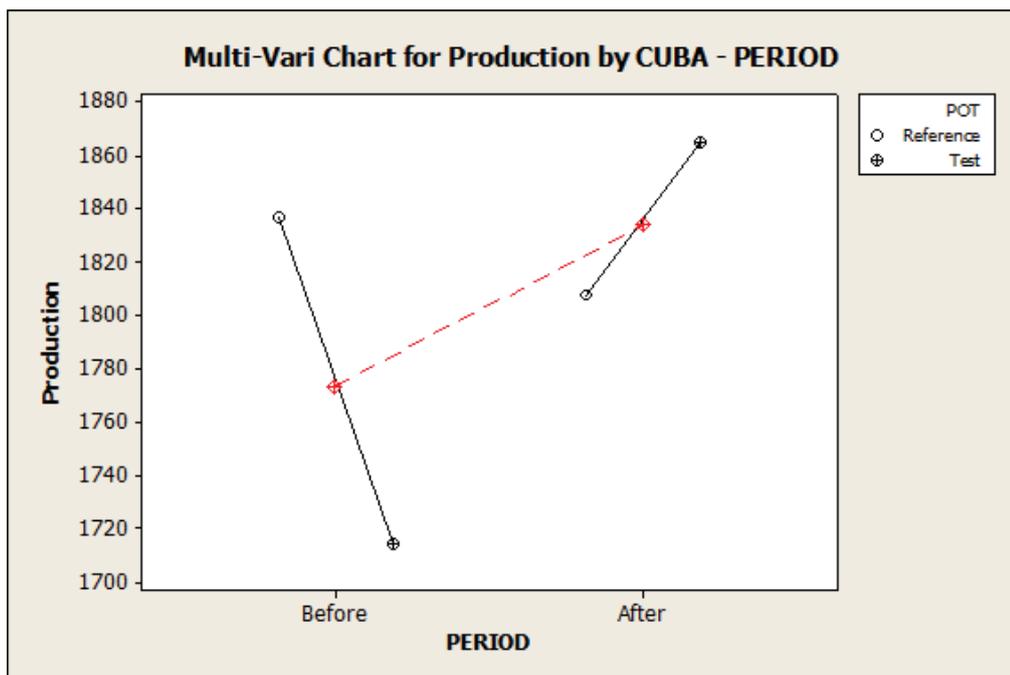


Figura 21- Multi Vari Chart

- Material Escumado

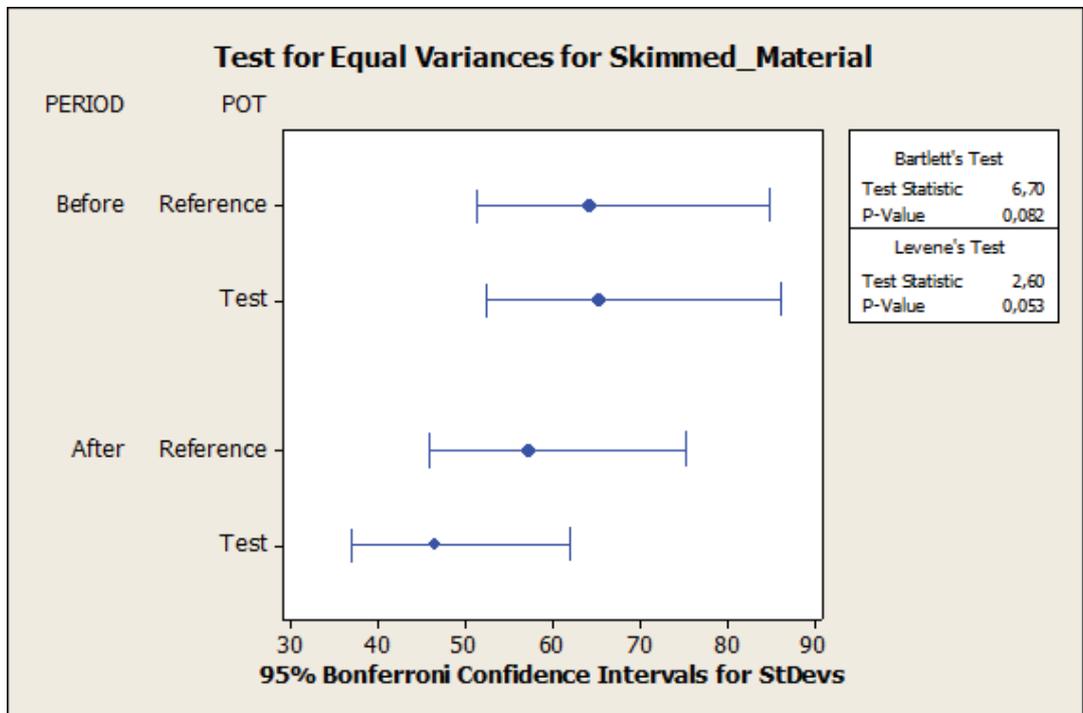


Figura 22- Análise estatística do material escumado

A análise estatística de material escumado, com um nível de significância de 5%, mostrou que não existe diferença significativa. Em outras