

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS  
REPROCESSADOS COMO COMBUSTÍVEL EM  
FORNOS ROTATIVOS DE CALCINAÇÃO:  
UM ESTUDO EM ESCALA INDUSTRIAL**

**Agatha Gonzaga Alves**

**Belo Horizonte**

**2011**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS  
REPROCESSADOS COMO COMBUSTÍVEL EM  
FORNOS ROTATIVOS DE CALCINAÇÃO:  
UM ESTUDO EM ESCALA INDUSTRIAL**

**Agatha Gonzaga Alves**

**Agatha Gonzaga Alves**

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS  
REPROCESSADOS COMO COMBUSTÍVEL EM  
FORNOS ROTATIVOS DE CALCINAÇÃO:  
UM ESTUDO EM ESCALA INDUSTRIAL**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em  
Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Minas  
Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de  
Especialista em Tecnologia Ambiental.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Caldeira Bandeira de Melo

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2011

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, pela possibilidade de realização do curso de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental.

Ao orientador, Prof. Dr. Gilberto Caldeira Bandeira de Melo, pelo apoio, atenção e esclarecimentos necessários para elaboração e conclusão deste trabalho.

À Mineração Belocal – Empresa do Grupo Lhoist que possibilitou a realização do estudo em escala industrial e a reprodução dos dados do processo, que tornou a realização do trabalho possível.

Ao Domício Simpliciano, pelo apoio ao meu desenvolvimento profissional e pessoal, através da constante orientação dos , além de toda amizade prestada.

A equipe de processo da Mineração Belocal, Ricardo Patto (em memória) e Loriende Silva, pelo apoio e desenvolvimento em conjunto dos testes, compilação e interpretação dos dados, além de todos os ensinamentos e acompanhamentos do processo e análises físico-químicas.

À minha Mãe e toda minha família pela compreensão frente as minhas escolhas imprevisíveis.

À Milena Pitombo pelo apoio, companheirismo e positividade de sempre.

## RESUMO

O crescente desenvolvimento industrial no Brasil e conseqüentemente a grande demanda de energia, tem despertado o interesse do setor produtivo para utilização de combustíveis não convencionais, como forma de manter a viabilidade técnica, econômica e ambiental dos processos. Os resíduos de diversos processos estão sendo testados como fonte energética para o mesmo processo ou para outros, apresentando a vantagem de minimização do descarte de grandes volumes, quando inseridos na cadeia produtiva. Esta utilização muitas vezes mantém a qualidade dos processos, além de possibilitar a redução nos custos com os insumos, garantir a flexibilidade da produção em continuar utilizando combustíveis convencionais, concomitantemente com a substituição parcial pelos não convencionais. O objetivo geral deste estudo foi avaliar viabilidade técnica e ambiental da utilização de combustíveis de óleos reprocessados, em fornos rotativos de produção de cal, como fonte energética para geração de calor de combustão. Foram avaliados, principalmente, a qualidade nas emissões atmosféricas, as propriedades físico-químicas dos materiais e possíveis interferências no processo de combustão. Foram realizados testes de combustão com os óleos reprocessados para verificação da viabilidade técnica, composição dos resíduos das emissões atmosféricas e resíduos sólidos oriundos do processo. Todos os parâmetros avaliados mostraram-se satisfatório em relação ao limites estabelecidos pelas legislações, desta forma, conclui-se que utilização do óleo reprocessado no processo de calcinação, em fornos rotativos, é viável por apresentar viabilidade técnica e ambiental.

Palavras-chave: Óleos reprocessados, combustíveis, matriz energética, emissões atmosférica.

## **ABSTRACT**

Brazil's growing industrial development and the consequent high demand for energy have raised interest by the production sector in using non-conventional fuels in order to meet technical, economic and environmental requirements for process feasibility. Residues derived from several processes are being tested as energy sources for the same processes or other ones, which presents the advantage of reducing the disposal of great volumes, when they are part of the production chain. Such use can often ensure process quality in addition to permitting input cost reduction and guaranteeing flexibility to partially or totally use conventional fuels during production. This study aimed at assessing the technical and environmental viability of using fuels derived from reprocessed oil, in rotating furnaces for limestone burning, as an energy source for generating combustion heat. The evaluation primarily focused on the quality of atmospheric emissions, on the material physicochemical properties and on the potential interference with the combustion process. In order to verify technical feasibility, composition of residues in the atmospheric emissions and of solid residues derived from the process, combustion tests were performed.

# SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	4
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ABREVIATURAS.....	5
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>8</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
3.1 COMBUSTÍVEL .....	9
3.1.1 <i>Alguns aspectos da história do combustível</i> .....	9
3.2 SEGMENTOS DA INDÚSTRIA DE FABRICAÇÃO DE CAL .....	10
3.3 PROCESSO DE CALCINAÇÃO .....	12
3.3.1 <i>Sistema de combustão</i> .....	16
3.3.2 <i>Combustível óleo reprocessado</i> .....	17
3.3.3 <i>Emissões Atmosféricas</i> .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1 CONDIÇÕES OPERACIONAIS.....	20
O TESTE DE QUEIMA DO COMBUSTÍVEL ÓLEO REPROCESSADO FOI REALIZADO NO FORNO ROTATIVO DE CALCINAÇÃO, NO PERÍODO DE 02 A 04/03 DE 2011, COM DURAÇÃO DE 24 HORAS SUBDIVIDIDAS EM 3 (TRÊS) DIAS, OU SEJA, 8 HORAS/DIA, PORÉM A ALIMENTAÇÃO EFETIVA DO ÓLEO FOI DE APROXIMADAMENTE 4 HORAS/DIAS, O RESTANTE DO TEMPO FOI UTILIZADO PARA AJUSTES DOS PARÂMETROS DE PROCESSO, CONFORME DEMONSTRA A TABELA 1 ABAIXO. ....	20
4.2 SISTEMA DE CONTROLE DE EMISSÕES ATMOSFÉRICAS.....	23
4.2.1.1 <i>Cal</i> .....	25
4.2.1.2 <i>Semicalcinado</i> .....	26
4.2.1.3 <i>Emissões atmosféricas</i> .....	26
4.2.2.1 <i>Emissões atmosféricas</i> .....	26
4.2.2.3 <i>Produto cal</i> .....	27
4.2.2.4 <i>Combustível óleo reprocessado</i> .....	27
4.2.2.5 <i>Semicalcinado</i> .....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
5.1 COMBUSTÍVEIS .....	30
5.1.1 <i>Poder Calorífico</i> .....	30
5.1.2 <i>Caracterização</i> .....	30
5.1.3 <i>Teores de enxofre, cinzas e umidade</i> .....	31
5.1.4 <i>Ar primário e ar secundário</i> .....	33
5.2 VIABILIDADE TÉCNICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	34
5.2.1 <i>Dados técnicos e Temperatura</i> .....	35
5.3 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS .....	37
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>51</b>
<b>7 RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>55</b>

(Incluir anexo)

## LISTA DE FIGURA

FIGURA 3: Fluxograma Mineração e Calcinação .....	14
FIGURA 4: Fluxo do processo de forno de cal .....	15
Figura 12: Filtro de mangas do forno .....	24
Figura 13: Eletrofiltro do forno .....	24
Figura 14: Chaminés dos fornos .....	26
Figura 15: Medição de material particulado (MP) .....	37
Figura 16: Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> ) .....	38
Figura 17: Óxido de Nitrogênio (NO <sub>x</sub> ) .....	38
Figura 21: Antimônio (Sb) .....	41
Figura 23: Cádmio (Cd) .....	42
Figura 25: Cobalto (Co) .....	43
Figura 27: Cromo (Cr) .....	44
Figura29: Mercúrio (Hg) .....	45
Figura31: Ródio (Rh) .....	46
Figura33: Tálcio (Tl) .....	47
Figura 35: Vanádio (V) .....	48
Figura 37: Cianetos .....	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 13: Parâmetros de amostragens de emissão atmosférica .....	27
Tabela 14: Metodologia de análises .....	28
Tabela 15: Equipamentos utilizados na coleta .....	29
Tabela 16: Equipamentos utilizados no laboratório .....	29
Tabela 3: Teores de enxofre, cinzas e umidades dos combustíveis .....	32
Tabela 4: Vazão média os combustíveis utilizados no processo .....	33
Tabela 6: Vazão média de ar de combustão .....	33
Tabela 7: Temperaturas médias de ar de combustão.....	34
Tabela 8: Dados técnicos do forno .....	36
Tabela 9: Perfil de temperaturas médias do forno.....	36

# LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ABREVIATURAS

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABPC	Associação Brasileira dos Produtores de Cal
ABCP	Associação Brasileira Cimento Portland
EPA	Environmental Protection Agency
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
MP	Material Particulado
ONU	Organização das Nações Unidas
PCI	Poder Calorífico Inferior
PCS	Poder Calorífico Superior

## LISTA DE ABREVIATURAS

AM	Amostragem
EQ	Equipamentos
Fig.	Figura
FTEQ	Fator de toxidez equivalente
MIX	Mistura de combustíveis
PAH	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos
RPM	Rotação por minuto
VOC	Compostos orgânicos voláteis

# 1 INTRODUÇÃO

Devido ao grande aquecimento do mercado industrial no Brasil, a demanda por energias tem crescido diariamente, o que de maneira geral faz com que as empresas busquem alternativas técnicas, econômicas e ambientais viáveis para garantir a continuidade de seus processos.

Nesta linha, as empresas têm investido em testes que estão viabilizando a utilização de combustíveis não convencionais. Estes combustíveis vêm surgindo como uma alternativa para a busca da flexibilidade energética, para o reaproveitamento de resíduos e pela possibilidade na redução dos custos dos processos produtivos.

Por outro lado, as empresas geradoras de grandes quantidades de resíduos têm buscado alternativas para utilização destes resíduos em seus próprios processos como fonte de energia ou viabilizando a comercialização para redução dos custos de disposição final ou tratamento, o que ambientalmente tem mostrado benefícios, uma vez que estão sendo inseridos na cadeia produtiva.

A atividade de produção de cal em fornos rotativos tem como principal fonte energética a utilização da mistura de combustíveis de coque de petróleo, moinha de carvão e gás natural.

Com o intuito de garantir a flexibilidade de seu processo e viabilizar a utilização de combustíveis não convencionais (óleos reprocessados), a Mineração Belocal LTDA, uma empresa do Grupo Lhoist, localizada na cidade de São José da Lapa - Minas Gerais, iniciou o teste de queima para verificação das possibilidades técnicas, econômicas e ambientais de utilização destes resíduos, por intermédio de empresas que coletam, tratam e comercializam os óleos reprocessados.

Os óleos reprocessados são oriundo do processo de separação e filtragem de resíduos de óleo coletados e comercializados por empresas especializadas na atividade de gestão do meio ambiente, tais como: Brandt TR e Reciclagem Técnica do Brasil – Recitec. Estes resíduos contaminados são gerados em diversos processos como: Empresas de Transporte/Logística, Minerações, Siderúrgicas, Manutenções Automotivas, Petrolíferas, Distribuidora de Combustíveis, Metalurgia. O óleo reprocessado é composto por uma mistura de óleos queimados diversos, borras oleosas, efluente líquido contendo óleo, dentre outros.

Neste contexto, o presente estudo busca realizar uma avaliação preliminar sobre a viabilidade da substituição parcial do combustível convencional pelo combustível óleo reprocessado. Assim sendo, foram avaliadas as principais características físico-químicas do óleo reprocessado, a verificação de possíveis interferências no processo de combustão e principalmente as características das emissões atmosféricas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 *Objetivo geral***

Avaliar a viabilidade técnica e ambiental da utilização de óleos reprocessados, como combustíveis, em fornos rotativos para produção de cal.

### **2.2 *Objetivos específicos***

- caracterizar físico-quimicamente as amostras de óleos reprocessados;
- avaliar a eficiência energética dos óleos reprocessados durante o processo de combustão;
- monitorar as emissões atmosféricas (gases e material particulado) do processo durante a combustão dos óleos reprocessados;
- caracterizar os resíduos gerados no processo (semicalcinado e o produto cal) em relação à avaliação físico-química, durante a combustão dos óleos reprocessados;

## 3 REVISÃO DA LITERATURA

### 3.1 *Combustível*

#### 3.1.1 *Alguns aspectos da história do combustível*

Na era pré-industrial, os combustíveis mais utilizados eram os de biomassa, principalmente a madeira. Com o início da era industrial o carvão mineral e depois o petróleo passaram a predominar. Nos anos 70, com a crise mundial do petróleo, a utilização de outras formas de combustíveis, também denominados como combustíveis alternativos começaram a surgir para suprir a demanda de mercado. (Fonte)

Ainda na década de 70, foi adotada a legislação norte americana Ato Institucional Ar Limpo (clean air act), realizado pela Agência de Proteção Ambiental (Environmental Protection Agency-EPA), com o objetivo regulamentar os níveis e padrões de emissões para a indústria automobilística.

Nos anos 90, começou a ser utilizada nas cimenteiras, a destruição térmica dos resíduos em fornos rotativos, técnica conhecida como co-processamento, possibilitando a destinação final, principalmente, dos resíduos classificados como Classe I pela ABNT NBR 10.004: 2004. (ABCP, 2009)

Outros combustíveis não convencionais, derivados de combustíveis fósseis ou de biomassa, também começaram a serem testados recentemente na indústria como a casca de café, borracha de pneu triturado, óleos reprocessados, dentre outros.

A principal justificativa para o desenvolvimento e utilização de outros tipos de combustíveis não convencionais, é a viabilidade técnica e ambiental, além de apresentarem, muitas vezes, custos competitivos quando comparados aos combustíveis tradicionais. Além disso, outras vantagens estão associadas com o reaproveitamento de resíduos, como o caso dos óleos reprocessados, uma vez que tem se tornado cada vez mais caro o tratamento e disposição final destes, além do aumento das restrições legais sobre o seu gerenciamento, como a Política Nacional do Meio Ambiente (PNRS),

Outra vantagem de substituir combustíveis convencionais pelos não convencionais, quando derivados de outras fontes que não sejam combustíveis fósseis (petróleo, carvão, propano e

gás natural), derivados de biomassa e, portanto considerado combustível alternativo, tem a possibilidade de conversão em crédito de carbono através dos Mecanismos de desenvolvimento limpo – MDL, que visa à redução dos gases causadores do efeito estufa através da substituição da tecnologia, matéria-prima ou insumos, porém não é objeto deste estudo. (Fonte)

### **3.2 Segmentos da indústria de fabricação de cal**

A fabricação de cal consiste na transformação do calcário ( $\text{CaCO}_3$  - carbonato de cálcio) em cal virgem ( $\text{CaO}$  - óxido de cálcio), através do processo de calcinação em fornos rotativos ou verticais, a elevadas temperaturas (900 a 1.200°C). (ABNT, 2008).

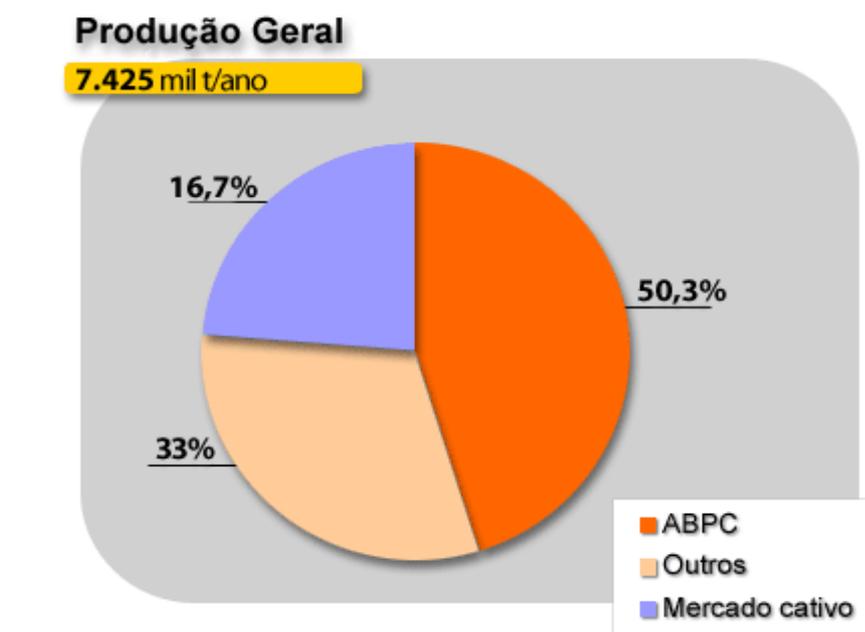
Os tipos de calcários utilizados na fabricação da cal são o calcítico e dolomítico. O primeiro é caracterizado por possuir uma porcentagem elevada de carbonato de cálcio em sua composição, enquanto o segundo possui um elevado teor de carbonato de cálcio e magnésio. O fator predominante para a escolha do calcário para este tipo de produção são os baixos percentuais de impurezas, como a sílica ( $\text{SiO}_2$ ), o enxofre (S) e o fósforo (P).

De acordo com a literatura (Fonte), a proporção de produção de cal após a reação química obtida através da calcinação é em média 1,78 t de rocha calcária para 1,0 t de cal virgem.

De acordo com dados gerados pela Associação Brasileira dos Produtores de Cal (ABPC, 2008), o Brasil mantém a disputa da 5ª posição de produtor de cal mundial, com venda acima de 7 milhões de toneladas de cal no ano de 2008, o que corresponde 4,8% da produção total mundial. A China lidera o ranking com produção de aproximadamente 175 milhões, o que corresponde a 80% da cal produzida no mundo.

Ainda segundo informações preliminares da ABPC, a produção de cal no mercado brasileiro é subdividida entre produtores ABPC, outros e mercado cativo. O volume da produção fabricada por empresas associadas à ABPC representa 50,3%, enquanto o volume de 33% representa as empresas não associadas, ou seja, outros. O mercado cativo, com 16,7% da produção, representa as indústrias que produzem para consumo próprio, basicamente formado pelas grandes siderúrgicas (ABPC, 2008), conforme demonstra a Figura 1 abaixo:

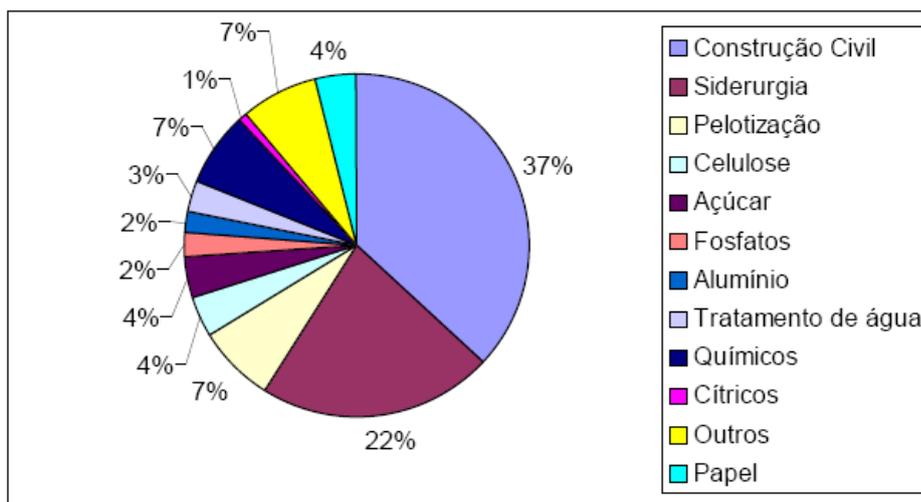
**FIGURA 1:** Gráfico da Produção Brasileira de Cal  
Fonte: ABCP, 2008



As cales produzidas são basicamente a cal virgem e cal hidratada. A cal virgem é o produto obtido pela calcinação de carbonatos de cálcio e/ou magnésio, constituído essencialmente de uma mistura de oxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO). A cal hidratada é a cal proveniente da reação da cal virgem com água, resultando em hidróxido de cálcio (Ca (OH)<sub>2</sub>), conforme define a ABNT NBR 6453 (ABNT, 2003).

A aplicação da cal no mercado é bastante abrangente, sendo mais utilizado nos segmentos de pelletização, siderurgias, papel e celulose, açúcar e álcool, alimentícia, tratamento de água e esgoto, fertilizantes, alumínio, indústria química, indústria cítrica, curtumes, construção civil, dentre outros, conforme demonstra a Figura 2.

**FIGURA 2:** Gráfico áreas do consumo de cal  
Fonte: Projeto Estal – Perfil da Cal, 2009



De acordo com o Projeto Estal - 2009, a maior utilização da cal encontra-se no segmento de construção civil, representando o consumo de 37% da produção anual, seguido por 22% pelo segmento de siderurgia. Logo após, encontra-se o segmento de pelotização e outros com 7%, 4% para os segmentos de papel, celulose e açúcar, 3% para o segmento de tratamento de água, 2% alumínio e fosfatos e 1% para o segmento de cítricos.

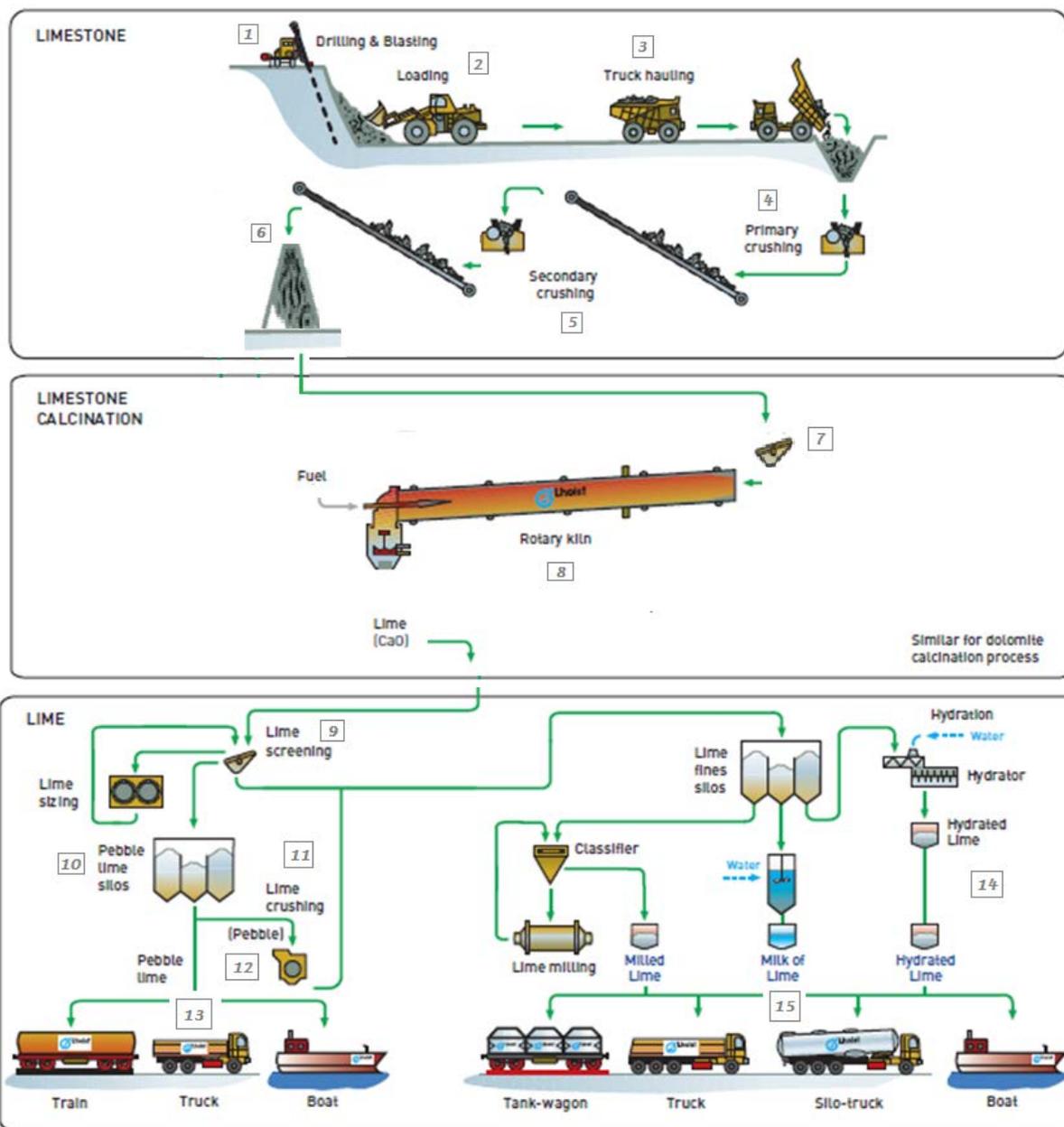
### 3.3 Processo de calcinação

O processo de fabricação da cal envolve uma série de operações unitárias, a partir da extração de calcário da reserva mineral até a comercialização do produto final. É composto pelas etapas de beneficiamento, estocagem, transporte da matéria-prima, pré-aquecimento, calcinação, resfriamento da cal e estocagem do produto final.

