

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

DOUGLAS DIAS TEIXEIRA

**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NO
PROCESSO DE MINERAÇÃO A CÉU ABERTO NO CAMPO VILA FUNIL,
SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA**

CRICIÚMA

2012

DOUGLAS DIAS TEIXEIRA

**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NO
PROCESSO DE MINERAÇÃO A CÉU ABERTO NO CAMPO VILA FUNIL,
SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. MSc. Clovis Norberto Savi

CRICIÚMA

2012

DOUGLAS DIAS TEIXEIRA

**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS GERADOS NO
PROCESSO DE MINERAÇÃO A CÉU ABERTO NO CAMPO VILA FUNIL,
SIDERÓPOLIS, SANTA CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheiro Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Restauração de ambientes alterados e recuperação de áreas degradadas.

Criciúma, 26 de Novembro de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Clovis Norberto Savi - Mestre - (IPAT/UNESC) - Orientador

Prof. Nadja Zim Alexandre - Mestre - (IPAT/UNESC)

Prof. Márcio Luiz Geremias - Doutor - (UNESC)

Dedico primeiramente a Deus, que permaneceu ao meu lado durante toda formação, e a minha família por todo apoio e palavras de incentivo que fizeram de um sonho uma realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar saúde, sabedoria e coragem para enfrentar todos os desafios impostos pela vida, por estar sempre ao meu lado e por nunca me abandonar, mesmo eu tendo o abandonado por muitas vezes durante esta trajetória.

Agradeço a minha família pelo apoio, incentivo, por disponibilizar todos os subsídios necessários para minha formação, por estar sempre ao meu lado nas decisões tomadas e por muitas vezes serem contra, fazendo com que sempre seguisse no caminho certo.

Agradeço a minha namorada Bruna, por toda ajuda e apoio ao longo da minha formação, por compreender os momentos que não pude estar presente, por passar horas a fio estudando ao meu lado, não deixando com que desistisse nunca, pelas incontáveis palavras de apoio e incentivo e também pelas muitas críticas que só me engrandeceram como pessoa.

Agradeço ao professor Clóvis Norberto Savi por dedicar horas de orientação fazendo com que este trabalho se tornasse realidade. Agradeço as críticas e ao aprendizado, que tenho certeza contribuíram em muito a minha vida profissional.

Agradeço também a todos os professores pela compreensão e conhecimento transmitido, em especial a professora Nadja Zim Alexandre e ao professor Márcio Luiz Geremias que me dão a honra de serem avaliadores do presente trabalho, e ao professor Sérgio Luciano Gallato que foi meu supervisor de campo e disponibilizou de todos os recursos necessários para elaboração deste trabalho.

Agradeço ao IPAT/UNESC pela oportunidade de realização deste trabalho e a todos os colaboradores que não mediram esforços para me ajudar na realização deste e por todo conhecimento por eles transmitido.

“As virtudes dos homens são semelhantes ao vôo dos pássaros. Não se prenda aos atrativos inferiores. A ave que se habitua com a paisagem rasteira, perde o gosto pela altura”.

Provérbio Indiano

RESUMO

A exploração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina foi exercida durante muito tempo sem um planejamento adequado, trazendo consigo um problema relacionado às áreas de passivo, onde os resíduos gerados no processo de mineração foram por muitos tempos depositados de forma inadequada, e dessa forma contribuindo para a degradação do solo e dos corpos hídricos, além de ocasionar a potencial geração de Drenagem Ácida de Mina (DAM). Devido ao baixo pH e elevadas concentrações de metais, a drenagem ácida necessita de estudos detalhados para que sua ocorrência possa ser evitada. Esta está associada à oxidação dos sulfetos presentes nos estéreis e rejeitos. O IPAT – Instituto de Pesquisas Ambientais da UNESC tem adotado métodos de balanço ácido-base na reabilitação de algumas áreas degradadas pela mineração de carvão, tais métodos possuem como base pesquisas canadense. Para a realização do presente trabalho identificou-se os pontos de estéril e rejeito e realizou-se amostragem nas zonas homólogas pertencentes aos 3 polígonos que compõe a área de estudo, sendo realizada uma amostra composta para cada zona amostrada. Para caracterização destes resíduos determinou-se a concentração de enxofre, o potencial de neutralização e o pH em água de cada amostra. Utilizou-se a metodologia do Balanço Ácido-Base (BAB) para determinar a Potencial Geração de Acidez (PA) e a Necessidade de Neutralizante (NN) necessária para correção do problema gerado. Em uma última etapa foi estimada a quantidade de resíduos presentes na área e calculado o volume de neutralizante a ser utilizado.

Palavras-chave: Drenagem ácida; resíduos de mineração; balanço ácido-base; necessidade de neutralizante.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Método operacional da <i>dragline</i>	16
Figura 02: Formação de DAM em corte efetuado pela <i>dragline</i> e depósito de material estéril recoberto por vegetação.	17
Figura 03: Principais aspectos e impactos da mineração.	19
Figura 04: (A) Marcas de onda no arenito e (B) Nódulo de pirita.	21
Figura 05: Presença de nódulo de Pirita em arenito.	22
Figura 06: Contra molde de pirita em meio ao estéril de mineração a céu aberto. ...	25
Figura 07: Nódulos de pirita em um matacão de carvão em meio ao estéril de mineração a céu aberto.	26
Figura 08: Lagoa formada por DAM.	27
Figura 09: Localização da área de estudo, Siderópolis, Santa Catarina.	35
Figura 10: Polígono em vermelho representando a área de estudo.	36
Figura 11: Divisão da área em zonas homólogas.	38
Figura 12: Amostragem de estéril realizada em solo plano.	39
Figura 13: Amostragem de estéril realizada em taludes.	39
Figura 14: Pontos de amostragem de rejeito.	42
Figura 15: Pasta de resíduo em água (proporção 1:1) para leitura de pH.	43
Figura 16: Determinação do potencial de neutralização das amostras.	45
Figura 17: Conjunto de frascos lavadores de gases para absorção de SO ₂ gerado no processo de queima da amostra para determinação de enxofre total.	46
Figura 18: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no estéril de mineração a céu aberto.	51
Figura 19: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.	52
Figura 20: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no rejeito de mineração.	54
Figura 21: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.	54
Figura 22: Imagem aérea do polígono 02 (maio de 2005).	55