palavras, o fornecedor Chemcoal não afetou a geração de carbono.

- Bubble Noise

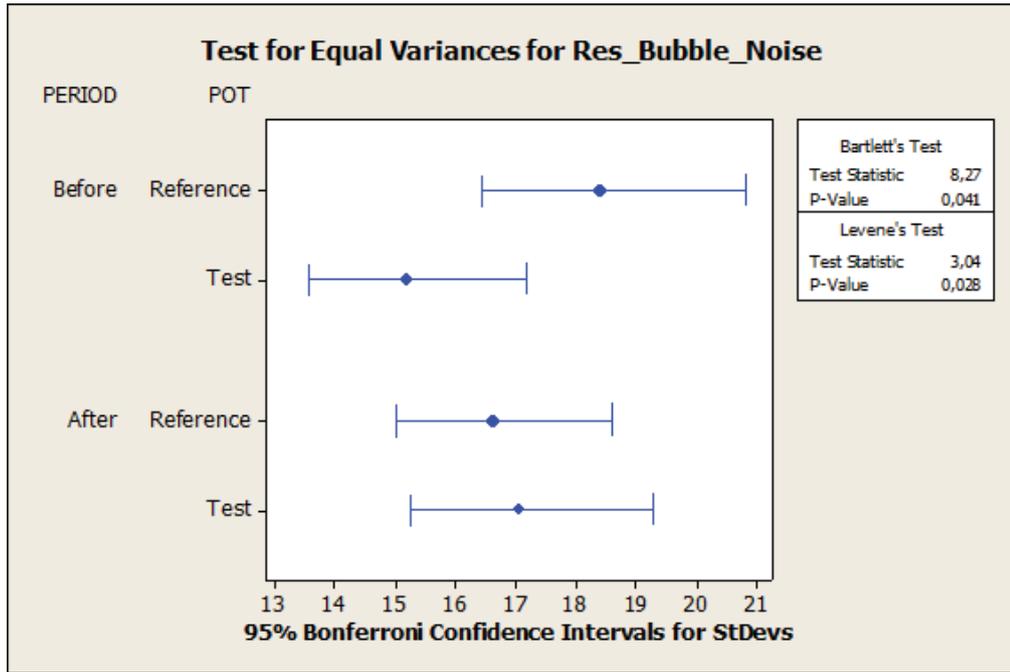


Figura 23- Análise estatística do Bubble Noise

Outra análise estatística importante refere-se à comparação do bubble noise. Observando os resultados no gráfico acima, houve diferença estatística.