Na Mineração Belocal, o calcário é extraído da mina (Fig. 3-1), situada na mesma propriedade à aproximadamente 2 Km da unidade de produção. Logo após, o material é carregado por retroscavadeiras (Fig.3-2) e transportado por caminhões fora-de-estrada (Fig.3-3), para a britagem primária (Fig.3-4), onde é reduzido de tamanho, entre 200 mm a 50 mm de diâmetro. Em seguida, passa pela britagem secundária (Fig.3-5), diminuindo a faixa granulométrica entre 50 mm a 15 mm. Posteriormente, o calcário é estocado como matéria prima para o forno rotativos no estoque de calcário (Fig. 3-6). O mesmo, já classificado, ainda passa por peneira de separação dos finos (Fig. 3-7) antes da entrada no forno rotativo (Fig. 3-8), onde ocorre a reação de calcinação ou descarbonatação, que consiste na reação de

decomposição química do carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) a óxido de cálcio ( $\text{CaO}$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ). Terminado este processo já é obtido o produto cal que é enviado, através do transportador metálico, para o peneiramento (Fig.3-9) e logo após enviados aos silos de estocagem (Fig.3-10) ou para planta de hidratação (Fig.3-14). Este último processo consiste na reação da cal virgem com água, resultando em hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) (Fig.3-14). Dos silos de estocagem (Fig.3-10), a cal poderá passar pela moagem de cal (Fig.3-12) para redução da granulometria ou enviada para o cliente através dos modais ferroviário ou rodoviário (Fig.3-13 e 3-15). Os outros processos não indicados no fluxograma através de numeração, não fazem parte do processo estudado.

**FIGURA 3:** Fluxograma Mineração e Calcinação  
 Fonte: Adaptado da Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2009

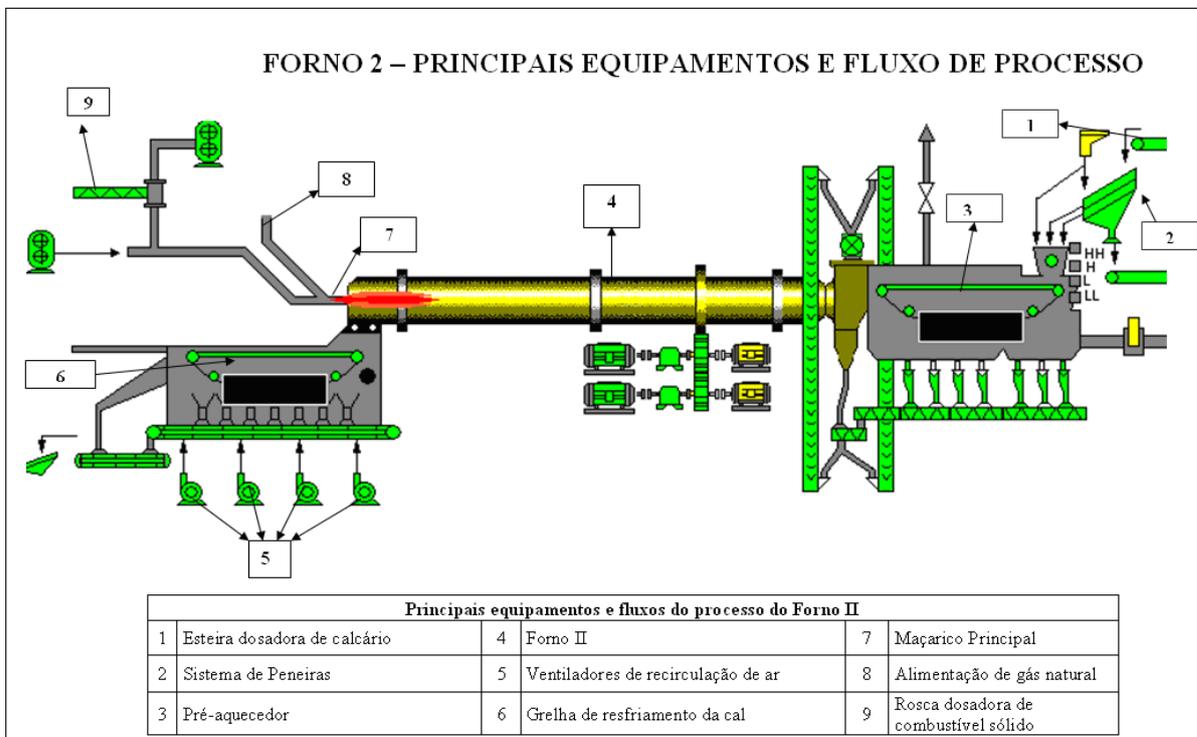


**Legenda/Tradução**

1	Perfuração e Jateamento	6	Estoque de Calcário	12	Britador de Cal
2	Carregamento	7	Peneira (Triagem de Calcário)	13	Trem/Caminhão/Navio
3	Caminhão Fora-de-Estrada	8	Forno Rotativo	14	Hidratador de Cal
4	Britagem Primária	9	Peneira (Triagem de Cal)	15	Trem/Caminhão/Navio
5	Britagem Secundária	10	Silo de cal em Pedra		

Na Figura 4, está representado o processo de calcinação e os principais equipamentos do forno de calcinação e fluxo de processo, em uma visão mais detalhada.

**FIGURA 4:** Fluxo do processo de forno de cal  
 Fonte: Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2011



No processo de calcinação, o calcário é dosado através da rosca dosadora de calcário (Fig. 04-1), e segue para sistema de peneiras (Fig.04-2), de forma que apenas o material com a granulometria ideal para processamento no forno entre no sistema. O calcário passa por um processo de pré-aquecimento (Fig.04-3), aproveitando a energia dos gases de combustão gerados no processo e iniciando o processo de descarbonatação. O material pré-aquecido e semicalcinado entra no forno (Fig.04-4) e percorre toda a sua extensão até a zona de queima, local de maior temperatura, onde ocorre o final do processo de descarbonatação. Em seguida a cal é resfriada (Fig.04-5 e 04-6) e o ar aquecido, proveniente deste resfriamento, vai para o forno servindo como ar de combustão. Após o resfriamento a cal produzida é estocada em silos e disponibilizada para comercialização.

Os combustíveis sólidos (Fig.04-9) e o gás natural (Fig.04-8) são admitidos ao forno através do maçarico principal (Fig.04-7), no qual, através de sistemas de dosagem, o operador controla a quantidade de energia necessária ao processo de descarbonatação.

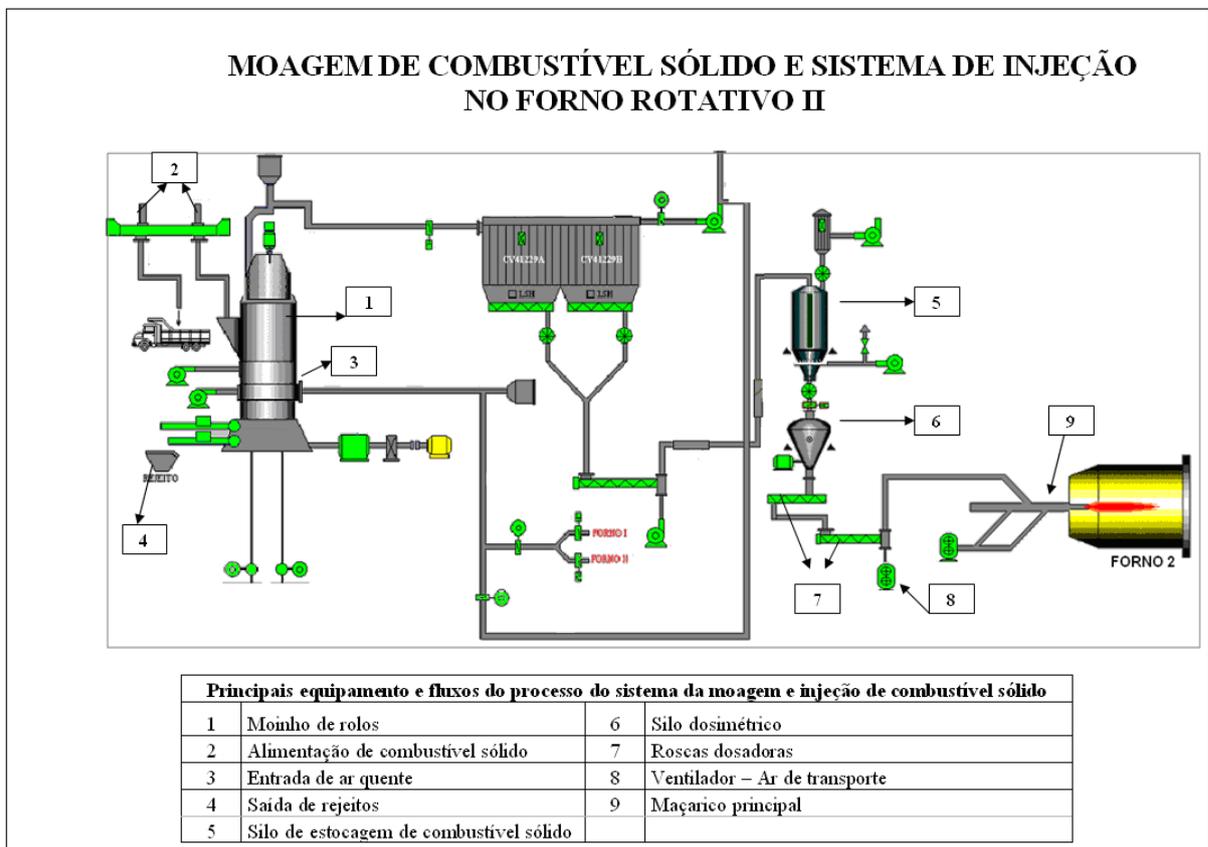
Todas as etapas do processo são controladas, através do painel de controle do forno, com a finalidade de garantir a regularidade e a qualidade da cal produzida.

### 3.3.1 Sistema de combustão

O sistema de combustão no processo de calcinação poderá ser através de injeção de combustível sólido, líquido ou gasoso.

No caso dos combustíveis sólidos, conforme apresentado na Figura 5, antes da alimentação no forno, os mesmos são moídos em moinhos de rolos (Fig.05-1) para obter finura adequada ao processo de queima no maçarico.

**FIGURA 5:** Fluxograma do sistema de moagem e injeção de combustível sólido no forno  
 Fonte: Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2011



Antes de serem moídos, os combustíveis sólidos brutos, coque de petróleo e moinha de carvão vegetal, são introduzidos ao circuito de moagem (Fig.05-2).

O gás quente, proveniente do forno, é utilizado no processo de moagem (Fig.05-3), retirando teor de água do combustível e garantindo uma melhor eficiência de moagem.

O rejeito (Fig.05-4) do processo da moagem, em sua maioria ricos em areia, são estocados e comercializados para indústrias cimenteiras, que os utilizam em seus processos de combustão.

Dos silos de estocagem (Fig.05-5), o combustível segue para o silo (Fig.05-6) e, posteriormente, para as roscas dosadoras (Fig.05-7). Através de sopradores de ar (Fig.05-8), o combustível é finalmente enviado para o maçarico principal (Fig.09-9), onde será queimado, fornecendo a energia térmica necessária à descarbonatação.

**Falar sobre o sistema de injeção de combustível líquido e gasoso.**

**De acordo com o IPT, a combustão completa é definida quando o combustível atinge sua forma de oxidação máxima e vários fatores podem influenciar no bom desempenho da combustão como relação de massa entre combustível e comburente, a temperatura, o excesso de ar, o tempo de permanência do combustível no meio comburente, dentre outros.**

**O parâmetro temperatura é um forte indicador de controle do processo, em função de sua elevação ou queda brusca, pode indicar reações de formações de silicatos, aluminato, dioxinas e furanos, aumento nas emissões atmosféricas, dentre outros. (como?)**

### **3.3.2 Combustível óleo reprocessado**

O óleo reprocessado, uma vez que também é oriundo da separação e filtragem de resíduos de resíduos de óleo em efluente líquido, é uma denominado, de acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), emulsão to tipo água em óleo, ou seja, a água é a fase dispersa e o óleo e a fase contínua. Ainda de acordo com o IPT, estudos mostram que este tipo de emulsão em combustíveis leves, quando apresentam uma porcentagem de água não superior a 15%, pode se obter a redução de emissão de material particulado, e eventual redução de excesso de ar de combustão.

O combustível utilizado no teste de combustão, conforme mencionado anteriormente, os óleos reprocessados são oriundo do processo de separação e filtragem de resíduos de óleo coletados e comercializados por empresas especializadas na atividade de gestão do meio ambiente, tais como: Brandt TR e Reciclagem Técnica do Brasil – Recitec. Estes resíduos contaminados são

gerados em diversos processos como: Empresas de Transporte/Logística, Minerações, Siderúrgicas, Manutenções Automotivas, Petrolíferas, Distribuidora de Combustíveis, Metalurgia. O óleo reprocessado é composto por uma mistura de óleos queimados diversos, borras oleosas, efluente líquido contendo óleo, dentre outros. Desta forma, faz-se necessário a separação e filtragem das partes sólidas que podem estar presentes no óleo. Outro ponto relevante é o controle do percentual de água que não deve apresentar-se superior a 15% para não interferir no poder calorífico do combustível, bem como nas emissões atmosféricas.

De acordo com o IPT, o poder calorífico é definido como a quantidade de calor liberado pelo combustível durante a queima completa do mesmo, nas condições de 25 °C de temperatura e 1 atm de pressão. O calorífico superior (PCS) é a soma de energia liberada em forma de calor e a energia gasta na vaporização da água que se forma em uma reação de oxidação. Enquanto que o poder calorífico inferior (PCI) é....

### **3.3.3 Emissões Atmosféricas**

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Os gases mais preocupantes em relação à emissão atmosférica no processo de combustão industrial, são os óxidos de nitrogênio (NOx), o material particulado (MP) e os compostos de enxofre (SOx). O monóxido de carbono (CO) e os compostos orgânicos voláteis (COV) são menos preocupantes uma vez que são emitidos a taxas muito pequenas quando os equipamentos estão operando em condições normais.

De acordo com o IPT, os NOx são formados no processo de combustão, através de uma reação química entre o oxigênio e nitrogênio. O ambiente favorável para a formação de NOx são altas temperaturas com a presença de oxigênio e a presença de composto de nitrogênio no combustível. O material particulado (MP) é formado através de presença material inorgânico no combustível que, após a queima, formam as cinzas. Já os SOx provém da queima de combustíveis fósseis como o óleo combustível, óleo diesel e a gasolina.

Ainda segundo o IPT, a emissão destes gases podem ser controladas através dos parâmetros de processo. As técnicas utilizadas para o controle da formação dos gases de NOx são: redução do excesso de ar para o menor valor possível sem causar emissão de CO e fuligem pela chaminé, podendo reduzir de 17 a 38% no teor da emissão; realização de recirculação interna dos gases que reduz a formação de óxido nítrico (NO), um tipo de NOx; redução da

temperatura de preaquecimento do ar para diminuir a temperatura de pico de chama. Em relação a prevenção da emissão de MP, os combustíveis deverão ter baixo teor de cinzas e a implantação dos controles filtro de mangas e eletrostático são necessários para cumprimento da legislação vigente. Já a formação do SOx poderá ser evitada com baixo excesso de ar, com o controle da temperatura e queima de combustíveis com baixa concentração de enxofre. (IPT, 2006).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro momento, foram realizadas análises das principais características físico-químicas para identificação das propriedades do óleo reprocessado. Em seguida foram realizados testes de combustão com o combustível óleo reprocessado, para verificação da viabilidade técnica, econômica e ambiental.

### 4.1 Condições operacionais

O teste de queima do combustível óleo reprocessado foi realizado no forno rotativo de calcinação, no período de 02 a 04/03 de 2011, com duração de 24 horas subdivididas em 3 (três) dias, ou seja, 8 horas/dia, porém a alimentação efetiva do óleo foi de aproximadamente 4 horas/dias, o restante do tempo foi utilizado para ajustes dos parâmetros de processo, conforme demonstra a Tabela 1 abaixo.

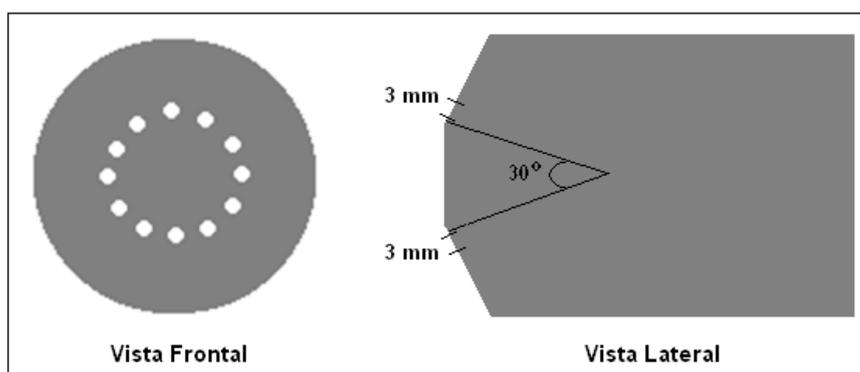
**TABELA 1:** Cronograma de realização do teste

<b>Data</b>	<b>Teste</b>	<b>Duração</b>
02/03/2011	Ajuste inicial dos parâmetros de processo, medições ambientais, coletas de cal e pó semicalcinado.	08 horas
03/03/2011	Ajuste inicial dos parâmetros de processo, medições ambientais, coletas de cal e pó semicalcinado.	08 horas
04/03/2011	Ajuste inicial dos parâmetros de processo, medições ambientais, coletas de cal e pó semicalcinado.	08 horas

A realização do teste com a utilização do combustível óleo reprocessado compreendeu as etapas de preparação do processo (vazão e proporção do combustível, vazão de ar de combustão, controle da temperatura de queima, pressão), preparação dos equipamentos ( linha de alimentação do calcário e combustíveis, exaustores e filtros de controle de emissão de material particulado, medições ambientais e coletas de combustíveis, cal e pó semicalcinado para análises.

Devido o óleo reprocessado apresentar, em sua composição, uma porcentagem variável de água, não houve armazenamento do óleo em silos. Desta forma, o óleo reprocessado foi injetado diretamente na lança do maçarico principal, uma vez que esta zona apresentou condições térmicas suficientes para queimar todo material injetado. A mesma é composta de bico injetador com 12 furos de 3 mm de diâmetro cada, conforme demonstrado na Figura 6 abaixo.

**FIGURA 6:** Esquema do bico injetador de combustível utilizado – vista frontal e lateral  
Fonte: Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2011



As quantidades de combustíveis utilizados no momento do teste foram de duas toneladas/hora de moínha de carvão, três toneladas/hora de coque de petróleo, e duas toneladas e meia de óleo reprocessado por hora. Não foi utilizado o gás natural no momento por não ser um combustível utilizado diariamente nesta planta industrial. Este combustível, por ser considerado um combustível de energia limpa, não afetaria os resultados.

O processo de combustão foi analisado e acompanhado durante todo o teste de queima com combustível óleo reprocessado, principalmente o parâmetro temperatura que é um forte indicador de oscilação do processo. Em função da elevação ou queda da temperatura, o parâmetro pode indicar reações de formações de silicatos, aluminato, dioxinas e furanos, dentre outros.

Conforme mencionado anteriormente, o óleo reprocessado utilizado no teste foi fornecido pela Brandt TR que, antes da comercialização, realizou o processo de blendagem e filtragem dos resíduos de óleo contaminado recebidos de diversos segmentos, tais como: Transportadoras, Minerações, Siderúrgicas, Manutenções Automotivas, Petrolíferas, Distribuidora de Combustíveis, Metalurgia. O óleo reprocessado é composto por uma mistura

de óleos queimados diversos, efluente líquido com óleo, dentre outros. Portanto, trata-se de uma mistura de diversos tipos de óleos, denominados, óleos reprocessados.

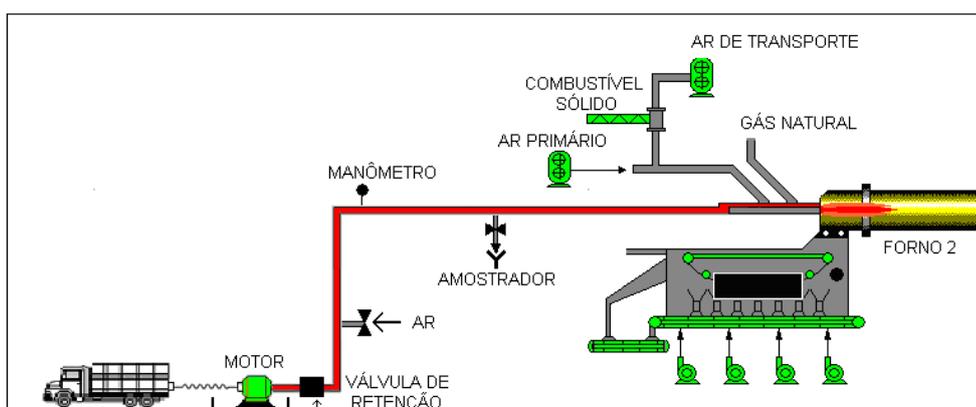
Durante o teste de queima com o óleo reprocessado foi utilizado para o sistema de injeção caminhão tanque, mangueiras e válvulas de conexão, conforme demonstra a Figura 7. Os equipamentos e instrumentos utilizados foram: motor 40 CV/ 1175 rpm / 60 hertz, manômetro 0-70 kgf/cm<sup>2</sup>, válvula de retenção, conforme demonstra a Figura 7 abaixo:

**Figura 7:** Sistema de injeção do óleo, caminhão tanque, mangueiras (lado esquerdo) e válvulas de conexão (lado direito)



Durante a realização dos testes com o combustível óleo reprocessado, o mesmo foi injetado através de uma linha independente, passando sobre o maçarico principal do forno, conforme apresentado na Figura 8 abaixo, na qual a linha em vermelho representa a linha de injeção do combustível testado.