Figura 23: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no estéril de mineração a céu aberto.....	56
Figura 24: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.....	57
Figura 25: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no estéril de mineração a céu aberto.....	59
Figura 26: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.....	59
Figura 27: Mapa de Potencial de Geração de Acidez no Campo Vila Funil.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Resumo dos principais métodos cinéticos.....	30
Tabela 2.1: Número de subamostras que compõe a amostra composta de estéril no polígono 1 da área de estudo.....	40
Tabela 2.2: Número de subamostras que compõe a amostra composta de estéril no polígono 2 da área de estudo.....	41
Tabela 2.3: Número de subamostras que compõe a amostra composta de estéril no polígono 3 da área de estudo.....	41
Tabela 03: Volume e normalidade do HCl a ser utilizado para neutralização dos carbonatos após a realização do teste do <i>fizz</i>	44
Tabela 4.1: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 01).	50
Tabela 4.2: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 01).	50
Tabela 05: Caracterização do rejeito no Campo Vila Funil.	53
Tabela 06: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 02).	55
Tabela 7.1: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 03).	58
Tabela 7.2: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 03).	58
Tabela 8.1: Polígono 1: Cálculos estimados de volume de estéril e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.....	60
Tabela 8.2: Polígono 2: Cálculos estimados de volume de estéril e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.....	61
Tabela 8.3: Polígono 3: Cálculos estimados de volume de estéril e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.....	61
Tabela 9: Cálculos estimados de volume de rejeito e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.	61
Tabela 10: percentual de neutralizante necessário em função da massa do material.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BAB	Balanço Ácido-Base
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
DAM	Drenagem Ácida de Mina
NNP	Potencial de Neutralização Líquido
NN	Necessidade de Neutralizante
PA	Potencial Máximo de Geração de Ácido
PN	Potencial Máximo de Neutralização
PRAD	Projeto de Recuperação de Área Degradada
S _T	Enxofre Total

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 MINERAÇÃO A CÉU ABERTO	15
2.2 PRINCIPAIS IMPACTOS DA MINERAÇÃO	17
2.3 RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE MINERAÇÃO	20
2.4 DRENAGEM ÁCIDA DE MINA	24
2.4.1 Métodos de Avaliação do Potencial de Geração de Drenagem Ácida	28
2.4.1.1 Balanço Ácido-Base	31
3 METODOLOGIA	34
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.2 AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MINERAÇÃO (ESTÉRIL E REJEITO)	37
3.2.1 Amostragem de resíduos de mineração (estéril e rejeito)	38
3.2.2 Caracterização dos resíduos de mineração (estéril e rejeito)	42
3.2.2.1 Determinação do pH em água	43
3.2.2.2 Determinação do potencial de neutralização	44
3.2.2.3 Determinação de Enxofre Total	46
3.2.3 Potencial de geração de acidez e estimativa de neutralizante	47
3.2.3.1 Potencial de Geração de Acidez (PA)	47
3.2.3.2 Estimativa de Neutralizante	47
3.2.4 Estimativa do volume de resíduos depositados na área	48
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	49
5 CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	66
ANEXO 1 – MAPA DOS PONTOS AMOSTRADOS	71
ANEXO 2 – PONTOS AMOSTRADOS	73
ANEXO 3 – LAUDOS LABORATORIAIS (REJEITO)	82
ANEXO 4 – LAUDOS LABORATORIAIS (ESTÉRIL)	88

1 INTRODUÇÃO

A mineração possui uma grande importância para o desenvolvimento econômico e social, pois se observa que o minério extraído na natureza está presente em quase todos os produtos utilizados. Entretanto esta dependência causa um dano à sociedade, ou seja, o surgimento de imensas áreas degradadas que, com o término da exploração, na maioria das vezes não podem ser ocupadas racionalmente.

As carboníferas trabalharam na região sul de Santa Catarina de forma predatória por um longo período, o que resultou em problemas ambientais graves que afetam a região até os dias de hoje. Tal degradação ocorreu devido à carência de planejamento, tecnologia e políticas ambientais, sendo dispostos durante muito tempo, de forma inadequada, uma grande quantidade de rejeito, onde sendo que à medida que as reservas eram exauridas as mineradoras se deslocavam para outras áreas, deixando para trás pilhas de rejeitos e estéreis expostas ao ambiente e lagoas ácidas formadas por antigas cavas de mina a céu aberto.

A atividade mineradora traz consigo inúmeros problemas ambientais, na qual a recuperação ou reabilitação da área só será possível após um estudo minucioso sobre a real situação da área afetada. Este estudo permitirá a posterior elaboração de um Plano de Recuperação da Área Degradada, na qual a execução ficará sob a responsabilidade das empresas que mineraram no local, pela obrigatoriedade constante na Lei N° 6.938, de 31 de Agosto de 1981, que dispõe sobre a Política do Meio Ambiente, tendo no seu artigo 4°, inciso VII, a afirmação que a Política Nacional do Meio Ambiente visará: “à imposição, ao poluidor e ao predador, da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e, ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos”.

Para as áreas degradadas pela atividade de mineração de carvão em Santa Catarina tem-se adotado o conceito de reabilitação ambiental, com indicações de uso futuro diferente daquele propiciado pela área em sua condição original.

A área objeto deste estudo está localizada no município de Siderópolis, estado de Santa Catarina, na localidade de Rio Albina a 3,5km da sede do município, na margem direita da estrada que liga Siderópolis a Jordão. O estudo foi realizado junto ao setor de projetos ambientais do IPAT/UNESC, que foi contratado

para elaborar o Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD) para o Campo Vila Funil, sendo as coletas realizadas nos meses de agosto e setembro de 2012.