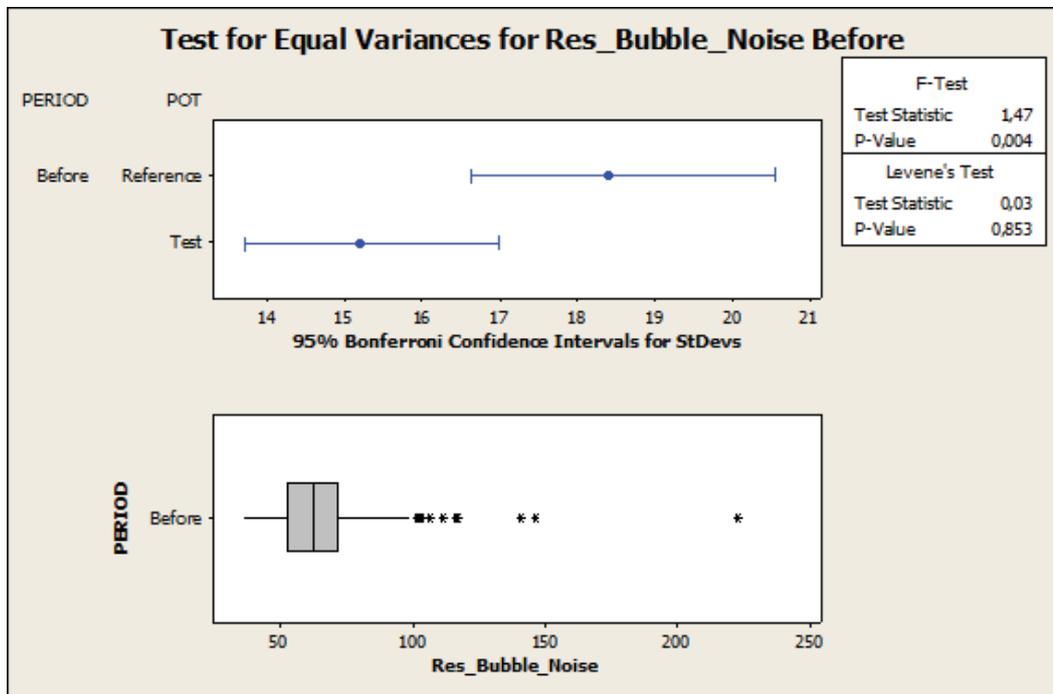


Figura 24- Análise estatística do Bubble Noise antes da queima

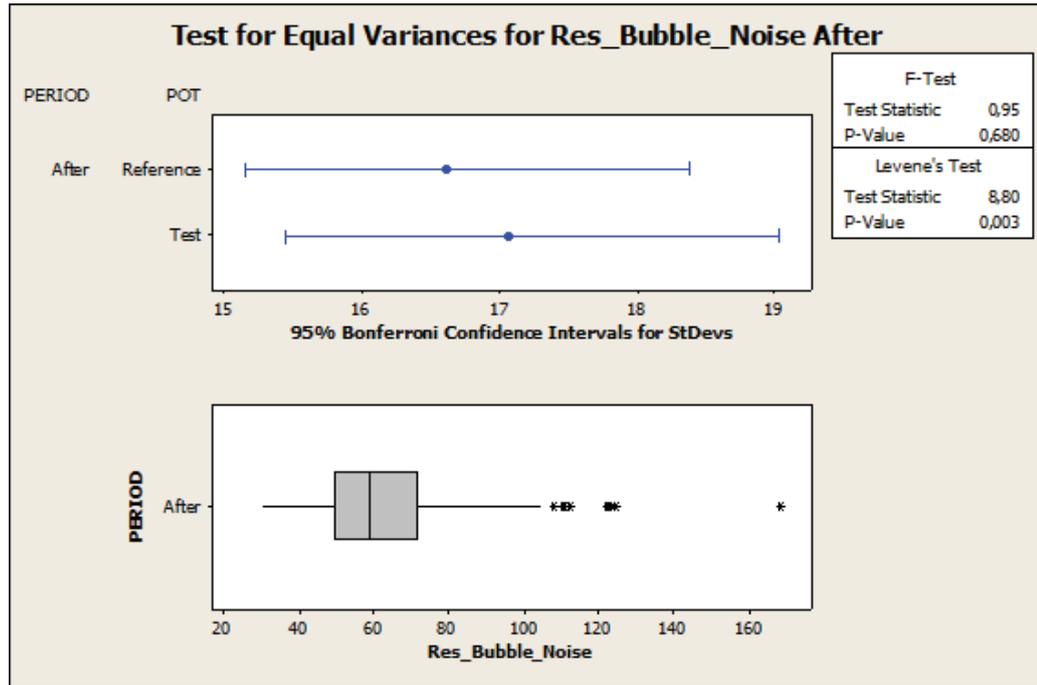


Figura 25- Análise estatística do Bubble Noise depois da queima

Através de gráficos acima, pode-se observar uma diferença significativa de bubble noise antes de começar a queima da pasta anódica produzida com o piche Chemcoal. Mesmo mostrando uma média de bubble noise mais elevada após o início queima da pasta com o piche Chemcoal, não houve mudança significativa. Com base nisso, pode-se supor que não houve impacto negativo ou positivo sobre a utilização deste fornecedor de piche, sobre análise da bubble noise.

4.2 DISCUSSÃO

A partir dessa avaliação, verificamos que o fornecedor Chemcoal apresentou uma alteração na propriedade química que pode causar aumento no consumo do piche, pois essa propriedade tem correlação direta com a plasticidade do topo do anodo, para manter essa plasticidade tem-se que acrescentar 0.4% de piche a mais na pasta anódica.

É importante ressaltar também que o estudos das variáveis provenientes da sala de cubas , bubble noise, produção de alumínio, material escumado e consumo de anodo, que apresentaram bons resultados com o novo fornecedor, não prejudicando o bom andamento da fábrica .

5 CONCLUSÕES

Uma vez que é observada a alta correlação da qualidade do piche e floabilidade com a condição de topo,o objetivo desse teste não foi atingido, tendo como consequência o decréscimo do percentual de topo ok na sala de cubas.

Este comportamento pode ser explicado pelo fato de ter alterado a floabilidade na etapa do teste 30% Chemcoal e 70%OCI e na etapa 100% Chemcoal, o que ocasionou a elevação significativa de topo seco em toda a planta, e também pela condição climática.