**FIGURA 8:** Esquema do sistema de alimentação do óleo reprocessado



## **4.2 Sistema de controle de emissões atmosféricas**

O processo de calcinação é dotado de uma série de controles operacionais a fim de assegurar a mitigação dos impactos oriundos das suas atividades.

As Figuras 12 e 13 apresentam os principais equipamentos e fluxos dos filtros de mangas e eletrofiltro do Forno.

Os gases de combustão são exauridos do forno sob a ação dos ventiladores de tiragem (Fig. 11-3). O fluxo dos gases se divide entre o eletrofiltro (Fig.11-1) e o filtro de mangas (Fig. 11-2).

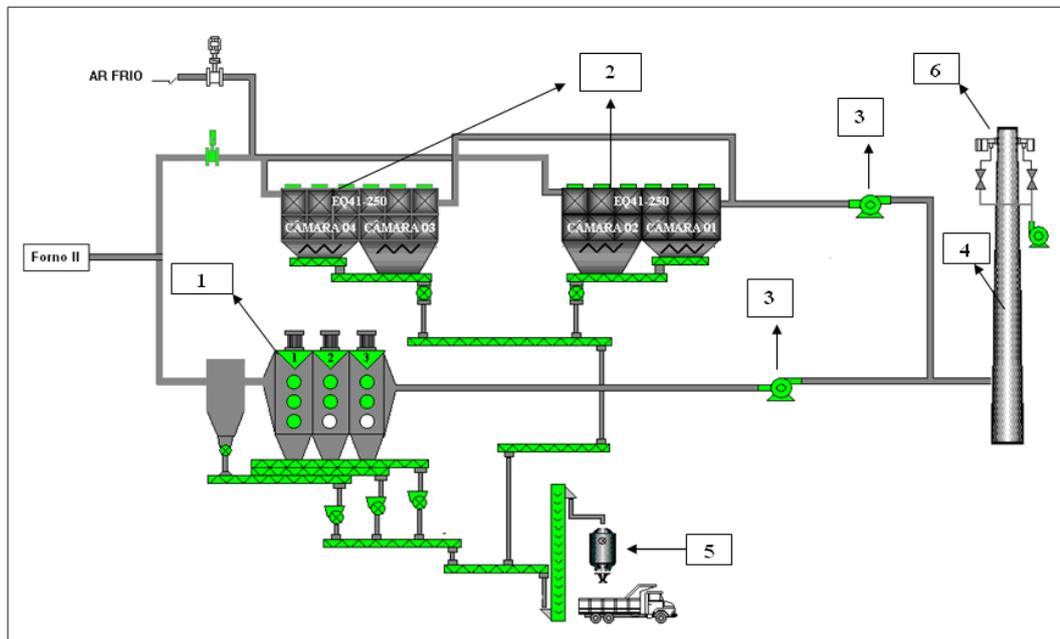
No filtro de mangas os gases oriundos do forno passa pelas mangas filtrantes, onde o material particulado fica retido e em seguida descarregado no fundo do filtro e transportado para silos de estocagem. Para não danificar os elementos filtrantes e assim preservar a eficiência do filtro, os gases são previamente resfriados, de 300 para 180 °C, antes de entrar no filtro.

Já no eletrofiltro, os gases passam por câmaras com campo magnético atuante. O material particulado fica retido em placas que, em tempos regulares, durante os batimentos, se desprendem e acumulam no fundo do filtro. Através de roscas, são transportados para silos de estocagem. Os eletrofiltros são desarmados quando a concentração de monóxido de carbono (CO) nos gases ultrapassa o limite máximo que é de 0,8%, por questões de segurança, para evitar a explosão do mesmo, já que CO é gás comburentes, através de interbloqueio com a marcha operacional do forno.

O material particulado retido nos filtros é denominado semicalcinado (Fig.9-5). Os gases purificados seguem o fluxo de tiragem e tem sua emissão para a atmosfera através da chaminé de alvenaria (Fig.9-4), onde foi realizado os monitoramentos atmosféricos durante o teste de queima com o combustível óleo reprocessado.

**FIGURA 9:** Fluxograma do filtro do forno

**Principais equipamentos e fluxos do eletrofiltro e filtros de mangas do Forno II**



Principais equipamento e fluxos do processo do filtro de mangas do Forno II			
1	Eletrofiltro	4	Charminé
2	Filtros de mangas	5	Silo de estocagem e coleta do material semi-calcinado.
3	Exaustor / Ventilador de tiragem induzida	6	Dispositivo de controle de emissão atmosférica / opacímetro

**FIGURA 10:** Filtro de mangas do forno  
 Fonte: Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2011



**FIGURA 11:** Eletrofiltro do forno



O sistema de intertravamento da injeção de combustível da unidade fabril é composto por analisadores de gás monóxido de carbono (CO), posicionados na entrada do forno e na entrada do eletrofiltro. Como já foi mencionado anteriormente, caso a porcentagem de gás CO atinja valores superiores a 0,80% na entrada do eletrofiltro, por um período maior de 10 segundos, o mesmo irá desarmar evitando o risco de explosão. A injeção de combustível instantaneamente reduzirá a alimentação de combustível, até a estabilização do percentual de CO, em níveis aceitáveis. A retomada acontecerá gradativamente, após a estabilização do processo.

Outro ponto de intertravamento é em relação à temperatura do processo. Caso a temperatura na entrada do forno esteja abaixo de 900 °C o combustível óleo reprocessado não é injetado, conferindo assim temperatura adequada de queima completa. Desta forma, atua também como importante controle de emissões atmosféricas, uma vez que inviabiliza a formações de reações químicas indesejáveis ao processo.

#### 4.2.1 Descrição dos pontos de coleta de amostras

##### 4.2.1.1 Cal

A cal produzida passa pelo processo de resfriamento através de ar de sopragem, antes de chegar aos silos de estocagem, onde foi coletada para análise de controle de processo. Durante os três dias de teste, a cal foi coletada no período de 1 em 1 hora, o que permitiu obter amostra composta de cal para análise.

#### 4.2.1.2 Semicalcinado

O pó semicalcinado, oriundo do processo de filtragem dos gases do forno, tem seu controle na entrada no silo de armazenamento, onde é coletado para análise de sua composição, durante a realização do teste, também no período de 1 em 1 hora, o que permitiu obter amostra composta de cal para análise.

#### 4.2.1.3 Emissões atmosféricas

As emissão atmosférica oriundas do teste de queima com o óleo reprocessado, foram monitoradas nas chaminé do forno rotativo, Figura 12, através de monitoramento pontual, realizado por uma empresa terceirizada.

**FIGURA 12:** Chaminés dos fornos  
Fonte: Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2011



#### 4.2.2 **Relação de parâmetros monitorados**

A legislação ambiental adotada como base para realização do teste de combustão com óleo reprocessado, foi a Resolução CONAMA nº 316 de 29 de Outubro de 2002, devido ser a legislação mais restritiva e abrangente em relação aos parâmetros e seus limites. Segue abaixo os parâmetros analisados:

##### 4.2.2.1 Emissões atmosféricas

- Temperatura, vazão, pressão e umidade dos gases

- Material Particulado, Óxidos de Enxofre (SO<sub>x</sub>), Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>), Ácido Clorídrico (HCl), Ácido Fluorídrico (HF).
- Metais Pesados:

**TABELA 2:** Parâmetros de amostragens de emissão atmosférica

Item	Elemento	Item	Elemento
1	Chumbo (Pb)	10	Antimônio (Sb)
2	Cromo (Cr)	11	Telúrio (Te)
3	Mercúrio (Hg)	12	Selênio (Se)
4	Arsênio (As)	13	Cianetos (Cn)
5	Cádmio (Cd)	14	Níquel (Ni)
6	Cobre (Cu)	15	Fluoretos (F)
7	Manganês (Mn)	16	Platina (Pt)
8	Tálio (Tl)	17	Ródio (Rh)
9	Cobalto (Co)	18	Vanádio (V)

- Dioxinas e Furanos.
- Compostos Orgânicos Voláteis.
- Bezeno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), Monóxido de Carbono (CO) e Oxigênio (O<sub>2</sub>).

#### 4.2.2.3 Produto cal

- Metais pesados (Pb, Cr, Hg, As, Cd, Cu, Mn, Tl, Co, Sb, Te, Zn e Ni)
- Dioxinas e Furanos
- Compostos Orgânicos Voláteis

#### 4.2.2.4 Combustível óleo reprocessado

- Metais pesados (Pb, Cr, Hg, As, Cd, Cu, Mn, Tl, Co, Sb, Te, Zn e Ni)
- Compostos Orgânicos Voláteis
- Dioxinas e Furanos

- Poder Calorífico.

#### 4.2.2.5 Semicalcinado

- Metais pesados (Pb, Cr, Hg, As, Cd, Cu, Mn, Tl, Co, Sb, Te, Zn e Ni)
- Dioxinas e Furanos
- Compostos Orgânicos Voláteis

#### 4.2.3 Metodologia, equipamento de coleta e análises

Nas Tabelas 3, 4 e 5 abaixo, estão descritos à metodologia de análises, os equipamentos utilizados na coleta e no laboratório, conforme a ABNT.

**TABELA 3: Metodologia de análises**

<b>METODOLOGIA DE ANÁLISES</b>
ABNT NBR 10.701 – Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias.
ABNT NBR 10.702- Determinação de massa molecular base seca em efluentes gasosos de dutos fontes estacionárias.
ABNT NBR 11.966 – Determinação de velocidade e vazão.
ABNT NBR 11.967 – Determinação umidade.
ABNT NBR 12019 e 12020 – Determinação de material particulado em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.
ABNT NBR 11.966, 12020 e 12021- Determinação de SO <sub>2</sub> , e névoas de ácido sulfúrico em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.
US EPA 0030 – Amostragem de compostos orgânicos voláteis.
CETESB L9. 229 – Determinação de óxido de nitrogênio NO <sub>x</sub> em dutos e chaminés de fontes estacionárias.
US EPA 23, PMEA 2010, CETESB – nº 010/2010/P, ABNT NBR 11966, 12019, 12020 e 12021- Determinação de dioxinas e furanos PAH's e material particulado.
CETESB / L9. 231, ABNT NBR 12019 e 12020 – Determinação de HCL e CL <sub>2</sub> livre em efluentes gasosos de dutos e chaminé de fontes estacionárias
CETESB L9. 213, ABNT NBR 12019 e 12020 – Determinação de material

particulado e fluoretos em efluentes gasosos de dutos e chaminés de fontes estacionárias.
NR 18 – Planejamento de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias.
ABNT NBR 12019 – Determinação de material particulado ensaio de laboratório.
ABNT NBR 12021 - Determinação de SO <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> e névoas de ácido sulfúrico de efluentes atmosféricos ensaio de laboratório.
CETESB L9. 229 – Determinações de óxido de nitrogênio NO <sub>x</sub> ensaios de laboratório
CETESB / L9. 231 – Determinação de HCL e CL <sub>2</sub> em efluentes atmosféricos.

**TABELA 4:** Equipamentos utilizados na coleta

<b>EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA COLETA</b>
Coletor Isocinético CIPA 02
Termopar indicadores de temperatura gasômetro
Coletor Isocinético CIPA 05
Coletor Isocinético CIPA VOC
Sonda Pitot
Boquilhas
Tubo Pitot's
Termopar fluxo gasoso sonda Pitot's

**TABELA 5:** Equipamentos utilizados no laboratório

<b>EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NO LABORATÓRIO</b>
Absorção Atômica
Espectrofotômetro de Massa
Plasma
Balanças e vidrarias em geral

Todos os equipamentos utilizados no teste de combustível alternativo foram calibrados conforme a Norma ABNT NBR 12.020 – Efluentes gasosos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Combustíveis

#### 5.1.1 Poder Calorífico

A Tabela 6 demonstra os resultados obtidos para as análises de calorífico superior (PCS) dos combustíveis utilizados no momento do teste (coque de petróleo, moinha de carvão e óleo reprocessado), sendo que as análises dos dois primeiros combustíveis citados foram realizadas em laboratório interno e do último, respectivamente, em laboratório externo.

**TABELA 6:** Poder calorífico superior (PCS) dos combustíveis  
Fonte: Mineração Belocal – Grupo Lhoist, 2009 /  
\*Relatório nº 3020-11/02-11 Analytical Solutions

<b>Parâmetro</b>	<b>Coque de petróleo (kcal/kg)</b>	<b>Moinha carvão vegetal (kcal/kg)</b>	<b>Óleo Reprocessado (kcal/kg)</b>
Poder calorífico superior	8.400	5.000	12.000*

O óleo reprocessado apresentou um poder calorífico superior em relação aos combustíveis convencionais. O fato deve-se à sua formação por cadeias longas de hidrocarboneto, o que oxidam facilmente, liberando calor. O PCS do coque de petróleo apresentou valor inferior quando comparado ao óleo reprocessado e superiores quando comparados com a moinha de carvão vegetal, o que no segundo caso justifica pelo o fato de apresentar elevado teor de carbono fixo e baixo teor de cinzas.

#### 5.1.2 Caracterização

Foi realizado uma caracterização físico-química do óleo reprocessado para verificação da composição do mesmo, conforme demonstra a Tabela 7 abaixo:

**TABELA 7:** Caracterização óleo reprocessado  
 Fonte: Relatório nº 17090CS Analytical Solutions

<b>Parâmetro</b> Unidade mg/L	<b>Resultado de Análise</b> Amostra A	<b>Resultado de Análise</b> Amostra B	<b>Limite da Legislação</b> (ABNT/NBR 10.004/2004, Anexo F)
Bário	5,97	-	70,0
Cromo Total	<b>23,30</b>	<b>16,40</b>	5,0
Fluoreto	0,27	0,54	150,0
Benzeno	0,0450	<b>1,9630</b>	0,5
Clorofórmio	0,006	-	6,0
Tetracloroetileno	0,7	1,3180	4,0
Tricloroetileno	0,0070	0,076	7,0
Cloreto de Vinila	-	0,1430	0,5

Antes da realização do teste com a utilização do combustível óleo reprocessado, foi realizado a caracterização do óleo em duas amostras, A e B. Em relação aos compostos inorgânicos e orgânicos, cromo total e benzeno, respectivamente, os resultados das amostras A e B, apresentaram nível de toxicidade, de acordo com os limites estabelecidos pelo Anexo F da ABNT/NBR 10.004/2004, que determina a concentração máxima no extrato obtido no ensaio de lixiviação. Este resultado não impede que o óleo seja utilizado, o que deve ser observado é que, caso seja necessário um eventual descarte do mesmo, deverá ser realizado em cumprimento aos procedimentos relacionados aos resíduos Classe I, de acordo com a mesma norma. Em relação às emissões atmosféricas, os compostos apontados na caracterização dos combustíveis em geral, devem ser rastreados nos monitoramentos das emissões, bem como nos resíduos gerados no processo e produto final.

### **5.1.3 Teores de enxofre, cinzas e umidade**

A Tabela 8 apresenta os teores de enxofre, cinzas e umidade do combustível óleo reprocessado em comparação com os combustíveis convencionais (coque de petróleo e moinha de carvão) utilizados no teste de combustão.

**TABELA 8:** Teores de enxofre, cinzas e umidades dos combustíveis  
Fonte: Mineracao Belocal – Grupo Lhoist, 2011

Parâmetro	Óleo reprocessado	Coque de petróleo	Moinha de carvão vegetal
Enxofre (%)	Não detectável	0,5	Não detectável
Cinzas (%)	Não detectável	0,6	15
Umidade (%)	Não aplicável	9,0	8 – 10

O óleo reprocessado e a moinha de carvão vegetal não apresentaram percentagem de enxofre enquanto o coque de petróleo apresentou 0,5%, resultado favorável ao processo. De acordo com a definição da Petrobrás, o coque de petróleo, em suas características gerais, apresenta uma percentagem máxima de 1% e típico de 0,7% em base seca (Petrobrás, 2011). O teor de cinzas encontrado no coque de petróleo foi baixo, 0,6%, o que era esperado. A moinha de carvão apresentou valores mais altos, 15%, o que também era esperado, devido às características do combustível. ( a degradação do material orgânico faz com que gerem cinzas e que correspondem aos elementos minerais). Umidade é um parâmetro utilizado para combustíveis sólidos. Os mesmos apresentaram umidades próximas e favorável ao processo de combustão.

A Tabela 9 apresenta as vazões médias de alimentação dos combustíveis empregados no processo. As vazões<sup>8</sup> foram ajustadas durante o processo, de forma a fornecer a quantidade de energia térmica necessária. A vazão dos combustíveis sólidos varia conforme o tipo de mix utilizado.

---

<sup>8</sup> Vazão: volume de determinado material por unidade de tempo. (IPT, 2006)

**TABELA 9:** Vazão média os combustíveis utilizados no processo  
 Fonte: Mineracao Belocal – Grupo Lhoist, 2011

<b>Parâmetro</b>	<b>Óleo reprocessado</b>	<b>Moinha de carvão vegetal</b>	<b>Coque de petróleo</b>
Vazão (t/h)	2,5 t/h	2 t/h	3 t/h

Houve uma substituição parcial do combustível convencional pelo óleo reprocessado que, representou cerca de 7% no dia de produção, considerando que a queima efetiva do óleo reprocessado foi de 4 horas/ dia e dos combustíveis convencionais 24 horas/dia. Desta forma foi utilizado 2,5 t/h de óleo reprocessado, 2 t/h de moinha de carvão e 3 t/h de coque de petróleo.

#### **5.1.4 Ar primário e ar secundário**

##### 5.1.4.1 Vazão de alimentação, temperatura e água de vapor

A tabela 10 apresenta a vazão média do ar de combustão (primário e secundário) do Forno durante o teste com óleo reprocessado.

**TABELA 10:** Vazão média de ar de combustão  
 Fonte: Mineracao Belocal – Grupo Lhoist, 2011

<b>Ar de combustão</b>	<b>Vazão média (Nm<sup>3</sup>/h)</b>
Ar primário	6000
Ar secundário	62000

A vazão média de ar primário foi de 6.000 Nm<sup>3</sup>/h e 62.000 Nm<sup>3</sup>/h de ar secundário, o que foi ideal para o processo de combustão, considerando o mix e quantidade de combustível disponível.

A tabela 11 apresenta as temperaturas médias do ar de combustão (primário e secundário) no forno de cal durante o teste com óleo reprocessado.

**TABELA 11:** Temperaturas médias de ar de combustão  
Fonte: Mineracao Belocal – Grupo Lhoist, 2011

Ar de combustão	Temperatura (°C)
Ar primário	80
Ar secundário	750-850

O ar primário, que se mistura ao combustível no queimador, atingiu a temperatura de 80 °C, enquanto que o ar secundário, que se mistura ao combustível dentro do forno, atingiu a temperatura de 850 °C, sendo considerado condições normais do processo. O processo de fabricação de cal não consome água de forma contínua, e não utiliza vapor para nebulizar ou aquecer linhas de combustíveis

## **5.2 Viabilidade técnica e eficiência energética**

Durante o teste, pôde ser observado que o óleo reprocessado apresentou uma combustão favorável, sendo viável a utilização deste óleo como substituição parcial da matriz energética para o processo de calcinação.

Foram encontrados pequenos desvios operacionais como, problemas iniciais com o bombeamento do combustível, devido à baixa rotação do motor, ocasionando uma redução na vazão até a paralisação do mesmo. Na linha de alimentação foram detectados limalhas de ferro, presentes no óleo, causando entupimento na linha de abastecimento. O comprimento da mangueira de transmissão do óleo estava maior que o necessário, dificultando a passagem do mesmo. O diâmetro do bico injetor era insuficiente para passagem do combustível, dificultando a injeção.

Depois de observadas as dificuldades técnicas durante o teste, foram realizadas ações imediatas para reverter o problema como: aumento da rotação do motor, instalação de filtro pra a retirada de limalhas, redução na mangueira de alimentação e aumento do diâmetro do bico injetor. Logo após de realizadas as modificações, o teste teve prosseguimento sem novas interrupções, apresentando bom desempenho da linha de alimentação e da vazão de queima do óleo no maçarico.

Através das análises do óleo reprocessado, o poder calorífico apresentou uma média de 11.000 kcal/kg entre poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI), considerando que o PCS encontrado na amostra foi de 12.000 kcal/kg, conforme demonstrado na Tabela 01. Em

análises realizadas com os combustíveis tradicionais, coque de petróleo e moinha carvão, o PCS verificado nas amostras, apresentaram uma variação de 5.000 a 8.400 kcal/kg, conforme evidenciado na Tabela 6. Desta forma, conclui-se que nestes lotes amostrados, o combustível óleo reprocessado, tem apresentado poder calorífico favorável, dado importante para a caracterização da viabilidade técnica do processo. No processo de combustão do combustível, conforme demonstra a Figura 8 (Esquema do Sistema de Alimentação do Óleo Reprocessado), não haverá geração de resíduos, uma vez que a injeção é imediata no maçarico em alta temperatura, aproximadamente 1.000 °C, o que possibilita ocorrer uma combustão imediata e completa.

Em relação à origem do combustível óleo reprocessado, o mesmo é oriundo de diversos segmentos como de transporte/logística, minerações, siderúrgicas, manutenções automotivas, petrolíferas, distribuidora de combustíveis, metalurgia, como mencionado anteriormente. Desta forma, por se tratar de uma mistura de óleos, poderá haver uma variação em sua composição quando comparada uma amostra a outra.

Sendo assim, é importante garantir a homogeneização, uma vez que normalmente há presença de água na mistura. Devido a este fator, foi adotado o método de injeção do combustível diretamente no maçarico do forno, evitando qualquer separação da água contida no óleo, o que poderia diminuir o poder calorífico do combustível, dificultando a combustão.

Em relação à caracterização das amostras de óleos reprocessados, conforme demonstra a Tabela 7 e no Anexo 1, foi caracterizado pela ABNT NBR 10.004/2004 como Classe I, devido suas características de periculosidade<sup>9</sup>, como a inflamabilidade<sup>10</sup> e toxicidade.

### 5.2.1 Dados técnicos e Temperatura

A Tabela 12 apresenta os dados técnicos do forno de calcinação e a Tabela 13, demonstra o perfil das temperaturas médias de operação nas principais zona, durante operação.

---

<sup>9</sup> de acordo com a NBR ISO 14001:2004, periculosidade é a característica apresentada por um resíduo que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas pode apresentar risco à saúde ou ao meio ambiente.