Foram muitos os problemas causados pela mineração de carvão na região Carbonífera de Santa Catarina, e esta situação exige medidas que venham a mitigar os impactos ambientais ocasionados pelos passivos deixados pela mineração de carvão, de forma a reabilitar o ambiente e projetar um uso futuro para esta área. Desta forma justifica-se a elaboração deste estudo de identificação e caracterização dos resíduos gerados no processo de mineração visando à elaboração de um projeto que venha a diminuir a geração de poluentes gerados por estes resíduos.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo geral identificar e caracterizar as principais fontes de poluição causadas por resíduos gerados no processo de mineração na área degradada pela mineração de carvão no Campo Vila Funil, Siderópolis, SC. Para tal será necessário realizar os seguintes objetivos específicos.

- Mapear as áreas com deposição de estéril e rejeito de mineração;
- Realizar amostragem e caracterizar os resíduos gerados no processo de mineração (estéril e rejeito);
- Avaliar o potencial de geração de acidez dos rejeitos e estéreis;
- Estimar a quantidade de resíduo presente e a quantidade de neutralizante necessário.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A mineração é uma das atividades mais primitivas exercidas pelo homem, sendo esta utilizada como fonte de sobrevivência e produção de bens sociais e industriais. Tal atividade extrativista, quando exercida sem técnicas e controles adequados, pode deixar um significativo quadro de degradação na área em que a abriga (KOPEZINSKI, 2000).

Segundo Lopes et al (2009), a mineração de carvão mineral no Brasil é uma atividade econômica de importância apenas regional, pelo fato de seus maiores depósitos estarem localizados nos três estados da região sul do país, sendo que o estado líder de produção é Santa Catarina, apesar do Rio Grande do Sul possuir a maior reserva mineral do país, ficando o Paraná com as jazidas de menor expressão.

A mineração de carvão em Santa Catarina teve início em meados do século XIX, sendo que o grande impulso foi em 1940, com a implantação do parque siderúrgico nacional. A partir de então vários municípios do sul do estado foram criados e se desenvolveram em função desta atividade (LOPES et al, 2009).

Durante muito tempo a atividade carbonífera trabalhou de forma predatória, o que ocasionou os principais problemas ambientais que afetam a chamada Bacia Carbonífera Catarinense, e mesmo com todo esforço relacionado à melhoria de processos, visando à mitigação de impactos causados pela atividade, pode-se observar que o problema ainda permanece na região (LOPES et al, 2009).

Segundo Koppe e Costa (2008), os métodos de lavra utilizados em Santa Catarina desde o início dos trabalhos envolveram a lavra a céu aberto e subterrânea.

De acordo com os mesmos autores a lavra a céu aberto, consiste na remoção de formações sedimentares que recobrem a camada de carvão, constituindo a cobertura estéril, e desta forma envolvendo a remoção de grandes volumes deste material para cada tonelada de carvão produzida, no qual podem causar um significativo impacto ambiental caso a lavra e a recuperação não seja definida de maneira correta desde o início dos trabalhos.

Para Borma e Soares (2004), o estéril pode ser potencialmente gerador de drenagem ácida de mina (DAM), quando apresenta em sua estrutura materiais sulfetados na combinação do oxigênio e, submetida a condições de disposição inadequadas.

2.1 MINERAÇÃO A CÉU ABERTO

A mineração a céu aberto é o método utilizado quando a massa mineral apresenta-se de forma aflorante ou recoberta por uma espessura que torne o mesmo economicamente favorável à lavra, ou seja, a mesma é aplicada a corpos de pequenas profundidades, onde a relação entre todo material retirado e o produto final é tal que permita a lucratividade do projeto.

De acordo com Koppe e Costa (2008), a mineração a céu aberto é desenvolvida essencialmente pelo método de lavra em tiras.

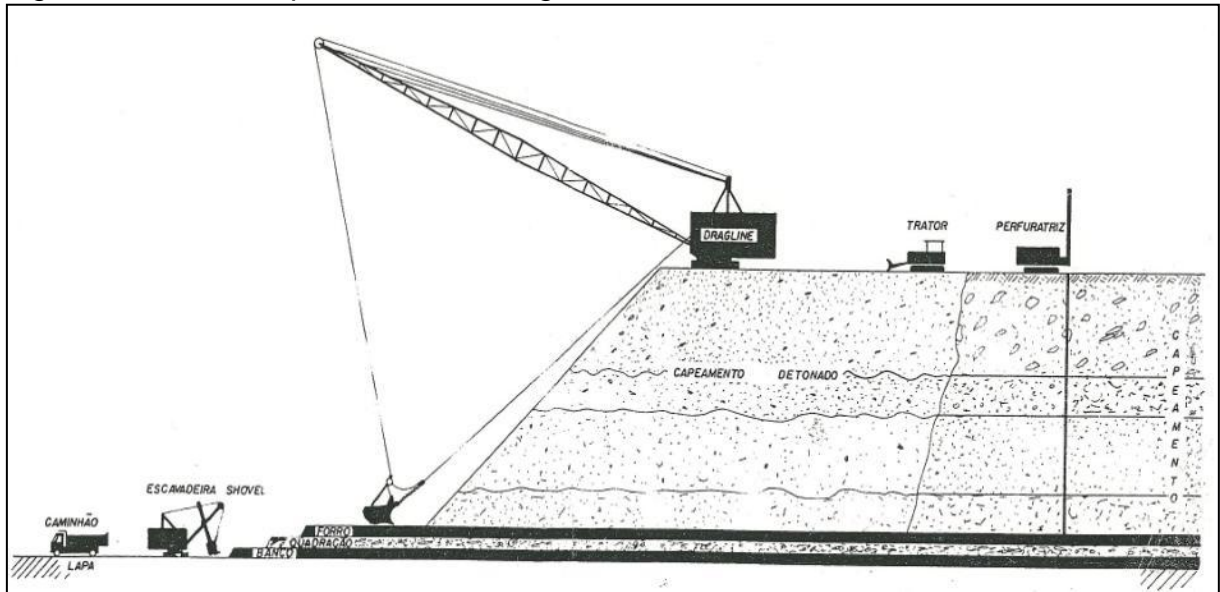
Este método consiste na retirada da vegetação, solo e estéril da mineração por meio de escavadeiras, até encontrar a camada de carvão, formando o que conhecemos por cava. Em Santa Catarina o material removido geralmente era depositado em pilhas cônicas, na qual a vegetação e o solo eram depositados na superfície e o estéril na camada superior, ocorrendo, então, a inversão de camadas do solo (CITADINI ZANETTE, 1999 apud SANTOS 2003).