A única propriedade que apresentou mudança significativa, porém dentro dos limites de controle, é o Insolúvel em Quinolina (IQ) de 7,4 para 9,4%, que segundo a literatura disponível, sugeriria uma alteração média de 0.4% de piche na pasta.

Com isso, não é possível aprovar o fornecedor Chemcoal como fornecedor padrão de piche para a planta de Poços de Caldas.

6 REFERÊNCIAS

- ABAL,Disponível em<<http://www.abal.com.br>>. Acesso em 24/10/2012 às 17:00hs.
- ALCOA , Disponível em <<http://www.alcoa.com.br>>. Acesso em 16/10/2012 às 14:38hs.
- FISHER,W.K.,”Anodes”,1990
- FISHER,W.K.,”The Interdependence of Pitch Content,Dust Fineness,Mixing Temperature and Kind of Raw Materials Formulation”Light Metals Paper No.LM-80.73,AIME,1980.
- FISHER,W.K.,KELLER,F.,PERRUCHOUD.C.,ODERBOLZ.S.,”Baking Parameters and the Resulting Anode Quality”,1993.
- FISHER,W.K.,PERRUCHOUD,R.C.,”Influence of Coke Calcining Prameters on Petroleum Coke Quality”,Light Metals,AIME p.811-824.
- HELLEM,S.,”How Anode Quality is Affected by Crude Oil,Refining,Coking and Calcining”,1987.
- HULSE,K.L,PERRUCHOUD,R.C.,FISHER,W.K.,WELCH,B.J.,”Process Adaptations for Finer Dust Formulations:Mixing and Forming”,Light Metals, Ed.R.D.Peterson,AIME p.467-472,2000.
- HUME,S.M.,”Influence of Raw Material Properties on the Reactivity of Carbon Anodes Used in the Electrolytic Production of Aluminium”,PhD thesis,The University of Auckland,New Zealand,1993.
- NAIR,C.S.B.,Analysis of Coal Tar Pitches in Analytical Methods for Coal and Coal Products,1978.
- PACE,Outlook for Coal Tar Pitch,Calcined petroleum coke:the next ten years,Pace Consiltants,1995.
- TURNER,N.,Recent Trends in Binder Pitches for Reduction Anodes,Journal of Metals ,1993.