<sup>10</sup> de acordo com a NBR ISO 14001:2004, inflamabilidade é se apresentar na fase líquida e tiver ponto de fulgor inferior a 60°C, determinado conforme ABNT NBR 14598 ou equivalente, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume;

**TABELA 12:** Dados técnicos do forno  
 Fonte: Mineracao Belocal – Grupo Lhoist, 2011

<b>Atributo</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade de medida</b>
Tipo	Rotativo	-
Fabricante	POLYSIUS	-
Capacidade Nominal	1200	ton/h
Tamanho	4,4 x 90,0	m
Inclinação	3	%
Ano de Fabricação	1982	-

O forno utilizado para o teste foi fabricado no ano de 1982, do tipo rotativo, cujo fabricante é Polysius. É constituído de um cilindro oco, ligado à um eixo central. O equipamento é revestido com refratário para altas temperaturas e isolante térmico. O comprimento do forno é de 90 metros de largura por 4,4 metros de diâmetros com capacidade nominal de 1.200 toneladas por hora. A inclinação do equipamento é de 3% no sentido de entrada e saída do material. Conforme a Figura 4 o forno é dotado de pré-aquecedor, onde o calcário inicia o processo de descarbonatação a uma temperatura média de 300 °C. Na entrada do forno a temperatura varia de 900 a 1000 °C, na zona de queima, onde a temperatura é mais elevada, varia de 1100 a 1500 °C. Na saída do forno a temperatura varia de 700 a 950 °C, onde a cal começa a resfriar.

O controle da temperatura se faz necessário para não obter cal requeimada, colagem da cal nas paredes do equipamento e ainda elevadas taxas das emissões atmosféricas.

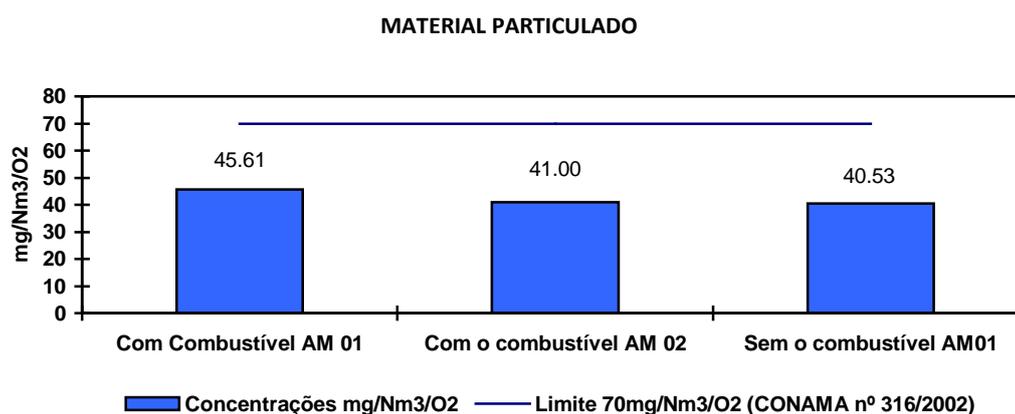
**TABELA 13:** Perfil de temperaturas médias do forno  
 Fonte: Mineracao Belocal – Grupo Lhoist, 2011

<b>Local</b>	<b>Entrada Resfriador</b>	<b>Zona de queima do Forno</b>	<b>Entrada do Forno</b>	<b>Saída Pré-aquecedor</b>
Temperaturas (°C)	700 - 950	1100 - 1500	900 - 1000	300

### 5.3 Emissões Atmosféricas

Em relação às emissões atmosféricas foi adotada a Resolução CONAMA nº 316, de novembro de 2002 (Brasil, 2002), pelo motivo de ser a norma mais abrangente em relação aos parâmetros e restrita em relação aos limites. Desta forma, foram analisados todos os parâmetros da norma, conforme descritos abaixo:

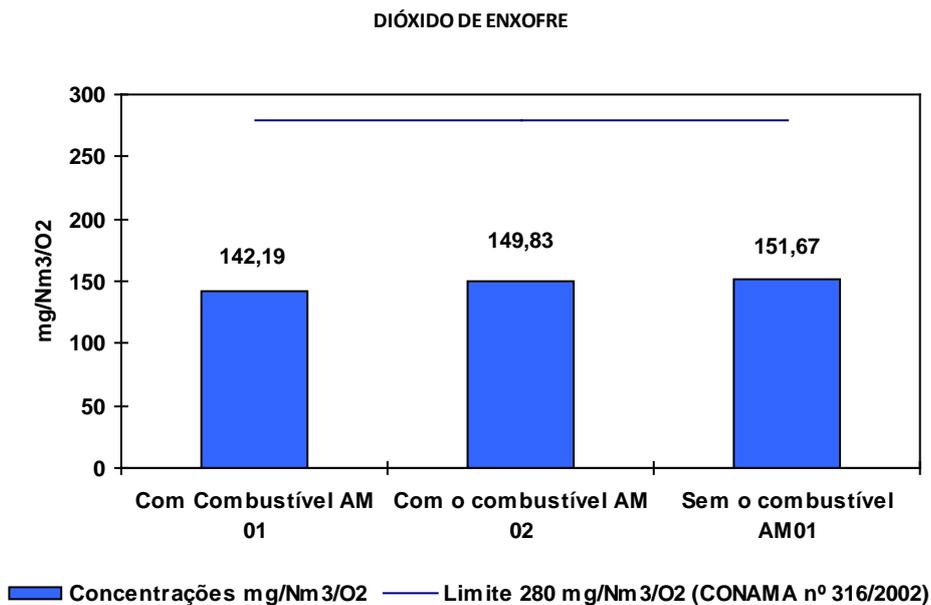
**FIGURA 13:** Medição de material particulado (MP)  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 13 demonstra que a média da emissão de material particulado encontrada entre as três amostras (AM 01, AM 02, AM 03) foi de 42,38mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, o que representa 39,45% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente. A mesma estabelece o limite de 70 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>.

**FIGURA 14: Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>)**

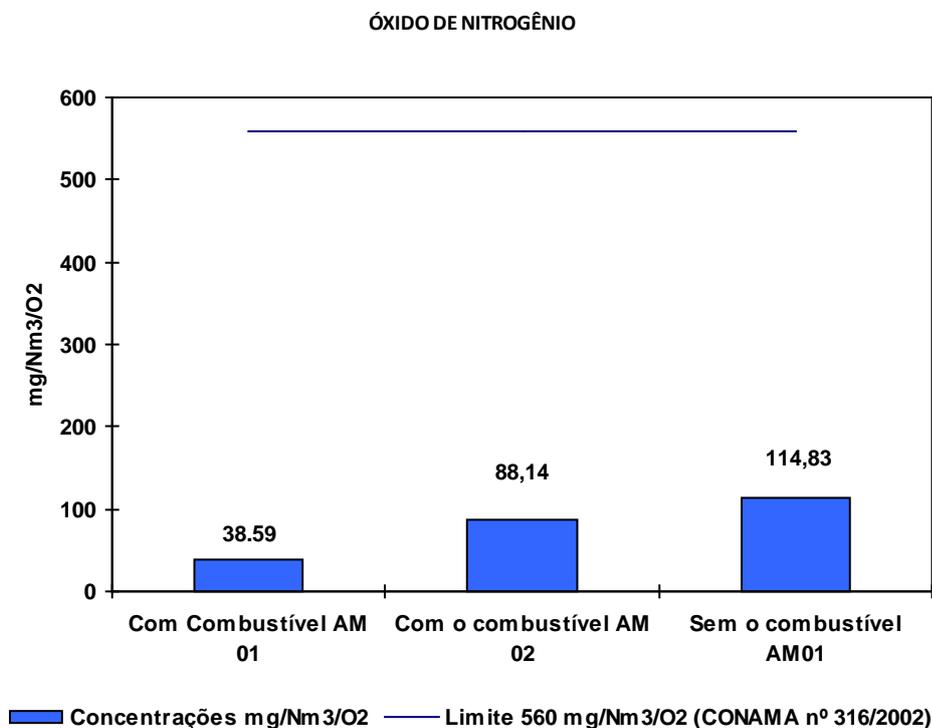
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 14 representa a média de dióxido de enxofre encontrada entre as três amostragens (AM 01, AM 02, AM 03) foi de 147,90 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, o que representa 47,18 %, abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que é limitado em 280 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>.

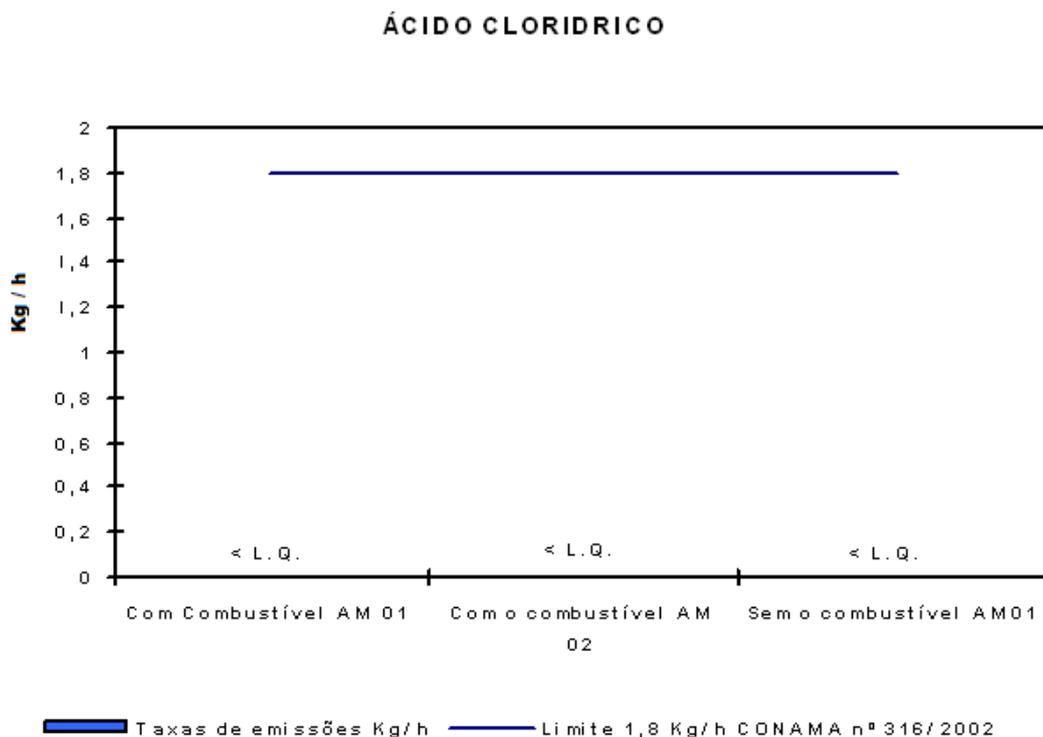
**FIGURA 15: Óxido de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>)**

Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



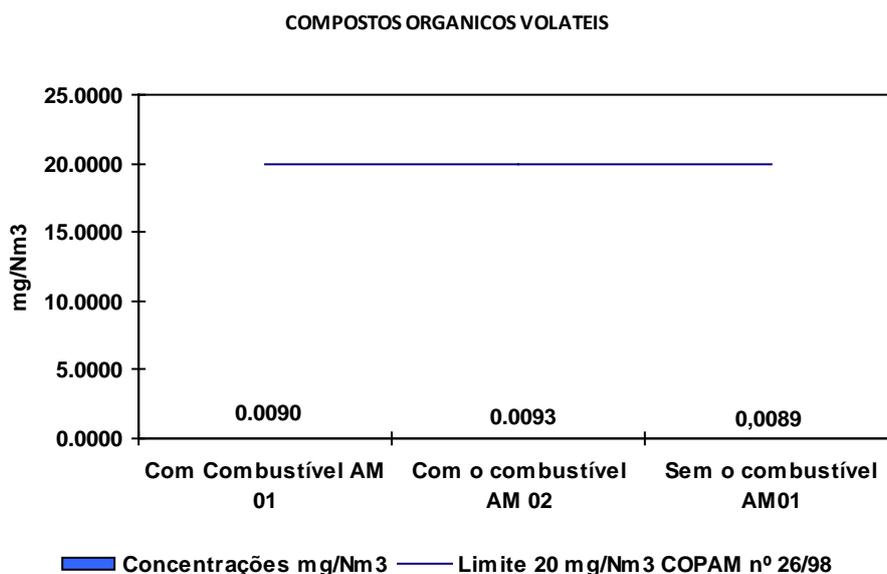
A Figura 15 demonstra que a média de óxido de nitrogênio encontrada entre as três amostragens (AM 01, AM 02, AM 03) foi de 80,52 mg/Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, o que representa 85,62% abaixo do limite estabelecido pela legislação, que encontra-se limitado em 560 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>.

**FIGURA 16:** Ácido clorídrico (HCL)  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 16 demonstra que o ácido clorídrico apresentou-se menor que o limite de quantificação (L.Q) nas três amostras ( AM 01, AM 02, AM 03), portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina 1,8 Kg/h.

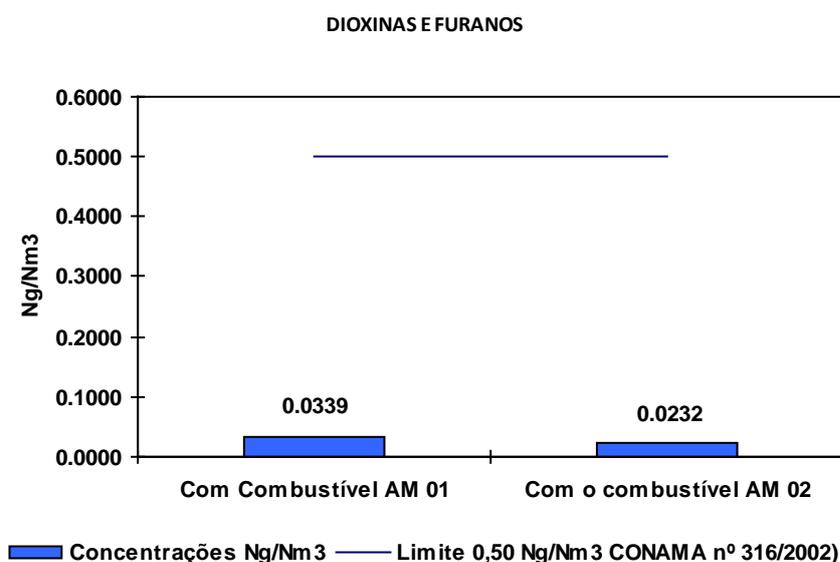
**FIGURA 17:** Compostos orgânicos voláteis (COV)  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 17 demonstra que a média de Compostos Orgânicos Voláteis encontrada entre as três amostras (AM 01, AM 02, AM 03) foi de 0,0090 mg/ Nm<sup>3</sup>, apresentando-se 99,95% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite de 20 mg/ Nm<sup>3</sup>.

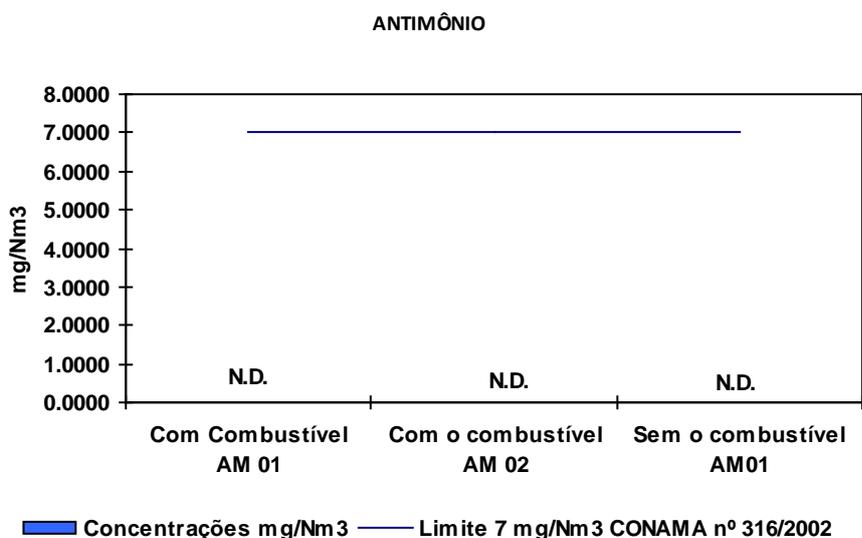
Neste caso, foi adotada a Deliberação Normativa COPAM nº 26 de julho de 2008 (Minas Gerais, 2008), por ser a legislação mais restritiva em relação a este parâmetro e devido à Resolução CONAMA nº 316, de novembro de 2002 (Brasil, 2002) não ter limite estabelecido para o parâmetro Compostos Orgânicos Voláteis.

**FIGURA 18:** Dioxinas e Furanos  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 18 demonstra que a média de Dioxinas e Furanos encontrada entre as duas amostras (AM 01, AM 02) foi de 0,0285 mg/ Nm<sup>3</sup>, apresentando-se 94,29% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite de 0,50 Ng/ Nm<sup>3</sup>.

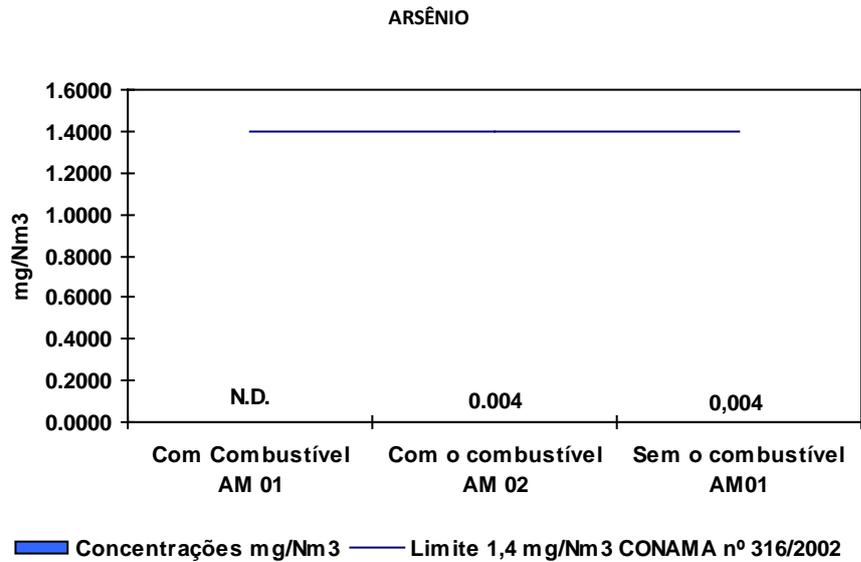
**FIGURA 19: Antimônio (Sb)**  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 19 demonstra que sob parâmetro Antimônio não foi detectável acima do limite de quantificação (N.D) nas três amostras (AM 01, AM 02, AM 03), apresentando-se, portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina 7 mg/Nm<sup>3</sup>.

**FIGURA 20: Arsênio (As)**

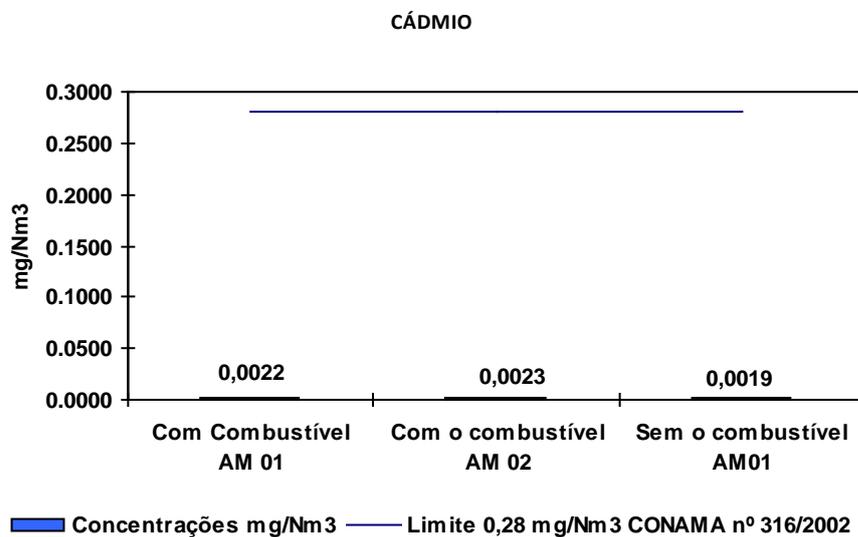
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 20 demonstra que o Arsênio, apresentou média, entre as três amostragens (AM 01, AM 02, AM 03) de 0,002, portanto, 99,86% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite de 1,4 mg/ Nm<sup>3</sup>.

**FIGURA 21: Cádmi (Cd)**

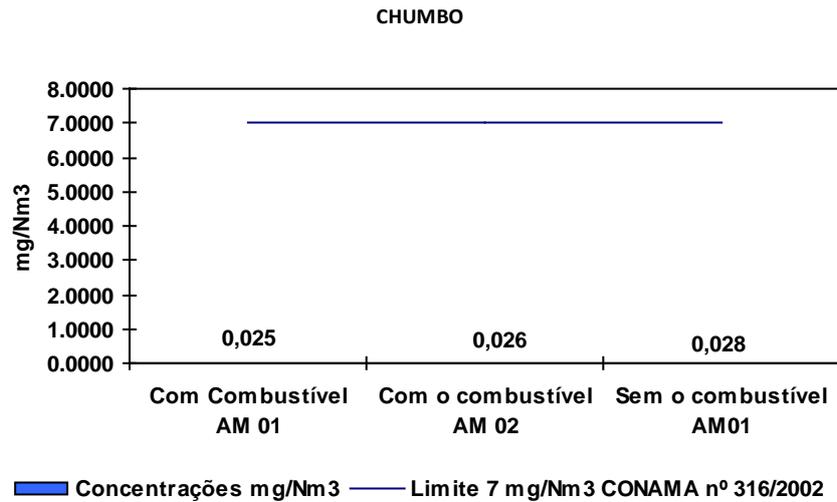
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 21 demonstra que a média do parâmetro Cádmi encontrada nas três amostragens (AM 01, AM 02 e AM 03) foi de 0,0021, para o limite de 0,28 mg/ Nm<sup>3</sup>, o que representa mais de 99,99% abaixo do estabelecidos pela legislação vigente.