Segundo Koppe e Costa (2008), a seleção do sistema de mineração a ser utilizado deve levar em conta fatores como: tamanho do depósito de carvão, distribuição das camadas, controle estrutural do depósito, disponibilidade de equipamentos, vida útil do depósito e taxa de produção de carvão. Os maiores custos operacionais relacionados à lavra de carvão a céu aberto está condicionada a remoção da camada de cobertura. Os principais métodos de lavra a céu aberto são: método de lavra de descobertura com *dragline* e método de lavra em bancadas.

Segundo os mesmos autores o método de descobertura utilizando *dragline* foi um dos mais utilizados em Santa Catarina, tal processo envolve a abertura de um corte inicial, removendo o carvão exposto nesse corte e colocando o material de cobertura do próximo corte longitudinal dentro desse corte inicial, sendo este procedimento repetido corte a corte.

As *draglines* são escolhidas para este tipo de operação em função de sua versatilidade em diversas condições de operação e do custo unitário de material escavado. Segundo Alexandre (1999), nestas áreas mineradas a céu aberto, destacou-se o uso da *dragline* Marion, na qual possuía a capacidade de remoção de 23m³ por caçamba e um alcance de 70m, sendo está responsável pela devastação de 1.460ha de terras férteis, atuando na região carbonífera catarinense durante 30 anos. A figura 1 demonstra o método operacional realizado pela *dragline*.

Figura 01: Método operacional da *dragline*.



Fonte: MENEGHINI, 2010.

O método de lavra de carvão em bancadas, combinado ao uso de escavadeiras e caminhões, foi utilizado pelas mineradoras na região carbonífera de Santa Catarina, este método pode ser empregado em depósitos onde às camadas de carvão estão relativamente espessas, horizontalizadas ou levemente inclinadas, apresentado baixa razão de descobertura. O método consiste na abertura de uma cava, sendo a o material de cobertura depositado em uma área de bota-fora temporária. O carvão é então removido da cava inicial, sendo o próximo corte efetuado na direção de avanço da lavra, a cobertura do segundo corte é transportada e depositada para a área já lavrada, sendo este processo repetido na medida em que a cava avança (KOPPE E COSTA, 2008).

Segundo Koppe e Costa (2008), em ambos os métodos apresentados anteriormente, pode haver a necessidade do uso de explosivos para realizar o desmonte de rochas de cobertura.

De acordo com os mesmos autores as operações de lavra a céu aberto, em Santa Catarina, não foram efetuadas com um adequado planejamento, e nem realizadas as recuperações ambientais necessárias. O material estéril e o rejeito de mineração foram dispostos no ambiente sem qualquer forma de controle, ocasionando a degradação do solo. Muitas destas áreas foram simplesmente abandonadas, o que ocasionou diversos problemas ambientais como a drenagem ácida de mina (DAM), impacto visual, erosão e liberação de gases para atmosfera,

sendo que até os dias de hoje estes problemas persistem na região, conforme pode ser observado na figura 2, onde fica evidenciado o corte efetuado pela *dragline*, com presença de DAM e pilhas de estéril que em alguns pontos chegam a 30m de altura.

Figura 02: Formação de DAM em corte efetuado pela *dragline* e depósito de material estéril recoberto por vegetação.



Fonte: Autor, 2012

2.2 PRINCIPAIS IMPACTOS DA MINERAÇÃO

A mineração de carvão apresenta graves problemas de contaminação ambiental, sendo estes associados à remoção de material estéril e a exposição de rejeito de mineração (ALBA, 2010). De acordo com Santos (2003), o maior impacto da mineração a céu aberto é a geração de ecossistemas degradados, modificados de tal forma que sua recuperação parcial depende de trabalhos de longo prazo. Os impactos da mineração provocam mudanças no solo, no ar e na água.

Para Ubaldo e Sousa (2008), na região carbonífera do estado de Santa Catarina, a contaminação dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, causados pela DAM, é provavelmente o impacto ambiental mais significativo da mineração de carvão.

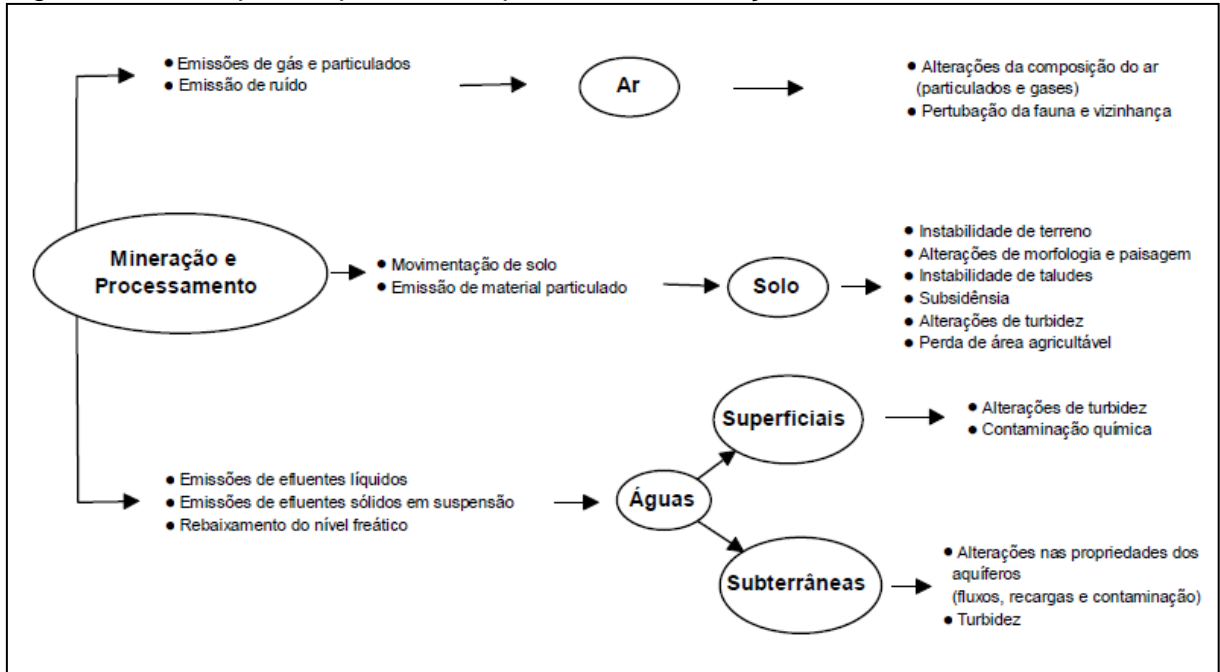
De acordo com o mesmo autor, estima-se que para cada tonelada de carvão comercializado sejam gerados cerca de 0,5 à 0,6 toneladas de resíduos. O grande problema é que a maioria destes resíduos são dispostos de forma inadequada no ambiente, fazendo com que os mesmos estejam propensos a geração de DAM.

Até a década de 1980, a extração de carvão mineral a céu aberto pelo método de tiras, conduziu a inversão dos horizontes de solo e rocha, fazendo com que, as pilhas de estéril que ainda hoje se espalham na região carbonífera de Santa Catarina, tenham na formação de suas bases as rochas aflorantes, antes da abertura de cavas, sendo estas formada principalmente por siltitos e arenitos. Já as litologias que antes estavam posicionadas acima da camada de carvão, hoje recobrem os montes de estéreis. Está inversão de horizontes, que produziu em vários locais a chamada “Paisagem Lunar”, expôs a ação do tempo, materiais potencialmente poluidores, difundindo ainda mais as fontes de poluição (LOPES et al, 2009).

De acordo com Alba (2010), a região carbonífera de Santa Catarina, registra problemas ambientais que atingem as bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Tubarão e Urussanga, sendo os principais impactos da região: a alteração da morfologia do terreno, remoção da cobertura vegetal, disposição de resíduos sólidos, erosão e lixiviação de depósitos de rejeitos.

A figura 3 apresenta os principais aspectos e impactos gerados na mineração e no processamento do carvão mineral relacionado ao meio físico.

Figura 03: Principais aspectos e impactos da mineração.



Fonte: HUYSTEEN (1998 apud BORMA E SOARES, 2004).

Para Menezes e Waterkemper (2009), a lavra de carvão a céu aberto modifica a paisagem deixando grandes montanhas de rochas de estéreis misturados com rejeito, que quando em contato com o ar forma gás, devido à inversão de camada do solo e a formação de grandes pilhas.

De acordo com os mesmos autores as lagoas ácidas surgem com o abandono das cavas de mina, nas quais estas apresentam como característica principal um baixo pH (entre 2 e 3), além da presença de elevadas concentrações de metais, tais como ferro, manganês, zinco e sulfatos. Estas lagoas, por sua vez, possuem ligação com os recursos hídricos, causando a degradação dos principais rios da região.

A degradação dos recursos hídricos regionais, que se encontram atualmente com elevada acidez e altas concentrações de sulfatos e metais pesados podem ser considerados os principais impactos ambientais decorrentes da mineração de carvão, juntamente com a degradação do solo e do ar (MENEZES E WATERKEMPER, 2009).

2.3 RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE MINERAÇÃO

O processo de extração de carvão mineral gera grandes quantidades de resíduos, e alguns destes são gerados por meio da mineração a céu aberto, outros resíduos são formados devido à exploração de carvão de baixa qualidade, de difícil reutilização, ou ainda devido à ocorrência de impurezas presentes das rochas (CHERIAF et al, 2002).

De acordo com Zanette et al (2010), a extração de carvão mineral resulta na produção de dois tipos de resíduos, estéreis da mineração a céu aberto, constituído pela mistura de arenito, siltitos e folhelhos carbonosos e piritosos, e rejeito do beneficiamento de carvão, constituído principalmente pela pirita (FeS_2).

Segundo o mesmo autor, os resíduos de mineração foram sendo acumulados em vales próximos à mina ou local de beneficiamento do carvão. Os depósitos de rejeitos expostos ao ambiente somados às áreas ocupadas por estéril e lagoas ácidas, oriundas das drenagens superficiais, contabilizam uma perda de aproximadamente 6.000ha de solo fértil, nas quais, poderiam servir para a expansão econômica da região, além do comprometimento a qualidade de vida da população e do equilíbrio dos ecossistemas existentes.

De acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos CNRH (2002), estéril pode ser classificado como qualquer material não aproveitável como minério e descartado pela operação de lavra antes do beneficiamento, em caráter definitivo ou temporário, já o rejeito é definido como material descartado proveniente de plantas de beneficiamento de minério.

Borma e Soares (2004) classificam estéril como material de cobertura, camada intermediária ou circundante do mineral de interesse, podendo ser extraídos fisicamente com o auxílio de explosivos ou escavadeiras, sendo muitas vezes dispostos em pilhas sem estrutura de contenção. Em geral as pilhas deste material possuem granulometria bastante variada, onde na ausência de compactação apresenta-se com elevado grau de porosidade, facilitando a penetração de oxigênio gasoso e águas pluviais em seu interior.

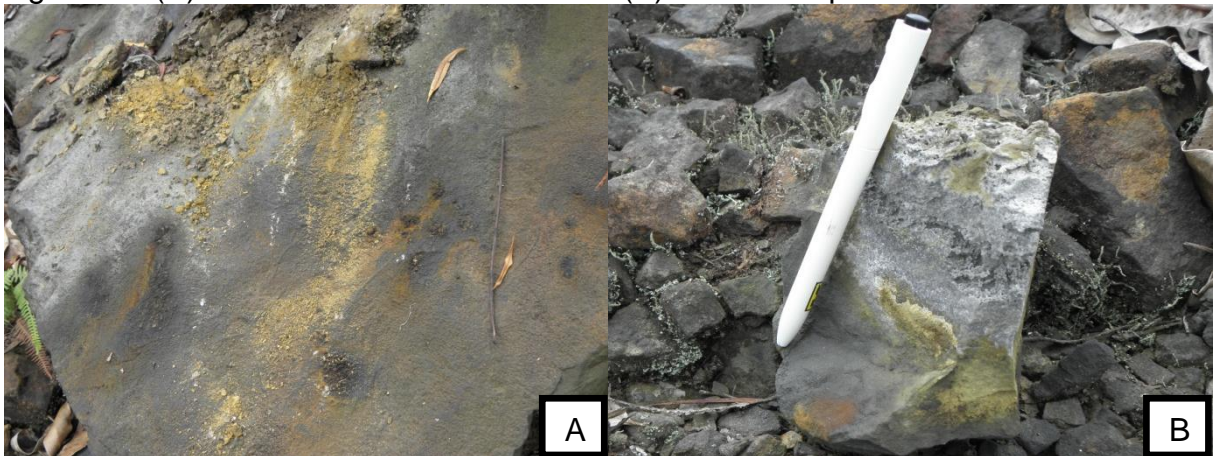
Segundo IPAT/UNESC (2006 apud CECHELLA 2010), as pilhas de estéreis, resultante do processo de decapeamento da camada de carvão Barro Branco, são constituídas de uma mistura com várias associações de rochas (arenitos, folhetos e siltitos). Quando em superfícies estas rochas ora são mais ricas