**FIGURA 22: Chumbo (Pb)**

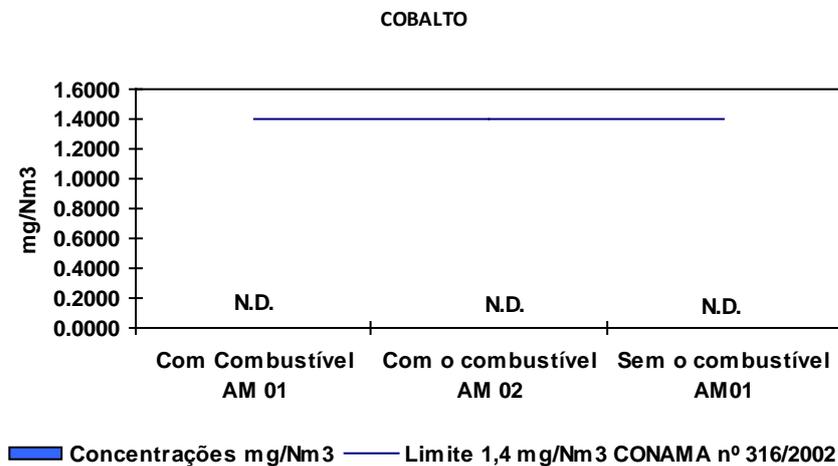
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Água Ambiental)



A Figura 22 demonstra que a média do Chumbo encontrada nas três amostragens (AM 01, AM 02 e AM 03) foi de 0,026 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, para um limite de 7 mg/ Nm<sup>3</sup>, o que representa mais de 99,63% abaixo do estabelecidos pela legislação vigente.

**FIGURA 23: Cobalto (Co)**

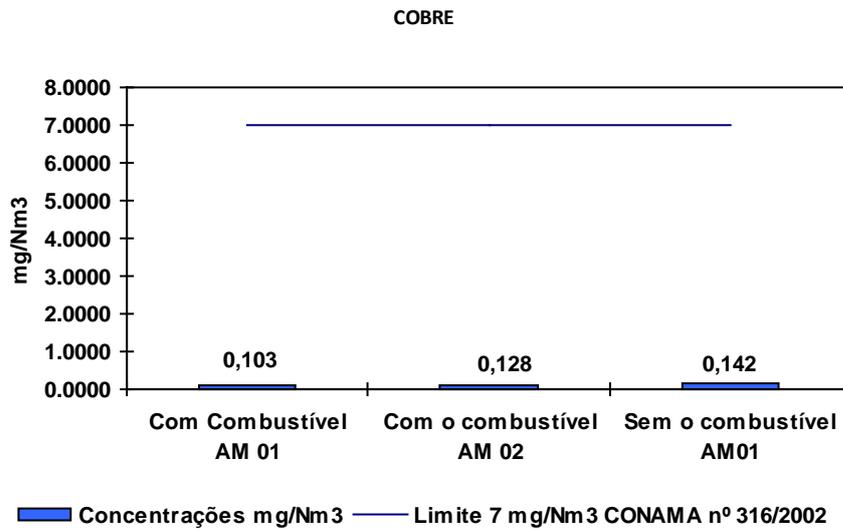
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Água Ambiental)



A Figura 23 demonstra que os níveis do Cobalto não foi detectado acima do limite de quantificação (N.D) nas três amostras (AM 01, AM 02, AM 03), apresentando-se, portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite de 1,4 mg/ Nm<sup>3</sup>.

**FIGURA 24: Cobre (Cu)**

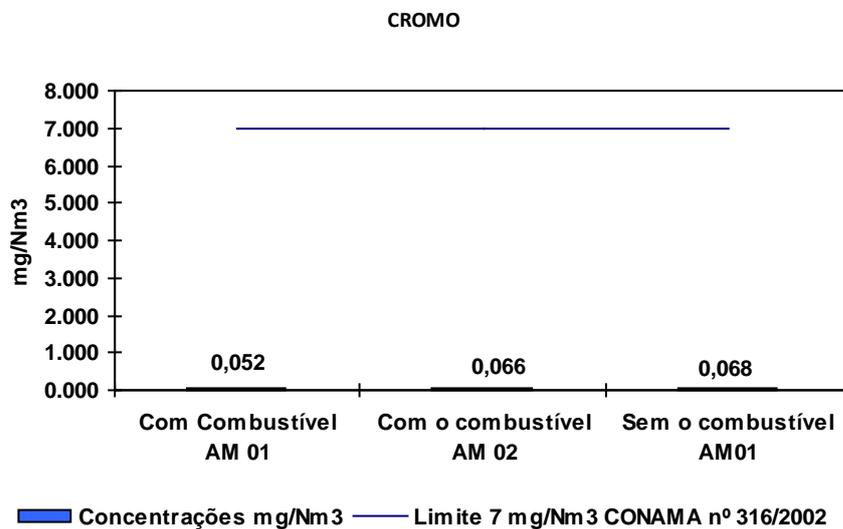
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 24 demonstra que os níveis de Cobre encontrados nas amostragens (AM 01, AM 02 e AM 03), representam uma média de  $0,124 \text{ mg/Nm}^3$ , para o limite de  $7 \text{ mg/Nm}^3$ , ou seja, 98.22% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente.

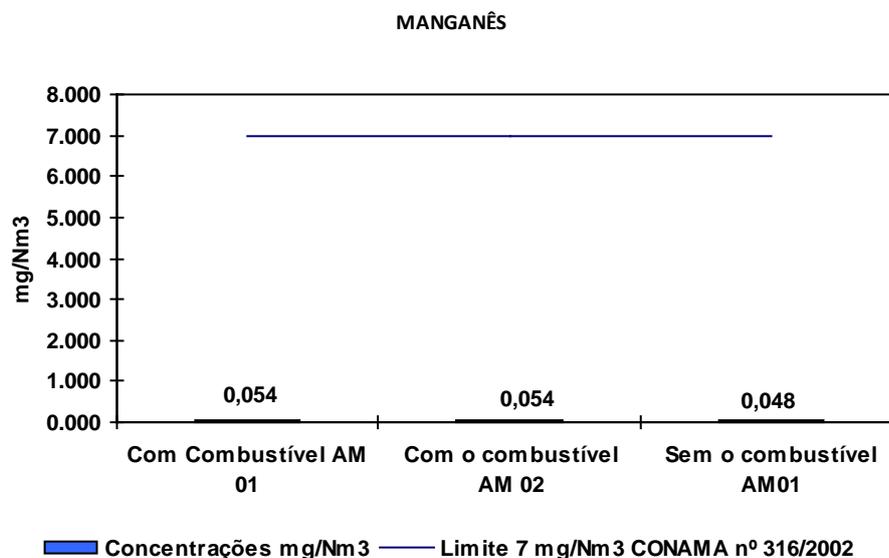
**FIGURA 25: Cromo (Cr)**

Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



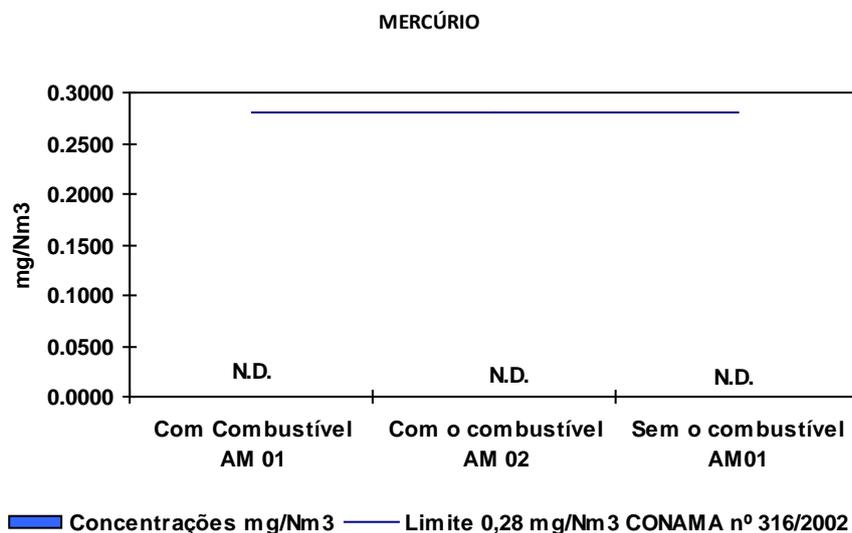
A Figura 25 demonstra que o Cromo apresentou média de  $0,062 \text{ mg/Nm}^3$ , para um limite de  $7 \text{ mg/Nm}^3$ , nas três amostras analisadas (AM 01, AM 02, AM 03), ou seja, 99.11% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente.

**FIGURA 26: Manganês (Mn)**  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 26 demonstra que o apresentou média de 0, 052 mg/Nm<sup>3</sup> nas três amostras analisadas (AM 01, AM 02, AM 03), enquanto o limite é de 7 mg/Nm<sup>3</sup>, portanto, 99.26% abaixo do limite estabelecido pela legislação.

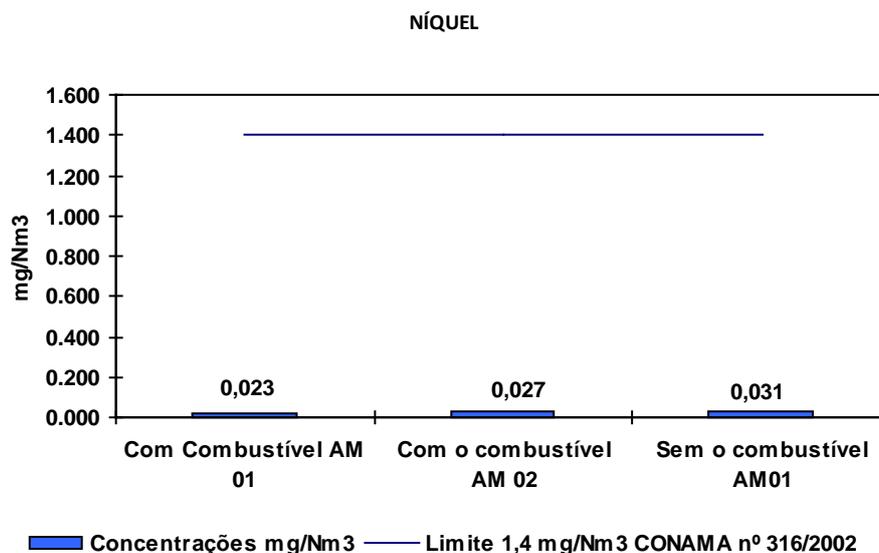
**FIGURA 27: Mercúrio (Hg)**  
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



Conforme apresentando na Figura 27, o Mercúrio não foi detectado acima do limite de quantificação (N.D), apresentando-se, portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina 0,28 mg/ Nm<sup>3</sup>.

**FIGURA 28: Níquel (Ni)**

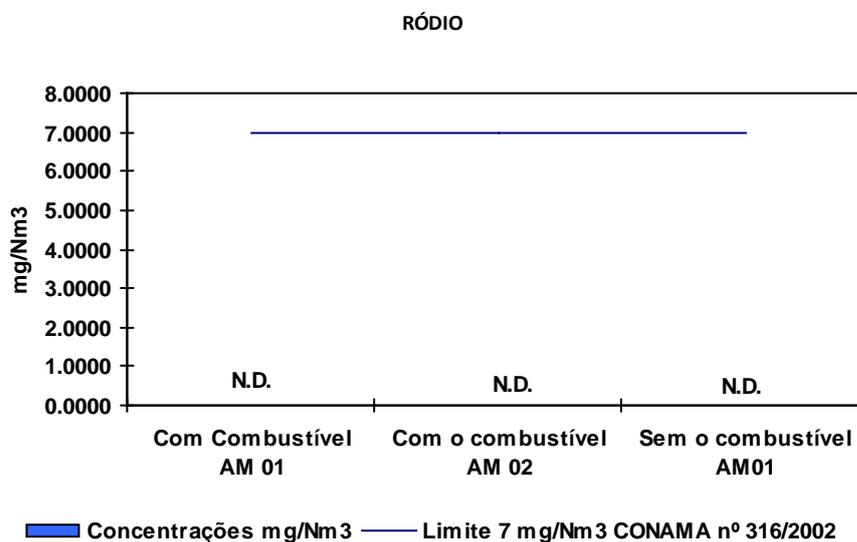
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



De acordo com a Figura 28, o Níquel apresentou média de 0,027 mg/Nm<sup>3</sup> nas três amostras (AM 01, AM 02, AM 03) analisadas, enquanto o limite determina 1,4 mg/Nm<sup>3</sup>, ou seja, 98,07% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente.

**FIGURA 29: Ródio (Rh)**

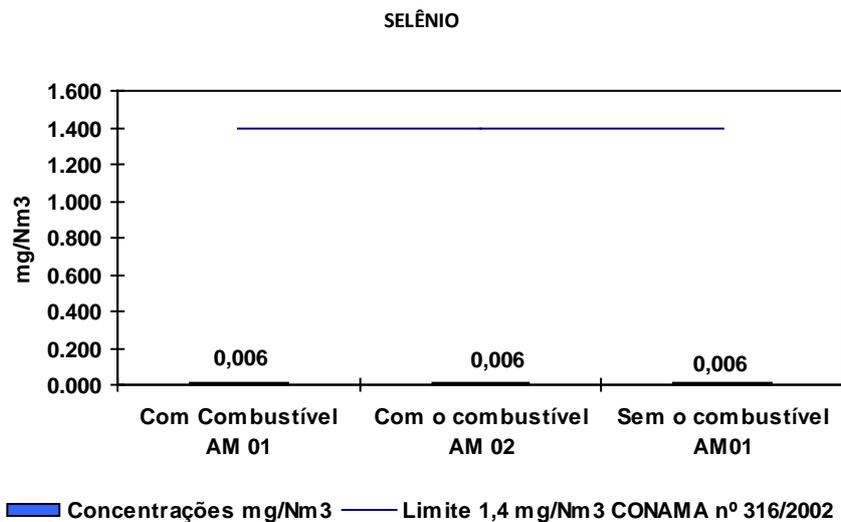
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 29 demonstra que o Ródio não foi detectado acima do limite de quantificação (N.D) nas três amostras (AM 01, AM 02, AM 03) analisadas, apresentando-se, portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite de 7 mg/ Nm<sup>3</sup>.

**FIGURA 30: Selênio (Se)**

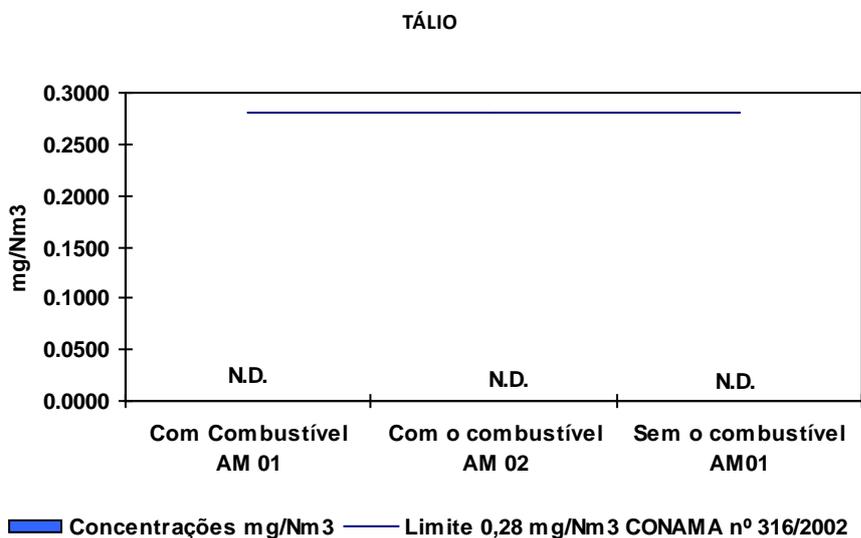
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 30 demonstra que o Selênio apresentou média de 0,006 mg/Nm<sup>3</sup> entre as três amostragens (AM 01, AM 02 e AM 03) para um limite de 1,4 mg/Nm<sup>3</sup>, ou seja, 99.57% abaixo da legislação vigente.

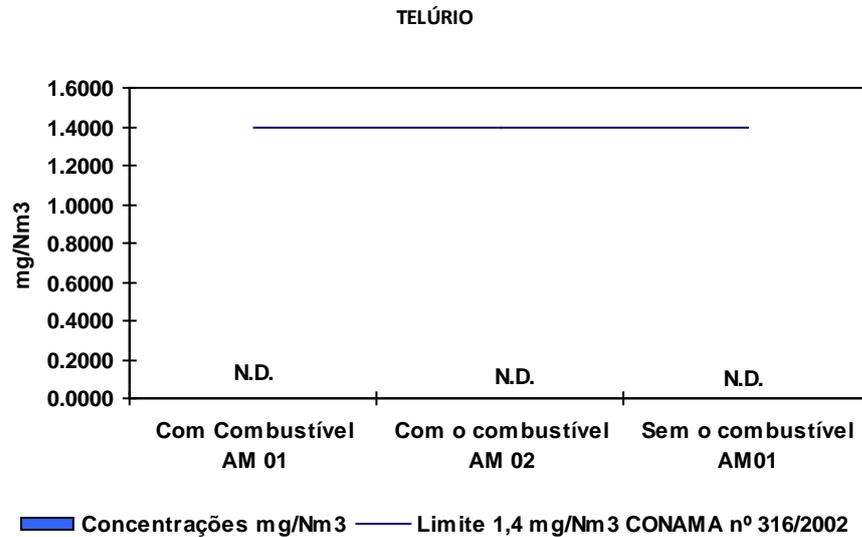
**FIGURA 31: Tálcio (Tl)**

Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



**FIGURA 32: Telúrio (Te)**

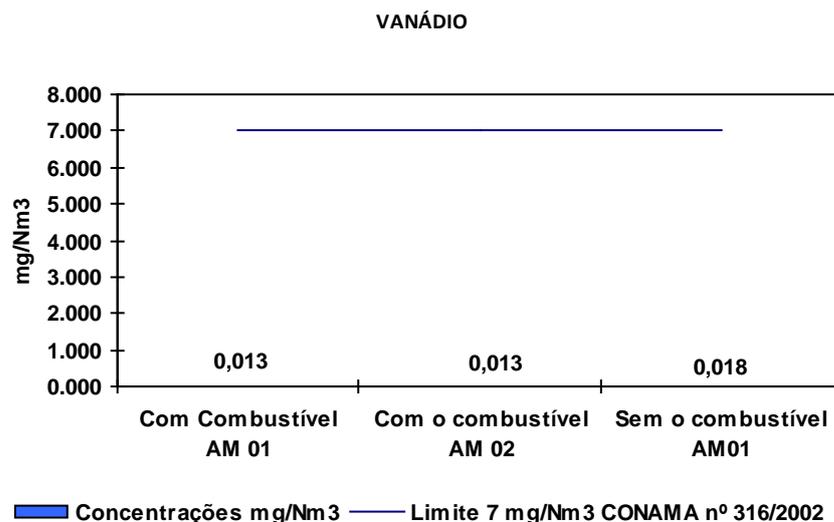
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 31 e 32 indicam que o TI e Te não foram detectado acima do limite de quantificação (N.D), apresentando-se, portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite de 0,20 e 1,4 mg/ Nm<sup>3</sup>, respectivamente.

**FIGURA 33: Vanádio (V)**

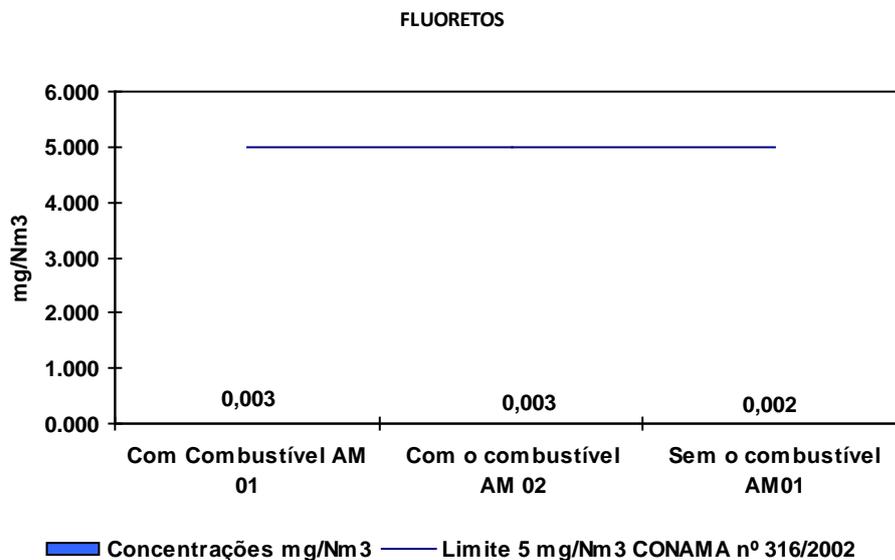
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 33 demonstra que o Vanádio apresentou média de 0,014 mg/Nm<sup>3</sup>, para um limite de 7 mg/Nm<sup>3</sup>. ou seja, 99.79% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente.

**FIGURA 34: Fluoretos (Fe<sup>-</sup>)**

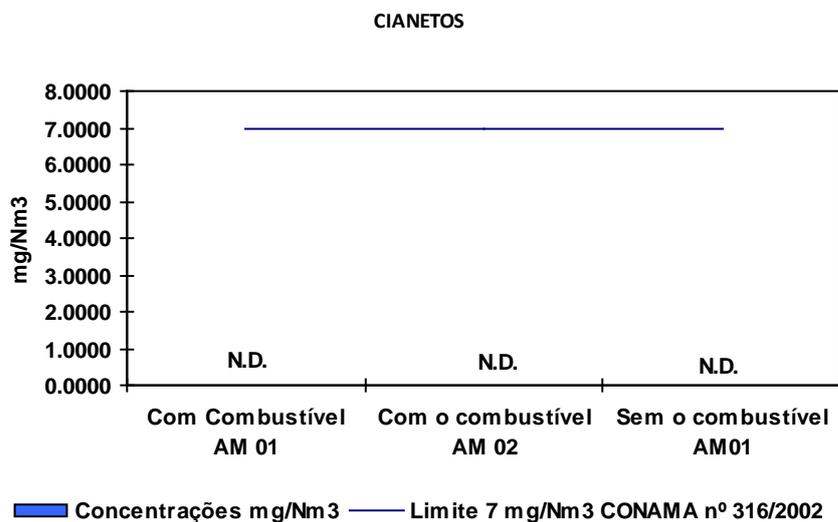
Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 34 demonstra que o Fluoreto apresentou média de 0,001 mg/Nm<sup>3</sup>, nas três amostras analisadas, enquanto o limite é de 5 mg/Nm<sup>3</sup>, ou seja, 99.79% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente.

**FIGURA 35: Cianetos**

Fonte: Relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 (Aqua Ambiental)



A Figura 35 demonstra que os Cianetos não foi detectado acima do limite de quantificação, apresentando-se, portanto, 100% abaixo do limite estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite 7 mg/ Nm<sup>3</sup>.

De acordo com as medições realizadas, como apresentado nas figuras acima, os resultados obtidos foram comparados aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 316, de 29 de Outubro de 2002 e Deliberação Normativa nº 026, de 28 de Julho de 1998, no qual, verifica-se que todos os resultados apresentaram abaixo dos limites estabelecidos por essas legislações.

Observa-se que não houve formação de tóxicos equivalentes para Dioxinas e Furanos e Fator de Toxidez Equivalente (FTEQ), sendo necessário para tal a presença de compostos orgânicos e compostos clorados, aquecidos a temperaturas altas em presença de oxigênio e catalisador, o que durante o teste não ocorreu, impossibilitando à formação destes compostos. Ressalta-se que o processo apresenta características que contrapõe as condições favoráveis à sua formação, a observar :

- Alta temperatura de queima do combustível, de 900 a 1200°C no forno de calcinação;
- Tempo de residência de queima no mínimo 2 segundos;
- Elementos catalisadores: presença em quantidade significativa.

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo geral desta pesquisa foi a avaliação da eficiência e aplicabilidade técnica e ambiental da queima de combustível óleo reprocessado, através do teste de queima e análises físico-químicas dos parâmetros previstos nas legislações Resolução CONAMA nº 316, de 29 de Outubro de e Deliberação Normativa nº 026, de 28 de Julho de 1998 .

No que tange a viabilidade técnica, observou-se que, conforme descrito no item 5.2, foram encontrados pequenos desvios operacionais na linha de alimentação, porém, por se tratar de ajustes, foi constatado que após a realização das ações propostas, também descritas no item 5.2, a injeção do combustível óleo reprocessado apresentou-se estável.

Sobre as análises dos parâmetros do óleo reprocessado, o poder calorífico superior (PCS), conforme demonstrado na Tabela 6, apresentou valor mais alto em relação aos combustíveis convencionais utilizados no processo, portanto, apresentou-se viável quando analisado este parâmetro.

Outro ponto relevante é a ausência de geração de resíduos com a queima do óleo reprocessado, uma vez que a combustão é completa. Os outros dois combustíveis convencionais, coque e moinha, apresentam teor de cinzas, conforme demonstrado na Tabela 8, ainda que seja uma geração baixa, no momento da moagem, há uma geração de finos.

Em relação às emissões atmosféricas, conforme descritos no item 5.3, foram analisados todos os parâmetros previstos no Anexo I da Resolução CONAMA nº 316, de novembro de 2002, que são eles: Material Particulado, Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Dioxinas e Furanos (PCDD\F), Parâmetros Inorgânicos, Análises de Metais. Todos os resultados apresentaram-se abaixo dos limites permitidos pela legislação acima mencionada, a saber:

O parâmetro material particulado, de acordo com o relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 da empresa Aqua Ambiental, item 5.3, apresentou uma média de 42,38 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, portanto, está abaixo da legislação vigente, que limita a emissão em 70 mg/ Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>.

Os parâmetros dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), conforme apresentado no relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 da empresa Aqua Ambiental, item 5.3, apresentou

média de 147,90 e 80,52 mg/Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, respectivamente, para limites de 280 e 560 mg/Nm<sup>3</sup>/O<sub>2</sub>, respectivamente.

Os parâmetros ácido clorídrico (HCL), antimônio (Sb), cobalto (Co), mercúrio (Hg), ródio (Rh), tálio (Tl), telúrio (Te) e cianetos, não apresentaram limite de quantificação (L.Q.) ou não foram detectados (N.D.), conforme relatório de ensaio nº 3020-11/02-11 da empresa Aqua Ambiental, item 5.3.

Os parâmetro compostos orgânicos voláteis (COV) e dioxinas e furanos, apresentaram no relatório supracitado, média de 0,0090 e 0,0285 mg/ Nm<sup>3</sup>, enquanto o limite estabelecido pela legislação já mencionada é de 20 mg/ Nm<sup>3</sup> e 0,50 Ng/ Nm<sup>3</sup> respectivamente.

Os outros parâmetros também apresentaram média dos limites abaixo dos estabelecidos pela legislação mencionada, como: arsênio (AS), apresentando média de 0,002 mg/Nm<sup>3</sup>, enquanto o limite é de 1,4 mg/ Nm<sup>3</sup>, cádmio (Cd), apresentando média de 0,0021 mg/ Nm<sup>3</sup>, enquanto o limite é de 0,28 mg/ Nm<sup>3</sup>, chumbo (Pb) com média de 0,026 mg/ Nm<sup>3</sup>, cobre (Cu) com média de 0,124 mg/ Nm<sup>3</sup>, cromo (Cr) com média de 0,062 mg/Nm<sup>3</sup>, manganês (Mn) com média de 0,052 mg/Nm<sup>3</sup>, níquel (Ni) com média de 0,027 mg/Nm<sup>3</sup>, selênio (Se) com média de 0,006 mg/Nm<sup>3</sup>, vanádio (V) com média de 0,014, enquanto o limite é de 7 mg/ Nm<sup>3</sup>, fluoretos (F) 0,001 mg/Nm<sup>3</sup>, enquanto o limite é de 5 mg/Nm<sup>3</sup>, de acordo com o descrito no item 5.5.

Desta forma, observa-se que todos os parâmetros analisados na emissão atmosférica, atende os limites estabelecidos na legislação acima citada, durante o processo de combustão do óleo reprocessado, sendo possível a utilização do óleo reprocessado no processo de calcinação.

Em relação à injeção de combustível alternativo óleo reprocessado, observou-se que não ocorreram oscilações significativas no que se refere à temperatura, pressão, combustão e comportamento geral do processo de calcinação, o que conclui-se que é viável a utilização de combustível óleo reprocessado.

Analisando a caracterização físico-química do resíduo de semicalcinado gerado, o mesmo não apresentou alterações em relação ao processo convencional. Na análise de compostos orgânicos voláteis, nenhum parametro foi detectado, conforme demonstrado no Anexo 1.

Em relação à avaliação da eficiência energética do óleo reprocessado durante o processo de queima, apresentou-se bastante viável quando observado o poder calorífico do mesmo, em média 11.000 kcal/kg, conforme mencionado no item 5.2.

Analisando às características físico-químicas do combustível óleo reprocessado, não apresentou elementos que pudessem interferir no processo, na qualidade do produto e das emissões atmosférica, conforme mencionado no item 5.1.2. O óleo poderia ter uma grande influência em relação à emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) se em sua composição tivesse apresentados altos parâmetros destes compostos ou ainda se o processo houvesse temperaturas de combustão baixas e/ou oscilantes, uma vez que os COV são principalmente os hidrocarbonetos resultantes das moléculas de combustíveis emitidos que sofreram combustão incompleta.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Primeiramente foram identificados pequenos desvios operacionais no bombeamento do combustível como entupimentos e inadequações na linha de transmissão, diâmetro do bico injetor insuficiente para passagem do combustível. Estes resultados, apresentados no item 5.2, indicam a necessidade de realização do projeto definitivo para injeção do combustível não convencional, óleo reprocessado.

Verifica-se, também, a necessidade de acompanhamento constante das análises das amostras do óleo reprocessado para averiguação de possíveis contaminantes que possam interferir no processo e na qualidade das emissões atmosféricas. Por precaução, o teor de cloro deve ser explicitamente monitorado, pois ele é o precursor da formação de dioxinas e furanos, que são contaminantes graves em cal para indústria alimentícia (ex. refino do açúcar) ou em rações animais.

O que deve ser ressaltado é que a composição do óleo reprocessado sempre apresentará diferenças quando comparado uma amostra à outra. Este fato deve-se ao motivo de que o óleo reprocessado é originário da mistura de óleos oriundos de fontes distintas. Desta forma, o que deve ser adotado é o acompanhamento sistemático da utilização do mesmo ou até determinação de limites de parâmetros que possam afetar o processo e seus resultados.

Finalmente, deve-se adotar um acompanhamento inicial sistemático da injeção do óleo reprocessado, por um período de tempo, para verificação da continuidade da normalidade do processo, das emissões atmosféricas, dos produtos e dos possíveis resíduos gerados.

## REFERÊNCIAS

BAIRD, C.. *Química Ambiental*; trad. Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrera 2º. ed.. Porto Alegre, Brookman, 2002.

ASSUNÇÃO, J.V. *Curso de Combustão Industrial*; IPT. ed. São Paulo, 2000.

PERRY, Robert H; CHILTON, Cecil H. *Manual de Engenharia Química*; 5º ed., Rio de Janeiro 1980.

MOSCI, Ricardo A; FARIA, Ângela R. *O Uso de Carvão na Fabricação do Cimento e seus Efeitos Sobre os Refratários*; 5º, Belo Horizonte Magnesita, 1985.

GUIMARÃES, José Epitácio Passos. *A Indústria de Cal no Brasil: Panorama do Setor no Início da Década*; 2º. Ed. São Paulo, ABPC, 1990.

CRUZ, Marcos C.. *A Manual Técnico ITAÚ*; ed. Itaú de Minas, 1990.

VANDERSTICHELEN, J. *Cement Process Enginner Vade-Mecum*; ed. Canada, 1991.

BRASIL, Resolução CONAMA n. 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece limites de emissões de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Lex: Diário Oficial da União, Brasília,.1 trim. 2007. Legislação Federal e Marginália.

BRASIL, Resolução CONAMA n. 316, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Lex: Diário Oficial da União, Brasília, dez.4 trim. 2002. Legislação Federal e Marginália.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação; 2º. Ed. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6453: Cal Virgem para Construção Civil – Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

Incluir: Fonte: Projeto Estal – Perfil da Cal, 2009 , ABNT 2008, ABPC SITE, SITE LHOIST, Legislações utilizadas.

ABCP, 2009 SITE [www.abcp.org.br](http://www.abcp.org.br) Associação Brasileira de Cimento Portland

## **REFERÊNCIAS**

**ANEXO 1 - Ensaio Analítico de Metais, Dioxinas e Furanos e Compostos Orgânicos Voláteis**



4.5.3.26



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)</b>		<b>Projeto AS: 18416CS</b>
<b>Cliente:</b> Aqua Ambiental Ltda.		
<b>Endereço:</b> Av. Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios		
<b>Cidade:</b> João Monlevade	<b>UF:</b> MG	<b>CEP:</b> 35931-200
<b>Código do projeto do cliente:</b> 3020_11/02_1151		
<b>DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS</b>		
<b>Responsável pela coleta:</b> CLIENTE	<b>Data de Extração:</b> N.A.	
<b>Data de recebimento da amostra:</b> 14/03/2011	<b>Data de Injeção:</b> 16/03/2011	
<b>Temperatura de Recebimento °C (Faixa):</b> 2,1	<b>Data de Quantificação:</b> 05/04/2011	
<b>Data de amostragem (quarteamento):</b> N.A.	<b>Data de Emissão do Relatório:</b> 13/04/2011	
<b>Data da coleta da amostra:</b> 03-04/03/2011	<b>Data de Reemissão do Relatório:</b> N.A.	
<b>MÉTODOS UTILIZADOS</b>		
<b>Método(s) Interno(s)*:</b> PE 4.9 - 126/RJ		
<b>Método(s) Externos(s)**:</b> EPA 8260		
* Método utilizado como referência direta nos ensaios.		
** Método normalizado, adaptado e validado.		
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO:</b>		
<b>São Paulo:</b> Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV		
<b>Rio de Janeiro:</b> Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III		
<b>Minas Gerais:</b> Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III		
<b>OBSERVAÇÕES</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito as amostras analisadas.</li><li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li><li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li><li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li><li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li><li>N.A. – Não Aplicável.</li><li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores.</li></ul>		

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 1/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.ansol.com.br  
ansol@ansol.bureauveritas.com.br



<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)</b>		<b>Projeto AS: 18416CS</b>
<b>Cliente: Aqua Ambiental Ltda.</b>		
<b>Endereço: Av. Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios</b>		
<b>Cidade: João Monlevade</b>		<b>UF: MG CEP: 35931-200</b>
<b>Código do projeto do cliente: 3020_11/02_1151</b>		

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência A.S.	Referência do Projeto
18416CS001	CAL VIRGEM
18416CS002	SEMICALCINADO (SC)
18416CS003	ÓLEO REPROCESSADO
18416CS004	MOINHO CARVÃO VEGETAL
18416CS005	COQUE DE PETRÓLEO

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 2/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23  
ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS					Projeto AS: 18416CS
(VOC)					ÓLEO REPROCESSADO 18416CS003
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	
Diclorodifluorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Clorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cloreto de vinila	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,260
Bromometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Triclorofluorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Diclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Trans-1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1-Dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cis-1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,688
Clorofórmio	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1,1-Tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tetracloro de carbono	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Benzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Dibromometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,378
Bromodichlorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cis-1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
4-Metil-2-pentanona	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Trans-1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1,2-tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	3,632
1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Dibromoclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
2-Hexanona	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dibromoetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	4,465
1,1,1,2-tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Clorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Etilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	1,155
Bromofórmio	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
m,p-xilenos	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	1,767
o-xileno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	1,990
Trans-1,4-dicloro-2-buteno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cis-1,4-dicloro-2-buteno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Estireno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,025
1,1,2,2-tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,3-tricloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Isopropilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	1,494

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 3/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



Bromobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
n-propilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	3,064
2-clorotolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
4-clorotolueno (PCT)	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Pentacloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,3,5-trimetilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	4,115
Terc-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,4-trimetilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	20,362
Sec-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	1,101
1,3-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,4-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
p-isopropiltolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	1,930
1,2-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
n-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	3,936
1,2-dibromo-3-cloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,4-triclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,3-triclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
<b>Dados das Amostras</b>					
<b>Fator de Diluição</b>				1	20
<b>Umidade (%)</b>				N.A.	N.A.
<b>Dados de Recuperação</b>					
<b>Padrão de Recuperação</b>	<b>Unidades</b>	<b>Faixa de aceitação</b>		<b>Valores Obtidos</b>	
Dibromofluorometano	%	45-135		110	102
Tolueno-d8	%	45-135		104	123
Bromofluorbenzeno	%	45-135		103	118
<b>Observações:</b>					
L.D. - Limite de Detecção do método.					
L.Q. - Limite de Quantificação do método.					
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.					
N.A. - Não aplicável.					
A amostra 003 foi diluída 20 vezes para tolueno, tetracloroetano, n-propilbenzeno, 1,3,5-trimetilbenzeno, 1,2,4-trimetilbenzeno e n-butilbenzeno (L.D. = 0,020).					

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 4/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.

www.anasol.com.br

anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

**RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)** Projeto AS: 18416CS

Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	CAL VIRGEM 18416CS001	SEMICALCIN ADO (SC) 18416CS002	MOINHO CARVÃO VEGETAL 18416CS004
Diclorodifluorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Clorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cloro de vinila	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bromometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Triclorofluorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Diclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trans-1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1-Dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cis-1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Clorofórmio	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1,1-Tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tetracloro de carbono	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Benzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,116	N.D.	N.D.
Dibromometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bromodichlorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cis-1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4-Metil-2-pentanona	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trans-1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1,2-tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,436	N.D.	N.D.
1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Dibromoclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2-Hexanona	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2-dibromoetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1,1,2-tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Clorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Etilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,022	N.D.	N.D.
Bromofórmio	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
m,p-xilenos	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,023	N.D.	N.D.
o-xileno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	0,020	N.D.	N.D.
Trans-1,4-dicloro-2-buteno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cis-1,4-dicloro-2-buteno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Estireno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1,2,2-tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 5/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.ansol.com.br  
ansol@ansol.bureauveritas.com.br



1,2,3-tricloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Isopropilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bromobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
n-propilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2-clorotolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
4-clorotolueno (PCT)	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Pentacloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,3,5-trimetilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Terc-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2,4-trimetilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sec-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,3-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,4-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
p-isopropiltolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
n-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2-dibromo-3-cloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2,4-triclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2,3-triclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
<b>Dados das Amostras</b>							
<b>Fator de Diluição</b>				1	1	1	1
<b>Umidade (%)</b>				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
<b>Dados de Recuperação</b>							
<b>Padrão de Recuperação</b>	<b>Unidades</b>	<b>Faixa de aceitação</b>	<b>Valores Obtidos</b>				
Dibromofluorometano	%	45-135	110	89	100	129	
Tolueno-d8	%	45-135	104	78	101	136	
Bromofluorbenzeno	%	45-135	103	77	114	105	
<b>Observações:</b>							
L.D. - Limite de Detecção do método.							
L.Q. - Limite de Quantificação do método.							
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.							
N.A. - Não aplicável.							

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 6/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.ansol.com.br  
ansol@ansol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

**RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)** Projeto AS: 18416CS

Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	COQUE DE PETROLEO 18416CS005
Diclorodifluorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Clorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cloro de vinila	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Bromometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Triclorofluorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Diclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Trans-1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1-Dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cis-1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Clorofórmio	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dicloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1,1-Tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tetracloro de carbono	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Benzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Dibromometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dicloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Bromodiclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cis-1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
4-Metil-2-pentanona	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Trans-1,3-dicloropropeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1,2-tricloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,3-dicloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Dibromoclorometano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
2-Hexanona	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dibromoetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1,1,2-tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Clorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Etilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Bromofórmio	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
m,p-xilenos	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
o-xileno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Trans-1,4-dicloro-2-buteno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Cis-1,4-dicloro-2-buteno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Estireno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,1,2,2-tetracloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,3-tricloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Isopropilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 7/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.ansol.com.br  
ansol@ansol.bureauveritas.com.br



Bromobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
n-propilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
2-clorotolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
4-clorotolueno (PCT)	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Pentacloroetano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,3,5-trimetilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Terc-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,4-trimetilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
Sec-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,3-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,4-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
p-isopropiltolueno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-diclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
n-butilbenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2-dibromo-3-cloropropano	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,4-triclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
1,2,3-triclorobenzeno	(mg/kg)	0,001	0,005	N.D.	N.D.
<b>Dados das Amostras</b>					
<b>Fator de Diluição</b>				1	1
<b>Umidade (%)</b>				N.A.	N.A.
<b>Dados de Recuperação</b>					
<b>Padrão de Recuperação</b>	<b>Unidades</b>	<b>Faixa de aceitação</b>		<b>Valores Obtidos</b>	
Dibromofluorometano	%	45-135		110	103
Tolueno-d8	%	45-135		104	107
Bromofluorbenzeno	%	45-135		103	108
<b>Observações:</b>					
L.D. - Limite de Detecção do método.					
L.Q. - Limite de Quantificação do método.					
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.					
N.A. - Não aplicável.					

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 8/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



DADOS DE CONTROLE DE QUALIDADE				
Amostra fortificada	SPIKE_S		Matriz: SOLO	
Data de análise	18 Mar 2011 16:30			
Dados de Recuperação				
Parâmetros	Unidades	Valor Teórico	Valor Obtido	Variação (%)
1,1-dicloroetano	(mg/kg)	0,125	0,131	5
Benzeno	(mg/kg)	0,125	0,123	2
Tricloroetano	(mg/kg)	0,125	0,126	1
Tolueno	(mg/kg)	0,125	0,119	5
Clorobenzeno	(mg/kg)	0,125	0,104	17
Padrão de Recuperação	Unidades	Faixa de aceitação	Valores Obtidos	
Dibromofluorometano	%	45-135	91	
Tolueno-d8	%	45-135	101	
Bromofluorbenzeno	%	45-135	108	
<b>Observações:</b>				
Critério de aceitação da amostra fortificada - variação menor que 25%.				
Amostra quantificada após verificação do checklist diário.				

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.	
Não se aplica	
<b>Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento</b>	



Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 9/9

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23  
ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)</b>		<b>Projeto AS: 18443CS</b>
<b>Cliente: Aqua Ambiental Ltda.</b>		
<b>Endereço: Av. Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios</b>		
<b>Cidade: João Monlevade</b>	<b>UF: MG</b>	<b>CEP: 35931-200</b>
<b>Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1</b>		
<b>DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS</b>		
<b>Responsável pela coleta: SAMUEL / RODINEI</b>	<b>Data de Extração: N.A.</b>	
<b>Data de recebimento da amostra: 14/03/2011</b>	<b>Data de Injeção: 17/03/2011</b>	
<b>Temperatura de Recebimento °C (Faixa): 2,0</b>	<b>Data de Quantificação: 08/04/2011</b>	
<b>Data de amostragem (quarteamento): N.A.</b>	<b>Data de Emissão do Relatório: 15/04/2011</b>	
<b>Data da coleta da amostra: 04/03/2011</b>	<b>Data de Reemissão do Relatório: N.A.</b>	
<b>MÉTODOS UTILIZADOS</b>		
<b>Método(s) Interno(s)*: PE 4.9 - 142 Rev.: 01</b>		
<b>Método(s) Externos(s)**: USEPA 8260C</b>		
* Método utilizado como referência direta nos ensaios.		
** Método normalizado, adaptado e validado.		
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO:</b>		
<b>São Paulo: Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV</b>		
<b>Rio de Janeiro: Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III</b>		
<b>Minas Gerais: Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III</b>		
<b>OBSERVAÇÕES</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito as amostras analisadas.</li><li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li><li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li><li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li><li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li><li>N.A. – Não Aplicável.</li><li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores.</li></ul>		

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 1/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)		Projeto AS: 18443CS
Cliente: Aqua Ambiental Ltda.		
Endereço: Av. Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios		
Cidade: João Monlevade	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1		

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência A.S.	Referência do Projeto
18443CS004	BRANCO_903_962
18443CS005	AM01_AS430_AS407
18443CS006	AM02_AS506_AS2199
18443CS007	AM03_AS172_AS2089

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 2/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS					Projeto AS: 18443CS		
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	BRANCO_90	AM01_AS430	AM02_AS506
					3_962 18443CS004	AS407 18443CS005	AS2199 18443CS006
Clorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cloroeto de vinila	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bromometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	121,84	164,69
acetona	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Triclorofluorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1-dicloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Diclorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	184,16	5222,21	5347,40
1,1-Dicloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Clorofórmio	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	1114,60	1572,82
1,2-dicloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1,1-Tricloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tetracloroeto de carbono	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Benzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	61,52	61,51
dibromometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,2-dicloropropano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tricloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	61,45	64,12
Bromodichlorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cis-1,3-dicloropropeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
1,1,2-tricloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Trans-1,3-dicloropropeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tolueno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	73,24	7893,01	7417,68
Dibromoclorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Tetracloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	1500,59	1546,38
1,1,1,2-tetracloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Etilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	8651,87	8420,65
Bromofórmio	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
m,p-xilenos	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	5489,81	5620,27
o-xileno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	1267,41	1341,65
Estireno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	31625,67	32376,92
1,2,3-tricloropropano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
n-Alcanos (C5-C10)	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	93545,84	93720,73
n-propilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	17907,39	16956,77
Terc-butilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Sec-butilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	105,42	105,29
p-isopropiltolueno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
n-butilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 3/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



Dados das Amostras						
Fator de Diluição			1	1	1	1
Umidade (%)			N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Dados de Recuperação						
Padrão de Recuperação	Unidades	Faixa de aceitação	Valores Obtidos			
Dibromofluorometano	%	45-135	131	81	127	104
Tolueno-d8	%	45-135	118	126	128	126
Bromofluorbenzeno	%	45-135	121	104	107	97
<b>Observações:</b>						
L.D. - Limite de Detecção do método.						
L.Q. - Limite de Quantificação do método.						
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.						
N.A. - Não aplicável.						