em litotipos de fração arenosa (arenitos friáveis ou quartzosos em sua maioria portadores de pirita), ora ricas em fração argilosa (folhelhos e siltitos). Nestas pilhas, também podem ser encontrados rejeitos de carvão levados da usina de beneficiamento para a área da mina.

O estéril pode ser potencialmente gerador de drenagem ácida de mina (DAM), quando apresenta em sua estrutura materiais sulfetados na combinação do oxigênio e submetido a condições de disposição inadequadas (BORMA E SOARES, 2004).

De acordo com White (1994), no afloramento do minério é possível observar as litologias soto e sobrepostas ao carvão da camada bonito. Da base para o topo observa-se uma seção com onze camadas, onde White (1994) descreve a sexta camada: “[...] Arenito ortoquartzítico (1m) fino, bem selecionado, friável, estratificação cruzada de baixo ângulo, marcas onduladas de grande amplitude (até 3m), presença de concreções piritosas [...]”. Na figura 4 observam-se a concreção da pirita em arenito, e as marcas de ondulações, situações destacadas por White.

Figura 04: (A) Marcas de onda no arenito e (B) Nódulo de pirita.

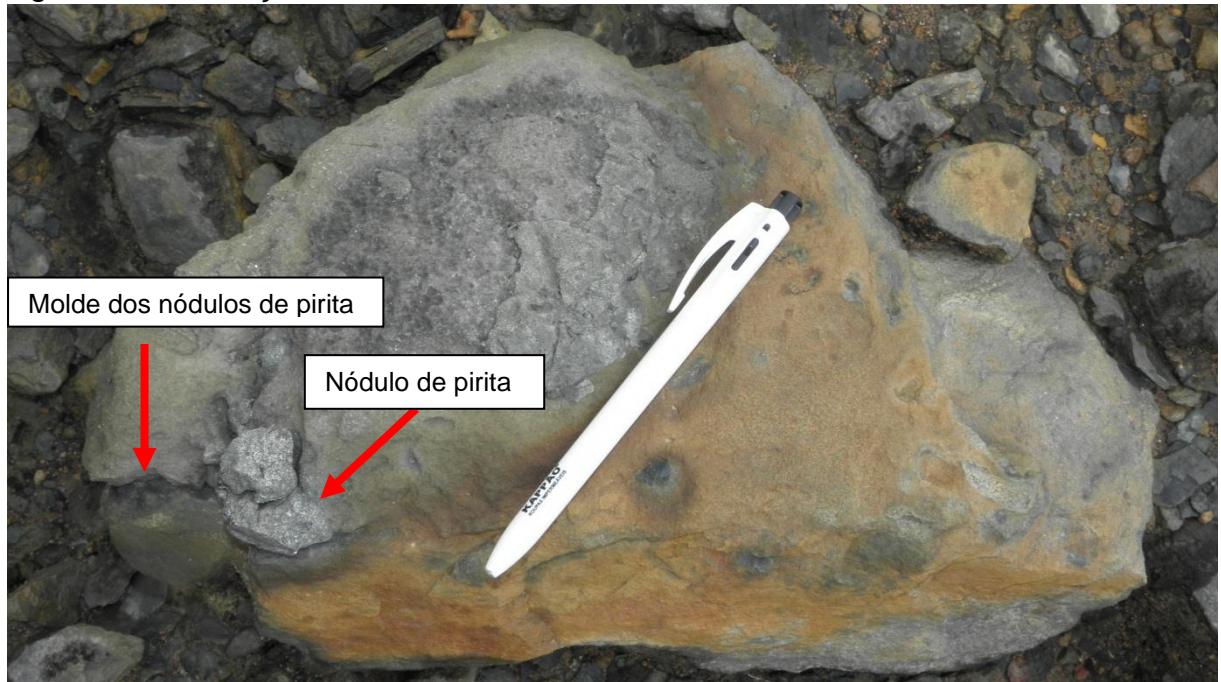


Fonte: Autor, 2012

Os arenitos aparecem com uma coloração esbranquiçada à amarelada, variando de friáveis a quartzosos (neste caso mais rígido devido a matriz simplificada), podendo aparecer com incrustações acre avermelhadas, devido a precipitação de hidróxidos de ferro, normalmente estão associados a blocos de siltitos e folhelhos cinza. Os blocos de arenitos podem variar de alguns centímetros a poucos decímetros, sendo que alguns podem chegar até um metro. Em boa parte dos seixos são observados nódulos de pirita ou de marcassita (Figura 05), no qual

aparecem como aglomerados finos pouco ou por vezes muito alterados. Em alguns locais é possível observar a fase de precipitação de sulfetos ao redor destes nódulos com processo de cristalização diferenciado. Em alguns pontos é possível observar apenas o molde dos nódulos em arenitos, ficando evidenciada a total dissolução dos mesmos (IPAT/UNESC, 2003).

Figura 05: Presença de nódulo de Pirita em arenito.