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 4/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOC)					Projeto AS: 18443CS
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	AM03_AS172_AS2089 18443CS007
Clorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Cloroeto de vinila	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Bromometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Cloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	156,22
acetona	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Triclorofluorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
1,1-dicloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Diclorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	5384,16
1,1-Dicloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Clorofórmio	(ng)	5,00	50,00	N.D.	1268,90
1,2-dicloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
1,1,1-Tricloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Tetracloroeto de carbono	(ng)	5,00	50,00*	N.D.	N.D.
Benzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	61,71
dibromometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
1,2-dicloropropano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Tricloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	50,38
Bromodichlorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Cis-1,3-dicloropropeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
1,1,2-tricloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Trans-1,3-dicloropropeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Tolueno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	7253,26
Dibromoclorometano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Tetracloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	1145,79
1,1,1,2-tetracloroetano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Etilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	7777,22
Bromofórmio	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
m,p-xilenos	(ng)	5,00	50,00	N.D.	5157,02
o-xileno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	1104,85
Estireno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	31191,42
1,2,3-tricloropropano	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
n-Alcanos (C5-C10)	(ng)	5,00	50,00	N.D.	90864,49
n-propilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	16303,71
Terc-butilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
Sec-butilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	108,41
p-isopropiltolueno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.
n-butilbenzeno	(ng)	5,00	50,00	N.D.	N.D.

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 5/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

Dados das Amostras				
Fator de Diluição		1		1
Umidade (%)		N.A.		N.A.
Dados de Recuperação				
Padrão de Recuperação	Unidades	Faixa de aceitação	Valores Obtidos	
Dibromofluorometano	%	45-135	131	126
Tolueno-d8	%	45-135	118	128
Bromofluorbenzeno	%	45-135	121	103
<b>Observações:</b>				
L.D. - Limite de Detecção do método.				
L.Q. - Limite de Quantificação do método.				
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.				
N.A. - Não aplicável.				

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 6/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



DADOS DE CONTROLE DE QUALIDADE				
Amostra fortificada	Spike		Matriz: Resina Tenax	
Data de análise	03/26/11 03:25			
Dados de Recuperação				
Parâmetros	Unidades	Valor Teórico	Valor Obtido	Variação (%)
1,1-dicloroetano	(ng)	125,00	117,54	6
Benzeno	(ng)	125,00	110,70	11
Tricloroetano	(ng)	125,00	121,94	2
Tolueno	(ng)	125,00	119,39	4
Clorobenzeno	(ng)	125,00	113,50	9
Padrão de Recuperação	Unidades	Faixa de aceitação	Valores Obtidos	
Dibromofluorometano	%	45-135	115	
Tolueno-d8	%	45-135	124	
Bromofluorbenzeno	%	45-135	100	
<b>Observações:</b>				
Critério de aceitação da amostra fortificada - variação menor que 25%.				
Amostra quantificada após verificação do checklist diário.				

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.	
Não se aplica	
Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento	



Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 7/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



analyticalsolutions

Uma empresa do

Grupo Bureau Veritas

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE DIOXINAS E FURANOS (PCDD/F)</b> Projeto AS: 18443CS		
Cliente: AQUA AMBIENTAL LTDA		
Endereço: AV. ALBERTO LIMA, 3001 – CAMPOS ELÍSIOS		
Cidade: JOÃO MONLEVADE	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1		

DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS	
Responsável pela coleta: SAMUEL / RODINEI	Data de Extração: 24/03/2011
Data de recebimento da amostra: 14/03/2011	Data de Injeção: 19/04/2011
Temperatura de Recebimento °C (Faixa): 2,0	Data de Quantificação: 20/04/2011
Data de amostragem (quarteamento): --	Data de Emissão do Relatório: 20/04/2011
Data da coleta da amostra: 03/03/2011	Data de Reemissão do Relatório: --

MÉTODOS UTILIZADOS
Método(s) Interno(s)*: PE 4.9 – 102 Rev. 06
Método(s) Externo(s)**: USEPA 8290 e 1613
<ul style="list-style-type: none"><li>* Método utilizado como referência direta nos ensaios.</li><li>** Método normalizado, adaptado e validado.</li></ul>

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	
São Paulo: Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV	
Rio de Janeiro: Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III	
Minas Gerais: Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III	

OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito as amostras analisadas.</li><li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li><li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li><li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li><li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li><li>N.A. – Não Aplicável.</li><li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores</li></ul>

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA Job 18443CS (Versão 1)

www.anasol.com.br

anasol@anasol.bur

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 1/8



Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE DIOXINAS E FURANOS (PCDD/F)</b>			<b>Projeto AS: 18443CS</b>
Cliente: AQUA AMBIENTAL LTDA			
Endereço: AV. ALBERTO LIMA, 3001 – CAMPOS ELÍSIOS			
Cidade: JOÃO MONLEVADE		UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1			

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA		
Referência AS	Referência do Projeto	Teor I-TEQ (pg)
18443CS001	BRANCO_11888_AS253	N.D.
18443CS002	AM01_11889_AS548	96,46
18443CS003	AM02_11890_AS632	63,91

Os teores em fator tóxico equivalente para EC/NATO/CCMS/I-TEQ de cada uma das amostras estão demonstrados na tabela abaixo. Observe que os resultados estão reportados em pg i-TEQ. **Limite de detecção analítico: 0,0001 a 0,22pg I-TEQ para amostras de resina/emissões (variando para cada congênera dependendo do valor tóxico equivalente estabelecido pela USEPA para cada um deles).**

ANALYTICAL SOLUTIONS S.A. Job 18443CS (Versão 1)

www.anasol.com.br

anasol@anasol.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 2/8



## 1. Fatores Tóxicos Equivalentes

	WHO	USEPA	EC
Dioxina 2,3,7,8-Isômero			
2,3,7,8-TCDD	1.0	1.0	1.0
1,2,3,7,8-PeCDD	1.0	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	0.01
OCDD	0.0001	0.001	0.001
Furano 2,3,7,8-Isômero			
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.05	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.001	0.001

Favor observar que USEPA TEFs atualmente empregados correspondem exatamente àqueles promulgados por NATO/CCMS e a Comunidade Européia.

Job 18443CS (Versão 1)

p. 3/8

ANALYTICAL SOLUTIONS EIREC

www.anasol.com.br

anasol@anasol.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23



analyticalsolutions

Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

2. Resultado de análise da amostra 18443CS001

RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18443CS001				
Data de análise	19-Apr-11				
		TEQ (Equivalentes tóxicos)			
Dioxins	Concentração	USEPA	WHO	Padrao Interno	% Rec.
	pg				
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	50.6
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	60.0
123478 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	64.3
123678 HxCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	64.4
123789 HxCDD	ND			13C OCDD	49.9
1234678 HpCDD	ND				
OCDD	ND				
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	60.9
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	72.6
23478 PeCDF	ND			13C 123478 HxCDF	79.6
123478 HxCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	70.1
123678 HxCDF	ND			13C OCDF	49.9
123789 HxCDF	ND				
234678 HxCDF	ND				
1234678 HpCDF	ND				
1234789 HpCDF	ND				
OCDF	ND				
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		
Rec. de amostragem	75 %				

Job 18443CS (Versão 1)

p. 4/8

www.anasol.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

anasol@anasol.bur

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23



3. Resultado de análise da amostra 18443CS002

RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18443CS002		TEQ (Equivalentes tóxicos)			
Data de análise	19-Apr-11		USEPA	WHO	Padrao Interno	% Rec.
Dioxins	Concentracao					
	pg					
2378 TCDD	ND				13C 2378 TCDD	64.5
12378 PeCDD	ND				13C 12378 PeCDD	89.6
123478 HxCDD	ND				13C 123678 HxCDD	88.4
123678 HxCDD	ND				13C 1234678 HpCDD	85.8
123789 HxCDD	ND				13C OCDD	63.9
1234678 HpCDD	ND					
OCDD	ND					
Total non target isomers						
TCDD	777.60					
PeCDD	3642.47					
HxCDD	251.77					
HpCDD	ND					
Total Dioxins TEQ			0.00	0.00		
Furans						
2378 TCDF	104.89		10.49	10.49	13C 2378 TCDF	62.4
12378 PeCDF	31.62		1.58	1.58	13C 12378 PeCDF	78.8
23478 PeCDF	141.66		70.83	70.83	13C 123478 HxCDF	81.0
123478 HxCDF	81.81		8.18	8.18	13C 1234678 HpCDF	65.3
123678 HxCDF	20.74		2.07	2.07	13C OCDD	63.9
123789 HxCDF	19.37		1.94	1.94		
234678 HxCDF	4.53		0.45	0.45		
1234678 HpCDF	56.62		0.57	0.57		
1234789 HpCDF	29.61		0.30	0.30		
OCDF	48.89		0.05	0.00		
Total non target isomers						
TCDF	1040.27					
PeCDF	619.13					
HxCDF	369.71					
HpCDF	125.88					
Total Furans TEQ			96.46	96.41		
Grand Total TEQ			96.46	96.41		
Rec. de amostragem	100 %					

Job 18443CS (Versão 1)

p. 5/8

ANALYTICAL SOLUTIONS LTD  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23



4. Resultado de análise da amostra 18443CS003

RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18443CS003					
Data de análise	19-Apr-11		TEQ (Equivalentes tóxicos)			
Dioxins	Concentração	USEPA	WHO	Padrao Interno	% Rec.	
	pg					
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	64.0	
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	68.3	
123478 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	61.7	
123678 HxCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	63.1	
123789 HxCDD	ND			13C OCDD	57.3	
1234678 HpCDD	ND					
OCDD	ND					
Total non target isomers						
TCDD	209.41					
PeCDD	967.96					
HxCDD	49.00					
HpCDD	ND					
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00			
Furans						
2378 TCDF	38.13	3.81	3.81	13C 2378 TCDF	64.2	
12378 PeCDF	10.25	0.51	0.51	13C 12378 PeCDF	81.5	
23478 PeCDF	97.09	48.55	48.55	13C 123478 HxCDF	88.7	
123478 HxCDF	68.99	6.90	6.90	13C 1234678 HpCDF	69.6	
123678 HxCDF	13.95	1.39	1.39	13C OCDD	57.3	
123789 HxCDF	21.05	2.10	2.10			
234678 HxCDF	2.93	0.29	0.29			
1234678 HpCDF	28.42	0.28	0.28			
1234789 HpCDF	6.76	0.07	0.07			
OCDF	ND					
Total non target isomers						
TCDF	360.79					
PeCDF	396.78					
HxCDF	275.96					
HpCDF	75.20					
Total Furans TEQ		63.91	63.91			
Grand Total TEQ		63.91	63.91			
Rec. de amostragem	77 %					

Job 18443CS (Versão 1)

p. 6/8

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA. Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
 www.anasol.com.br Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23  
 anasol@anasol.com.br



5. Resultados de análise do Branco de laboratório

RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	CQB12095	TEQ (Equivalentes tóxicos)		Padrao Interno	% Rec.
Data de análise	15-Apr-11	USEPA	WHO		
Dioxins	Concentracao				
	pg				
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	79.2
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	82.6
123478 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	91.7
123678 HxCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	90.0
123789 HxCDD	ND			13C OCDD	75.3
1234678 HpCDD	ND				
OCDD	ND				
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	86.4
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	85.0
23478 PeCDF	ND			13C 123478 HxCDF	91.5
123478 HxCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	80.2
123678 HxCDF	ND			13C OCDD	75.3
123789 HxCDF	ND				
234678 HxCDF	ND				
1234678 HpCDF	ND				
1234789 HpCDF	ND				
OCDF	ND				
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		

Job 18443CS (Versão 1)

ANALYTICAL SOLUTIONS S.A.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 7/8



analyticalsolutions  
Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

Tabela de Incerteza Padrão Relativa de Medição - $\mu\text{Rel}(\%)$ $[(\mu\text{M}/\text{M}) \times 100]$ .			
Compostos	$\mu\text{Rel}(\%)$	Compostos	$\mu\text{Rel}(\%)$
2,3,7,8-TCDD	6	2,3,7,8-TCDF	6
1,2,3,7,8-PeCDD	7	1,2,3,7,8-PeCDF	7
1,2,3,4,7,8-HxCDD	7	2,3,4,7,8-PeCDF	7
1,2,3,6,7,8-HxCDD	8	1,2,3,4,7,8-HxCDF	5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	8	1,2,3,6,7,8-HxCDF	4
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5	1,2,3,7,8,9-HxCDF	6
OCDD	7	2,3,4,6,7,8-HxCDF	7
		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	7
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	5
		OCDF	5

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.
Não se aplica.
Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento



Job 18443GS (Versão 1)

www.anasol.com.br

anasol@anasol.bur

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 8/8



analyticalsolutions

Uma empresa do

Grupo Bureau Veritas

<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE PARÂMETROS INORGÂNICOS</b>		<b>Projeto AS: 18443CS</b>	
Cliente: Aqua Ambiental Ltda			
Endereço: Av Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios			
Cidade: João Monlevade		UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1			

DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS	
Responsável pela coleta: SAMUEL / RODINEI	Data de Extração: N.A.
Data de recebimento da amostra: 14/03/2011	Data de Leitura: N.A.
Temperatura de Recebimento °C (Faixa): 2,0	Data de Quantificação: 13/04/2011
Data de amostragem (quarteamento): N.A.	Data de Emissão do Relatório: 26/04/2011
Data da coleta da amostra: 02/03/2011	Data de Reemissão do Relatório: N.A.

MÉTODOS UTILIZADOS
Método(s) Interno(s)*: PE 4.9 - 408
Método(s) Externos(s)**: SM 4500 CN
* Método utilizado como referência direta nos ensaios.
** Método normalizado, adaptado e validado.

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
São Paulo: Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV	
Rio de Janeiro: Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III	
Minas Gerais: Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III	

OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas.</li> <li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li> <li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li> <li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li> <li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li> <li>N.A. – Não Aplicável.</li> <li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores.</li> </ul>

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 1/4

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



<b>RELATORIO DE ENSAIO ANALITICO DE PARAMETROS INORGANICOS</b>		<b>Projeto AS: 18443CS</b>
Cliente: Aqua Ambiental Ltda		
Endereço: Av Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios		
Cidade: João Monlevade	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1		

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência A.S.	Referência do Projeto
18443CS008	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM01
18443CS009	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM02
18443CS010	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM03
18443CS011	FILTRO MANGAS_FORNO II_BRANCO

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 2/4

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



BUREAU  
VERITAS



analyticalsolutions  
Uma empresa do

Grupo Bureau Veritas

RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE PARÂMETROS INORGÂNICOS Projeto AS: 18443CS

Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM01 18443CS008	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM02 18443CS009
Fluoretos	(mg)	0,0003	0,001	N.D.	0,003	0,003
Cianetos	(mg)	0,0001	0,0005	N.D.	N.D.	N.D.

Dados das Amostras

Fator de Diluição	1	1	1
Umidade (%)	N.A.	N.A.	N.A.

Observações:

L.D. - Limite de Detecção do método.  
L.Q. - Limite de Quantificação do método.  
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.  
N.A. - Não aplicável.

RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE PARÂMETROS INORGÂNICOS Projeto AS: 18443CS

Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM03 18443CS010	FILTRO MANGAS_FORNO II_BRANCO 18443CS011
Fluoretos	(mg)	0,0003	0,001	N.D.	0,002	0,002
Cianetos	(mg)	0,0001	0,0005	N.D.	N.D.	N.D.

Dados das Amostras

Fator de Diluição	1	1	1
Umidade (%)	N.A.	N.A.	N.A.

Observações:

L.D. - Limite de Detecção do método.  
L.Q. - Limite de Quantificação do método.  
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.  
N.A. - Não aplicável.

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 3/4

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



DADOS DE CONTROLE DE QUALIDADE				
Amostra fortificada	CQS		Matriz: Líquida	
Data de análise	06-13/04/2011			
Dados de Recuperação				
Parâmetros	Unidades	Valor Teórico	Valor Obtido	Variação (%)
Fluoretos	(mg)	0,01	0,02	24
Cianetos	(mg)	0,010	0,012	17
<b>Observações:</b>				
Critério de aceitação da amostra fortificada - variação menor ou igual a 25%.				

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.
Não se aplica
Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento



Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 4/4

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE DIOXINAS E FURANOS (PCDD/F)</b>		<b>Projeto AS: 18416CS</b>
<b>Cliente: AQUA AMBIENTAL LTDA</b>		
<b>Endereço: AV. ALBERTO LIMA, 3001 – CAMPOS ELÍSIOS</b>		
<b>Cidade: JOÃO MONLEVADE</b>	<b>UF: MG</b>	<b>CEP: 35931-200</b>
<b>Código do projeto do cliente: 3020_11/02_1151</b>		

DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS	
<b>Responsável pela coleta: AQUA AMBIENTAL LTDA</b>	<b>Data de Extração: 18/03/2011 A 12/04/2011</b>
<b>Data de recebimento da amostra: 14/03/2011</b>	<b>Data de Injeção: 19/04/2011</b>
<b>Temperatura de Recebimento °C (Faixa): 2,1</b>	<b>Data de Quantificação: 20/04/2011</b>
<b>Data de amostragem (quarteamento): 18/03/2011</b>	<b>Data de Emissão do Relatório: 20/04/2011</b>
<b>Data da coleta da amostra: 03/03/2011 A 04/03/2011</b>	<b>Data de Reemissão do Relatório: --</b>

MÉTODOS UTILIZADOS
Método(s) Interno(s)*: PE 4.9 – 102 Rev. 06
Método(s) Externo(s)**: USEPA 8290 e 1613
• * Método utilizado como referência direta nos ensaios.
• ** Método normalizado, adaptado e validado.

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS	
<b>São Paulo: Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV</b>	
<b>Rio de Janeiro: Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III</b>	
<b>Minas Gerais: Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III</b>	

OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito as amostras analisadas.</li><li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li><li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li><li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li><li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li><li>N.A. – Não Aplicável.</li><li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores</li></ul>

ANALYTICAL SOLUTIONS (Versão 1)

www.ansol.com.br

ansol@ansol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 1/10



RELATÓRIO DE ENSAIO: ANALÍTICO DE DIOXINAS E FURANOS (PCDD/F)		Projeto AS: 18416CS
Cliente: AQUA AMBIENTAL LTDA		
Endereço: AV. ALBERTO LIMA, 3001 – CAMPOS ELÍSIOS		
Cidade: JOÃO MONLEVADE	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_1151		

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA		
Referência AS	Referência do Projeto	Teor I-TEQ (pg/kg)
18416CS001	CAL VIRGEM	N.D.
18416CS002	SEMICALCINADO (SC)	N.D.
18416CS003	ÓLEO REPROCESSADO	N.D.
18416CS004	MOINHO CARVÃO VEGETAL	N.D.
18416CS005	COQUE DE PETROLEO	N.D.

Os teores em fator tóxico equivalente para EC/NATO/CCMS/i-TEQ de cada uma das amostras estão demonstrados na tabela abaixo. Observe que os resultados estão reportados em pg i-TEQ/kg. Limite de detecção analítico: 0,004 a 35 pg/kg para amostras sólidas (variando para cada congêneres dependendo do valor tóxico equivalente estabelecido pela USEPA para cada um deles).



## 1. Fatores Tóxicos Equivalentes

	WHO	USEPA	EC
<b>Dioxina 2,3,7,8-Isômero</b>			
2,3,7,8-TCDD	1.0	1.0	1.0
1,2,3,7,8-PeCDD	1.0	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	0.01
OCDD	0.0001	0.001	0.001
<b>Furano 2,3,7,8-Isômero</b>			
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.05	0.05
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01	0.01
OCDF	0.0001	0.001	0.001

Favor observar que USEPA TEFs atualmente empregados correspondem exatamente àqueles promulgados por NATO/CCMS e a Comunidade Européia.

ANALYTICAL SOLUTIONS (Versão 1)

www.anasol.com.br

anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 3/10



2. Resultado de análise da amostra 18416CS001

RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	Concentração	TEQ (Equivalentes tóxicos)		Padrao Interno	% Rec.
		USEPA	WHO		
18416CS001					
Data de análise	19-Apr-11				
Dioxins	pg/kg				
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	78.0
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	84.8
123478 HxCDD	ND			13C 123478 HxCDD	86.7
123678 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	91.2
123789 HxCDD	ND			13C 123789 HxCDD	97.3
1234678 HpCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	93.2
OCDD	ND			13C OCDD	98.4
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	81.1
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	86.9
23478 PeCDF	ND			13C 23478 PeCDF	88.8
123478 HxCDF	ND			13C 123478 HxCDF	89.5
123678 HxCDF	ND			13C 123678 HxCDF	94.9
123789 HxCDF	ND			13C 123789 HxCDF	89.2
234678 HxCDF	ND			13C 234678 HxCDF	93.1
1234678 HpCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	93.3
1234789 HpCDF	ND			13C 1234789 HpCDF	83.6
OCDF	ND			13C OCDF	74.4
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		

ANALYTICAL SOLUTIONS Job 18416CS (Versão 1)

www.anasol.com.br  
 anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
 Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 4/10



### 3. Resultado de análise da amostra 18416CS002

#### RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18416CS002				
Data de análise	19-Apr-11				
		TEQ (Equivalentes toxicos)			
Dioxins	Concentracao	USEPA	WHO	Padrao Interno	% Rec.
	pg/kg				
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	60.1
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	65.1
123478 HxCDD	ND			13C 123478 HxCDD	69.5
123678 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	70.8
123789 HxCDD	ND			13C 123789 HxCDD	66.6
1234678 HpCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	74.9
OCDD	ND			13C OCDD	80.0
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	90.1
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	81.4
23478 PeCDF	ND			13C 23478 PeCDF	80.3
123478 HxCDF	ND			13C 123478 HxCDF	75.3
123678 HxCDF	ND			13C 123678 HxCDF	84.2
123789 HxCDF	ND			13C 123789 HxCDF	79.1
234678 HxCDF	ND			13C 234678 HxCDF	83.3
1234678 HpCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	79.2
1234789 HpCDF	ND			13C 1234789 HpCDF	80.1
OCDF	ND			13C OCDF	89.4
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		

ANALYTICAL SOLUTIONS (Versão 1)

www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 5/10



#### 4. Resultado de análise da amostra 18416CS003

##### RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18416CS003			
Data de análise	19-Apr-11			
		TEQ (Equivalentes tóxicos)		
Dioxins	Concentração	USEPA	WHO	
	pg/kg			
2378 TCDD	ND			
12378 PeCDD	ND			
123478 HxCDD	ND			
123678 HxCDD	ND			
123789 HxCDD	ND			
1234678 HpCDD	ND			
OCDD	ND			
			Padrao Interno	
			% Rec.	
			13C 2378 TCDD	73.6
			13C 12378 PeCDD	77.0
			13C 123478 HxCDD	84.5
			13C 123678 HxCDD	83.0
			13C 123789 HxCDD	81.3
			13C 1234678 HpCDD	78.8
			13C OCDD	71.3
Total non target isomers				
TCDD	ND			
PeCDD	ND			
HxCDD	ND			
HpCDD	ND			
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00	
Furans				
2378 TCDF	ND			
12378 PeCDF	ND			
23478 PeCDF	ND			
123478 HxCDF	ND			
123678 HxCDF	ND			
123789 HxCDF	ND			
234678 HxCDF	ND			
1234678 HpCDF	ND			
1234789 HpCDF	ND			
OCDF	ND			
			13C 2378 TCDF	69.2
			13C 12378 PeCDF	64.9
			13C 23478 PeCDF	79.9
			13C 123478 HxCDF	70.4
			13C 123678 HxCDF	73.0
			13C 123789 HxCDF	73.3
			13C 234678 HxCDF	77.5
			13C 1234678 HpCDF	77.9
			13C 1234789 HpCDF	80.4
			13C OCDF	76.8
Total non target isomers				
TCDF	ND			
PeCDF	ND			
HxCDF	ND			
HpCDF	ND			
Total Furans TEQ		0.00	0.00	
Grand Total TEQ		0.00	0.00	

ANALISE DO LIXO 18416CS (Versão 1)

www.anasol.com.br

anasol@anasol.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 6/10



## 5. Resultado de análise da amostra 18416CS004

### RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18416CS004				
Data de análise	19-Apr-11				
		TEQ (Equivalentes tóxicos)			
Dioxins	Concentração	USEPA	WHO	Padrao Interno	% Rec.
	pg/kg				
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	77.4
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	83.1
123478 HxCDD	ND			13C 123478 HxCDD	80.5
123678 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	83.2
123789 HxCDD	ND			13C 123789 HxCDD	79.9
1234678 HpCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	79.5
OCDD	ND			13C OCDD	74.1
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	87.7
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	94.2
23478 PeCDF	ND			13C 23478 PeCDF	89.5
123478 HxCDF	ND			13C 123478 HxCDF	88.1
123678 HxCDF	ND			13C 123678 HxCDF	93.8
123789 HxCDF	ND			13C 123789 HxCDF	83.7
234678 HxCDF	ND			13C 234678 HxCDF	86.9
1234678 HpCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	85.4
1234789 HpCDF	ND			13C 1234789 HpCDF	76.9
OCDF	ND			13C OCDF	68.1
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		

Job 18416CS (Versão 1)

ANALYTICAL SOLUTIONS  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 7/10



## 6. Resultado de análise da amostra 18416CS005

### RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	18416CS005	TEQ (Equivalentes toxicos)			
Data de análise	19-Apr-11	USEPA	WHO		
Dioxins	Concentracao			Padrao Interno	% Rec.
	pg/kg				
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	75.6
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	69.4
123478 HxCDD	ND			13C 123478 HxCDD	70.9
123678 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	69.9
123789 HxCDD	ND			13C 123789 HxCDD	76.4
1234678 HpCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	71.7
OCDD	ND			13C OCDD	75.0
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	69.1
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	75.6
23478 PeCDF	ND			13C 23478 PeCDF	69.2
123478 HxCDF	ND			13C 123478 HxCDF	78.2
123678 HxCDF	ND			13C 123678 HxCDF	72.7
123789 HxCDF	ND			13C 123789 HxCDF	72.7
234678 HxCDF	ND			13C 234678 HxCDF	67.5
1234678 HpCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	67.0
1234789 HpCDF	ND			13C 1234789 HpCDF	72.8
OCDF	ND			13C OCDF	66.8
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		

ANALYTICAL SOLUTIONS (Versão 1)

www.anasol.com.br

anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA

Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 8/10



7. Resultados de análise do Branco de laboratório

RESULTADOS DE DIOXINAS

Amostra	CQB12125				
Data de análise	19-Apr-11				
		TEQ (Equivalentes tóxicos)			
Dioxins	Concentração	USEPA	WHO		
	pg			Padrao Interno	
2378 TCDD	ND			13C 2378 TCDD	% Rec.
12378 PeCDD	ND			13C 12378 PeCDD	62.8
123478 HxCDD	ND			13C 123678 HxCDD	69.9
123678 HxCDD	ND			13C 1234678 HpCDD	68.3
123789 HxCDD	ND			13C OCDD	73.4
1234678 HpCDD	ND				63.6
OCDD	ND				
Total non target isomers					
TCDD	ND				
PeCDD	ND				
HxCDD	ND				
HpCDD	ND				
Total Dioxins TEQ		0.00	0.00		
Furans					
2378 TCDF	ND			13C 2378 TCDF	67.1
12378 PeCDF	ND			13C 12378 PeCDF	77.9
23478 PeCDF	ND			13C 123478 HxCDF	85.1
123478 HxCDF	ND			13C 1234678 HpCDF	77.7
123678 HxCDF	ND			13C OCDF	63.6
123789 HxCDF	ND				
234678 HxCDF	ND				
1234678 HpCDF	ND				
1234789 HpCDF	ND				
OCDF	ND				
Total non target isomers					
TCDF	ND				
PeCDF	ND				
HxCDF	ND				
HpCDF	ND				
Total Furans TEQ		0.00	0.00		
Grand Total TEQ		0.00	0.00		

Job 18416CS (Versão 1)

ANALYTICAL SOLUTIONS  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 9/10



Uma empresa do  
Grupo Bureau Veritas

Tabela de Incerteza Padrão Relativa de Medição - $\mu\text{Rel}(\%)$ $[(\mu\text{M}/\text{M}) \times 100]$ .			
Compostos	$\mu\text{Rel}(\%)$	Compostos	$\mu\text{Rel}(\%)$
2,3,7,8-TCDD	6	2,3,7,8-TCDF	6
1,2,3,7,8-PeCDD	7	1,2,3,7,8-PeCDF	7
1,2,3,4,7,8-HxCDD	7	2,3,4,7,8-PeCDF	7
1,2,3,6,7,8-HxCDD	8	1,2,3,4,7,8-HxCDF	5
1,2,3,7,8,9-HxCDD	8	1,2,3,6,7,8-HxCDF	4
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	5	1,2,3,7,8,9-HxCDF	6
OCDD	7	2,3,4,6,7,8-HxCDF	7
		1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	7
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	5
		OCDF	5

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.
Não se aplica.
Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento



ANALYTICAL SOLUTIONS (Versão 1)

www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br

Laboratório responsável direto pela análise: Analytical Solutions SA  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Bloco 23

p. 10/10



<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS</b>		<b>Projeto AS: 18443CS</b>
<b>Cliente: Aqua Ambiental Ltda</b>		
<b>Endereço: Av Alberto Lima, 3001 - Campos Elisios</b>		
<b>Cidade: João Monlevade</b>	<b>UF: MG</b>	<b>CEP: 35931-200</b>
<b>Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1</b>		

DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS	
<b>Responsável pela coleta: SAMUEL / RODINEI</b>	<b>Data de Digestão: 15/04/2011</b>
<b>Data de recebimento da amostra: 14/03/2011</b>	<b>Data de Leitura: 20/04/2011</b>
<b>Temperatura de Recebimento °C (Faixa): 2,0</b>	<b>Data de Quantificação: 20/04/2011</b>
<b>Data de amostragem (quarteamento): N.A.</b>	<b>Data de Emissão do Relatório: 26/04/2011</b>
<b>Data da coleta da amostra: 02/03/2011</b>	<b>Data de Reemissão do Relatório: N.A.</b>

MÉTODOS UTILIZADOS
<b>Método(s) Interno(s)*: PE 4.9 - 401 Rev.: 07 \ PE 4.9 - 404 Rev.: 06</b>
<b>Método(s) Externos(s)**: USEPA 6010, USEPA 7000</b>
* Método utilizado como referência direta nos ensaios.
** Método normalizado, adaptado e validado.

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
<b>São Paulo: Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV</b>	
<b>Rio de Janeiro: Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III</b>	
<b>Minas Gerais: Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III</b>	

OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none"><li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas.</li><li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li><li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li><li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li><li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li><li>N.A. – Não Aplicável.</li><li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores.</li></ul>

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 1/5

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS</b>		<b>Projeto AS: 18443CS</b>
Cliente: Aqua Ambiental Ltda		
Endereço: Av Alberto Lima, 3001 - Campos Elísios		
Cidade: João Monlevade	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_11S1		

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência A.S.	Referência do Projeto
18443CS008	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM01
18443CS009	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM02
18443CS010	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM03
18443CS011	FILTRO MANGAS_FORNO II_BRANCO

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 2/5

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



RELATORIO DE ENSAIO ANALITICO DE METAIS Projeto AS: 18443CS

Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM01 18443CS008	FILTRO MANGAS_FORNO II_AM02 18443CS009
Antimônio	mg	0,001	0,003	N.D.	N.D.	N.D.
Arsênio	mg	0,001	0,003	N.D.	N.D.	0,004
Cádmio	mg	0,0002	0,0005	N.D.	0,0022	0,0023
Chumbo	mg	0,001	0,005	N.D.	0,025	0,026
Cobalto	mg	0,001	0,003	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre	mg	0,001	0,003	N.D.	0,103	0,128
Cromo Total	mg	0,003	0,005	N.D.	0,052	0,066
Ferro Total	mg	0,005	0,025	N.D.	1,023	1,128
Manganês	mg	0,003	0,005	N.D.	0,054	0,054
Mercurio	mg	0,0001	0,0005	N.D.	N.D.	N.D.
Níquel	mg	0,003	0,005	N.D.	0,023	0,027
Prata	mg	0,003	0,005	N.D.	N.D.	N.D.
Ródio	mg	0,050	0,100	N.D.	N.D.	N.D.
Selênio	mg	0,001	0,003	N.D.	0,006	0,006
Tálio	mg	0,003	0,005	N.D.	N.D.	N.D.
Telúrio	mg	0,050	0,100	N.D.	N.D.	N.D.
Vanádio	mg	0,001	0,005	N.D.	0,013	0,013

Dados das Amostras

Fator de Diluição	1	1	1
Umidade (%)	N.A.	0	0

Observações:

- L.D. - Limite de Detecção do método.
- L.Q. - Limite de Quantificação do método.
- N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.
- N.A. - Não aplicável.

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 3/5

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS					Projeto AS: 18443CS	
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	FILTRO MANGAS FORNO II_AM03 18443CS010	FILTRO MANGAS FORNO II_BRANCO 18443CS011
Antimônio	mg	0,001	0,003	N.D.	N.D.	N.D.
Arsênio	mg	0,001	0,003	N.D.	0,004	N.D.
Cádmio	mg	0,0002	0,0005	N.D.	0,0019	N.D.
Chumbo	mg	0,001	0,005	N.D.	0,028	0,003
Cobalto	mg	0,001	0,003	N.D.	N.D.	N.D.
Cobre	mg	0,001	0,003	N.D.	0,142	N.D.
Cromo Total	mg	0,003	0,005	N.D.	0,068	N.D.
Ferro Total	mg	0,005	0,025	N.D.	1,314	N.D.
Manganês	mg	0,003	0,005	N.D.	0,048	N.D.
Mercúrio	mg	0,0001	0,0005	N.D.	N.D.	N.D.
Níquel	mg	0,003	0,005	N.D.	0,031	N.D.
Prata	mg	0,003	0,005	N.D.	N.D.	0,020
Ródio	mg	0,050	0,100	N.D.	N.D.	N.D.
Selênio	mg	0,001	0,003	N.D.	0,007	N.D.
Tálio	mg	0,003	0,005	N.D.	N.D.	N.D.
Telúrio	mg	0,050	0,100	N.D.	N.D.	N.D.
Vanádio	mg	0,001	0,005	N.D.	0,018	N.D.
<b>Dados das Amostras</b>						
Fator de Diluição				1	1	1
Umidade (%)				N.A.	0	0
<b>Observações:</b>						
L.D. - Limite de Detecção do método.						
L.Q. - Limite de Quantificação do método.						
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.						
N.A. - Não aplicável.						

Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 4/5

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



DADOS DE CONTROLE DE QUALIDADE				
Amostra fortificada	CQS		Matriz: água	
Data de análise	15/04/2011			
Dados de Recuperação				
Parâmetros	Unidades	Valor Teórico	Valor Obtido	Variação (%)
Alumínio	(mg)	0,250	0,250	0
Antimônio	(mg)	0,013	0,011	11
Arsênio	(mg)	0,013	0,013	6
Bário	(mg)	0,250	0,276	10
Boro	(mg)	0,250	0,188	25
Cádmio	(mg)	0,250	0,211	16
Chumbo	(mg)	0,250	0,233	7
Cobalto	(mg)	0,250	0,206	18
Cobre	(mg)	0,250	0,274	10
Cromo Total	(mg)	0,250	0,233	7
Ferro Total	(mg)	0,250	0,221	11
Manganês	(mg)	0,250	0,238	5
Mercúrio	(mg)	0,013	0,014	9
Molibdênio	(mg)	0,250	0,206	17
Níquel	(mg)	0,250	0,201	20
Prata	(mg)	0,100	0,092	8
Selênio	(mg)	0,013	0,012	3
Vanádio	(mg)	0,250	0,245	2
Zinco	(mg)	0,250	0,204	18

**Observações:**  
Critério de aceitação da amostra fortificada - variação menor ou igual a 25%.

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.
Não se aplica
Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento



Job 18443CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_11S1

p. 5/5

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS</b>		<b>Projeto AS: 18416CS</b>
Cliente: Aqua Ambiental Ltda.		
Endereço: Av. Alberto Lima 3001 Campos Elísios		
Cidade: João Monlevade	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_1151		
<b>DATAS E INFORMAÇÕES GERAIS</b>		
Responsável pela coleta: CLIENTE	Data de Digestão: 30-31/03/2011	
Data de recebimento da amostra: 14/03/2011	Data de Leitura: 14/04/2011	
Temperatura de Recebimento °C (Faixa): 2,1	Data de Quantificação: 14/04/2011	
Data de amostragem (quarteamento): N.A.	Data de Emissão do Relatório: 18/04/2011	
Data da coleta da amostra: 03-04/03/2011	Data de Reemissão do Relatório: N.A.	
<b>MÉTODOS UTILIZADOS</b>		
Método(s) Interno(s)*: PE 4.9 - 401 Rev.: 07 \ PE 4.9 - 404 Rev.: 06		
Método(s) Externos(s)**: USEPA 6010, USEPA 7000		
* Método utilizado como referência direta nos ensaios.		
** Método normalizado, adaptado e validado.		
<b>RESPONSÁVEL TÉCNICO:</b>		
São Paulo: Ana Paula D. Tavares - 04360937 CRQ IV		
Rio de Janeiro: Mauro C. S. Machado - 03212544 CRQ III		
Minas Gerais: Walisson Mol e Marques - 03315643 CRQ III		
<b>OBSERVAÇÕES</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Os resultados obtidos têm seu valor restrito às amostras analisadas.</li><li>As amostras foram analisadas como recebidas, isentando o laboratório de qualquer responsabilidade referente aos procedimentos e dados de coleta.</li><li>A reprodução deste relatório só pode ser total e depende da aprovação formal deste laboratório.</li><li>Os métodos utilizados neste(s) ensaio(s) apresentam-se conformes em relação ao método referenciado. Caso o ensaio tenha apresentado desvios, adições ou exclusões. Estes estarão listados no item informações adicionais do relatório.</li><li>Os valores para amostras sólidas reportados são relativos à massa seca.</li><li>N.A. – Não Aplicável.</li><li>Em caso de reemissão do relatório esta versão substitui as versões anteriores.</li></ul>		

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 1/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23  
ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



<b>RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS</b>		<b>Projeto AS: 18416CS</b>
Cliente: Aqua Ambiental Ltda.		
Endereço: Av. Alberto Lima 3001 Campos Elísios		
Cidade: João Monlevade	UF: MG	CEP: 35931-200
Código do projeto do cliente: 3020_11/02_1151		

IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA	
Referência A.S.	Referência do Projeto
18416CS001	CAL VIRGEM
18416CS002	SEMICALCINADO (SC)
18416CS003	ÓLEO REPROCESSADO
18416CS004	MOINHO CARVÃO VEGETAL
18416CS005	COQUE DE PETRÓLEO

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 2/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.ansol.com.br  
ansol@ansol.bureauveritas.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS					Projeto AS: 18416CS
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	ÓLEO REPROCESSADO 18416CS003
Antimônio	mg/L	0,002	0,005	N.D.	N.D.
Arsênio	mg/L	0,002	0,005	N.D.	N.D.
Cádmio	mg/L	0,0003	0,0010	N.D.	0,409
Chumbo	mg/L	0,002	0,010	N.D.	2,278
Cobalto	mg/L	0,001	0,005	N.D.	1,810
Cobre	mg/L	0,001	0,005	N.D.	4,992
Cromo Total	mg/L	0,005	0,010	N.D.	2,071
Manganês	mg/L	0,005	0,010	N.D.	0,866
Mercúrio	mg/L	0,0002	0,0010	N.D.	N.D.
Níquel	mg/L	0,005	0,010	N.D.	10,668
Tálio	mg/L	0,005	0,010	N.D.	24,189
Telúrio	mg/L	0,100	0,200	N.D.	N.D.
Zinco	mg/L	0,005	0,010	N.D.	57,955
Dados das Amostras					
Fator de Diluição				1	1
Umidade (%)				N.A.	N.A.
<b>Observações:</b>					
L.D. - Limite de Detecção do método.					
L.Q. - Limite de Quantificação do método.					
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.					
N.A. - Não aplicável.					

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 3/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23  
ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS					Projeto AS: 18416CS		
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	CAL VIRGEM 18416CS001	SEMICALCIN ADO (SC) 18416CS002	MOINHO CARVÃO VEGETAL 18416CS004
Antimônio	mg/Kg	0,100	0,250	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Arsênio	mg/Kg	0,100	0,250	N.D.	0,630	3,200	0,750
Cádmio	mg/Kg	0,015	0,050	N.D.	N.D.	0,085	N.D.
Chumbo	mg/Kg	0,100	0,500	N.D.	N.D.	4,270	1,079
Cobalto	mg/Kg	0,050	0,250	N.D.	N.D.	0,586	0,276
Cobre	mg/Kg	0,050	0,250	N.D.	N.D.	1,271	2,417
Cromo Total	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	N.D.	3,558	2,560
Manganês	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	31,931	70,262	159,583
Mercúrio	mg/Kg	0,020	0,100	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Níquel	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	N.D.	3,604	0,794
Tálio	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Telúrio	mg/Kg	5,000	10,000	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Zinco	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	1,874	8,215	5,147
Dados das Amostras							
<b>Fator de Diluição</b>				1	2	5	1
<b>Umidade (%)</b>				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
<b>Observações:</b>							
L.D. - Limite de Detecção do método.							
L.Q. - Limite de Quantificação do método.							
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.							
N.A. - Não aplicável.							
Para o parâmetro Arsênio a amostra 001 foi diluída 2x e 002 foi diluída 5x.							

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 4/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO ANALÍTICO DE METAIS					Projeto AS: 18416CS
Parâmetros	Unidades	L.D.	L.Q.	BRANCO	COQUE DE PETROLEO 18416CS005
Antimônio	mg/Kg	0,100	0,250	N.D.	N.D.
Arsênio	mg/Kg	0,100	0,250	N.D.	N.D.
Cádmio	mg/Kg	0,015	0,050	N.D.	0,107
Chumbo	mg/Kg	0,100	0,500	N.D.	N.D.
Cobalto	mg/Kg	0,050	0,250	N.D.	N.D.
Cobre	mg/Kg	0,050	0,250	N.D.	2,607
Cromo Total	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	N.D.
Manganês	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	1,683
Mercurio	mg/Kg	0,020	0,100	N.D.	N.D.
Níquel	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	N.D.
Tálio	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	0,940
Telúrio	mg/Kg	5,000	10,000	N.D.	N.D.
Zinco	mg/Kg	0,250	0,500	N.D.	2,362
Dados das Amostras					
Fator de Diluição				1	1
Umidade (%)				N.A.	N.A.
<b>Observações:</b>					
L.D. - Limite de Detecção do método.					
L.Q. - Limite de Quantificação do método.					
N.D. - Não Detectado Acima do Limite de Quantificação.					
N.A. - Não aplicável.					

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 5/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23  
ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.ansol.com.br  
ansol@ansol.bureauveritas.com.br



DADOS DE CONTROLE DE QUALIDADE				
Amostra fortificada	CQS		Matriz: ÓLEO	
Data de análise	30/03/2011			
Dados de Recuperação				
Parâmetros	Unidades	Valor Teórico	Valor Obtido	Varição (%)
Alumínio	(mg/L)	0,500	0,488	2
Antimônio	(mg/L)	0,025	0,022	13
Arsênio	(mg/L)	0,025	0,028	14
Bário	(mg/L)	0,500	0,483	3
Boro	(mg/L)	0,500	0,409	18
Cádmio	(mg/L)	0,500	0,504	1
Chumbo	(mg/L)	0,500	0,487	3
Cobalto	(mg/L)	0,500	0,464	7
Cobre	(mg/L)	0,500	0,471	6
Cromo Total	(mg/L)	0,500	0,484	3
Ferro Total	(mg/L)	0,500	0,476	5
Manganês	(mg/L)	0,500	0,493	1
Mercurio	(mg/L)	0,025	0,026	3
Molibdênio	(mg/L)	0,500	0,448	10
Níquel	(mg/L)	0,500	0,462	8
Prata	(mg/L)	0,200	0,203	1
Vanádio	(mg/L)	0,500	0,487	3
Zinco	(mg/L)	0,500	0,508	2

**Observações:**  
Critério de aceitação da amostra fortificada - variação menor ou igual a 25%.

Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 6/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br



DADOS DE CONTROLE DE QUALIDADE				
Amostra fortificada	CQS		Matriz: solo	
Data de análise	31/03/2011			
Dados de Recuperação				
Parâmetros	Unidades	Valor Teórico	Valor Obtido	Variação (%)
Alumínio	(mg/kg)	25,000	24,557	2
Antimônio	(mg/kg)	1,250	1,525	22
Arsênio	(mg/kg)	1,250	1,096	12
Bário	(mg/kg)	25,000	23,051	8
Boro	(mg/kg)	25,000	19,823	21
Cádmio	(mg/kg)	25,000	24,122	4
Chumbo	(mg/kg)	25,000	23,438	6
Cobalto	(mg/kg)	25,000	22,030	12
Cobre	(mg/kg)	25,000	23,014	8
Cromo Total	(mg/kg)	25,000	23,147	7
Ferro Total	(mg/kg)	25,000	23,014	8
Manganês	(mg/kg)	25,000	23,513	6
Merúrio	(mg/kg)	1,250	0,981	22
Molibdênio	(mg/kg)	25,000	21,404	14
Níquel	(mg/kg)	25,000	22,060	12
Prata	(mg/kg)	10,000	9,800	2
Vanádio	(mg/kg)	25,000	23,308	7
Zinco	(mg/kg)	25,000	24,568	2

**Observações:**  
Critério de aceitação da amostra fortificada - variação menor ou igual a 25%.

Opiniões, Interpretações e Informações Adicionais.
Não se aplica
Obs.: As opiniões interpretações e informações adicionais não fazem parte do escopo do credenciamento do laboratório listado no quadro de credenciamento



Job 18416CS (Versão 1) // 3020\_11/02\_1151

p. 7/7

Laboratório responsável pela emissão do laudo: Analytical Solutions Ltda  
Rua José de Figueiredo, 320, Barra da Tijuca - Rio de Janeiro, RJ 22793-170 - Loja 23

ANALYTICAL SOLUTIONS LTDA.  
www.anasol.com.br  
anasol@anasol.bureauveritas.com.br