Fonte: Autor, 2012

O rejeito é classificado segundo Borma e Soares (2004), como resíduo sólido resultante das operações de beneficiamento e metalurgia extrativa. Após a classificação dos minérios, os rejeitos apresentam uma estrutura granulométrica pouco dispersa e usualmente mais fina que os estéreis. De acordo com Ortiz e Teixeira (2002), estes rejeitos são constituídos de um concentrado de matéria mineral contendo sulfetos, aluminossilicatos, óxidos e hidróxidos, na qual estes podem ser liberados em meio ácido, resultante da oxidação da pirita.

Segundo Lopes et al (2009), a concentração de enxofre presente no rejeito varia de acordo com as características químicas de cada carvão, em média os rejeitos inalterados possuem em torno de 10% deste composto.

Os rejeitos de beneficiamento apresentam características mais homogêneas que o estéril, e são constituídos predominantemente por partículas finas e impermeáveis (ORTIZ E TEIXEIRA, 2002). De acordo com estes mesmos

autores, o processo de oxidação dos sulfetos ocorre tanto em pilhas de estéril como nos rejeitos expostos à ação do tempo. Observa-se também, que os rejeitos de mineração permanecem contaminando o ambiente por centenas de anos após a sua disposição inicial.

Rejeitos recentes de carvão possuem, usualmente, pH neutro ou levemente alcalino, que começa a decrescer com a oxidação da pirita. Esta oxidação da pirita transformando-se em sulfato ocorre por ação de microrganismos em presença de ar, variação térmica e variação de umidade (chuva, infiltrações e drenagem), causando desta forma o aumento do caráter ácido (PROCHNOW E PORTO, 2000).

Em um estudo realizado para avaliação de uma área de rejeito da mineração de carvão, Prochnow e Porto (2000 p. 675) citam que:

As áreas com rejeito de carvão não queimado passam por diversos estágios onde o potencial de acidez, inicialmente alto, vai decrescendo. O pH inicialmente alto vai baixando até tornar-se extremamente ácido, aumentando depois gradativamente, até se esgotar o potencial de acidez; a quantidade de sulfato livre é inicialmente baixa e vai aumentando até o último estágio.

Para Singer e Stumm; Curtiz; Torrey (1970; 1973; 1978 apud Ortiz e Teixeira, 2002), os rejeitos mais antigos estão mais propícios ao desenvolvimento de DAM do que os recém depositados, devido, provavelmente a ação tardia de bactérias. Desta forma estes autores concluíram que os rejeitos de carvão expostos só podem ser considerados inócuos ao meio ambiente em condições em que o fluxo de água existente seja severamente limitado ou ausente.

Segundo Kumber et al, (1978 apud Prochnow e Porto, 2000, p.675) em decorrência destes processos de oxidação, a mineração de carvão e depósitos com rejeitos de carvão, frequentemente causam a poluição de corpos d'água superficiais e subterrâneos, entre outros problemas ambientais.

Para Borma e Soares (2004), os rejeitos contendo sulfetos são potenciais causadores de DAM quando dispostos de forma inadequada no ambiente.

O principal problema associado a estes materiais é que juntamente com o carvão mineral ocorrem também depósitos de pirita e outros materiais sulfetados e, esses materiais quando expostos a oxigênio e umidade oxidam-se, gerando, entre

outros produtos, ácido sulfúrico, sendo este o principal responsável pela DAM (CAMPOS et al, 2010).

As pilhas de rejeitos de carvão podem ainda entrar em combustão espontânea, gerando SO_2 e outros gases. Esta combustão é gerada pela reação do enxofre pirítico e o oxigênio do ar, esta reação é chamada de exotérmica, e sob condições de baixa umidade residual na pilha, produz a elevação da temperatura, podendo alcançar aproximadamente 400°C , sendo esta à temperatura aproximada para ignição da pirita. Este fenômeno foi observado no Brasil, principalmente no estado de Santa Catarina, devido ao elevado teor de enxofre (ORTIZ E TEIXEIRA, 2002).

2.4 DRENAGEM ÁCIDA DE MINA

A mineração de carvão apresenta graves problemas de contaminação quando associada à remoção de material estéril e, principalmente, a exposição de rejeito de mineração. Esse processo atua como catalisador das reações de oxidação, produzindo ácido sulfúrico, por meio das reações de minerais sulfetados como pirita, pirrotita, calcopirita e arsenopirita, comuns nessas rochas, com o oxigênio da atmosfera, liberando cátions metálicos, sulfatos e acidez nas águas superficiais e subterrâneas, e desta forma formando a Drenagem Ácida de Mina (DAM), responsável pelos principais impactos deste tipo de atividade (PEREIRA, 2010).

O termo drenagem ácida é utilizado para descrever a água contaminada pela ação resultante da oxidação natural de minerais sulfetados que ocorre em rochas ou resíduos expostos ao ar e a água (BELL E BULLOCK, 1996 apud ORTIZ E TEIXEIRA, 2002).

Segundo De Luca; Kontopoulos (1991; 1998 apud Fagundes 2009), os poluentes da DAM afetam a qualidade da água, baixando o pH, reduzindo a alcalinidade natural, aumentando a dureza total e acrescentando quantidades indesejadas de ferro, manganês, alumínio, sulfatos entre outros metais pesados. De acordo com os mesmos autores essas fontes permanecem ativas por décadas ou até mesmo por séculos após a sua produção.

Estima-se que 786 Km de rios das bacias dos Rios Araranguá, Tubarão e Urussanga foram atingidos pela Drenagem Ácida de Minas (DAM) na região

carbonífera do Sul de Santa Catarina. Esta contaminação é resultado das 134 áreas mineradas a céu aberto, 115 áreas com depósito de rejeito e 77 lagoas ácidas resultando em uma área de aproximadamente 5.716 ha (GOMES 2004 apud SILVAS 2011, p.25).

Segundo Luz et al (2010) a DAM é um dos mais sérios problemas ambientais causados pela mineração, sendo este relacionado diretamente as atividades de mineração de carvão, lignito e de sulfetos polimetálicos.

De acordo com Borma e Soares 2004, p. 251, a oxidação dos sulfetos que pode dar lugar ao surgimento de DAM, é um processo natural, que pode ser acelerado pela movimentação de materiais sólidos, sendo esta forma, característica de lavra e beneficiamento de minério.

Segundo IPAT/UNESCO (2002) os estéreis, principalmente os arenitos piritosos (figura 6), são potencialmente geradores de drenagem ácida e doadores de metais pesados, bem como os rejeitos contendo pirita (figura 7). A ação do intemperismo nestes materiais provoca o aparecimento de águas e solos ácido.

Figura 06: Contra molde de pirita em meio ao estéril de mineração a céu aberto.



Fonte: Autor, 2012

Figura 07: Nódulos de pirita em um matacão de carvão em meio ao estéril de mineração a céu aberto.

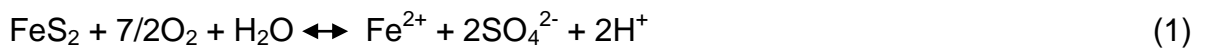


Fonte: Autor, 2012

A pirita é reconhecida como a maior geradora de drenagem ácida, porém esta pode ser gerada também por meio da oxidação de outros sulfetos, tais como a marcassita, pirrotita e a calcopirita (ORTIZ E TEIXEIRA, 2002).

A oxidação da pirita e algumas reações envolvidas na geração de drenagem ácida são descritas por Singer e Stumm (1970) da seguinte forma:

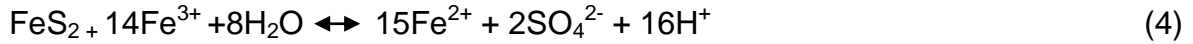
- a) Oxidação de sulfeto pelo O_2 atmosférico com produção de sulfato, Fe ferroso e íons de H^+ em solução, eq.(1):



- b) Oxidação de Fe ferroso, gerando Fe férrico eq.(2), cujo sofre hidrólise produzindo hidróxido de ferro e aumento da acidez, eq.(3):



c) Oxidação de sulfatos por Fe^{3+} com produção de acidez e redução do Fe férrico para Fe ferroso, eq.(4):



De acordo com Mendonça et al.(2002), os hidróxidos ferrosos e férricos, associados na reação química eq. (2), são responsáveis pela cor vermelho-alaranjado que é característica da drenagem ácida da mina, sendo esta comumente observada em córregos e lagoas em áreas afetadas pela mineração, conforme pode ser visto na figura 8.

Figura 08: Lagoa formada por DAM.



Fonte: Autor, 2012

De acordo com Salomons (1995 apud ORTIZ E TEIXEIRA, 2002), o processo de geração de drenagem ácida pode ser sintetizado em três estágios, na qual no primeiro estágio o pH encontra-se maior que 4,5 e pode-se verificar alta concentração de sulfato e baixo teor de ferro, com pouca ou nenhuma acidez; no segundo estágio verifica-se um pH entre 2,5 e 4,5, níveis elevados de sulfatos e um aumento no conteúdo total de ferro e acidez; nos terceiro estágio o valor de pH é encontrado menor que 2,5 e apresenta níveis elevados de sulfato e ferro.

Segundo Singer e Stumm (1970) a etapa limitante do processo de formação de drenagem ácida está relacionada à equação 2, ou seja, a oxidação do Fe ferroso.

Para IPAT/UNESC (2003), outros parâmetros como o tipo de sulfeto presente na rocha (ou material), sua quantidade total e sua capacidade de reatividade no ambiente, também são importantes para o entendimento do processo de geração DAM.

Para Luz et al. (2010) a DAM pode ser encontrada em minas desativadas que recebem um fluxo corrente de águas pluviais ou de afloramentos naturais com concentrações reduzidas de íons metálicos, e valores de pH que variam entre 2,5 e 4,0. Segundo o mesmo autor este resíduo pode ser encontrado também em áreas ativas de mineração e está presente em bacias de rejeitos ou cavas ativas, com concentrações elevadas de poluentes (maior que 2000 mgFe⁺³/L por exemplo).

A DAM ocorre de forma significativa quando há situações que resíduos contendo sulfetos são expostos em quantidade suficiente para reagir química e biologicamente, gerando ácido em velocidade e volume maior que a suportada pelo meio, pode ocorrer também quando as propriedades físicas dos resíduos sejam favoráveis à infiltração de água e oxigênio em quantidade suficiente para que ocorra a reação química e biológica ou quando as condições de clima úmido são suficientes para geração de DAM, de forma que a infiltração e percolação através do resíduo transporte a mesma para o ambiente (RUTCHINSON E ELLISON, 1992 apud BORMA E SOARES 2004, p.251-252).

2.4.1 Métodos de Avaliação do Potencial de Geração de Drenagem Ácida

Existem vários métodos relacionados ao tratamento e a prevenção da DAM, sendo que estes variam de acordo com as características intrínsecas de cada ambiente, ou seja, varia de acordo com a composição do minério e das rochas encaixantes, volume de água, método de lavra e processo de beneficiamento (LOPES et al., 2009).

A avaliação do potencial de geração ácida é uma ferramenta que auxilia no planejamento de métodos de proteção ao ambiente. A identificação prematura do potencial de gerar acidez de um determinado elemento de mina permite o planejamento e a incorporação de medidas de controle, de forma a reduzir de maneira considerável problemas ambientais em longo prazo causados por estéreis e rejeitos de mineração (GUEVARA, 2007).

De acordo com Skousen et al. (1995 apud Farfan; Barbosa; De Souza, 2004, p. 25), existem diversas formas para avaliar e prever o potencial de drenagem ácida. Muitos estudos foram realizados com o objetivo de determinar se apenas um método é capaz de fornecer todas as informações necessárias na caracterização do ácido gerado pelos rejeitos e estéreis na indústria mineral, no entanto determina-se que dois ou mais métodos sejam utilizados proporcionando desta forma uma informação mais exata. Estes métodos preveem e fornecem dois importantes resultados, os quais são descritos a seguir:

- 1) O potencial para gerar ácido e o potencial de neutralização dos diversos minerais que serão expostos durante o processo de exploração mineral;
- 2) Potencial de elementos tóxicos (metais) dos minerais que estarão expostos e podem atingir o meio ambiente.

Estes métodos estão divididos em duas categorias: Métodos Cinéticos e Métodos Estáticos.

Segundo Guevara (2007) o método cinético é utilizado para a determinação do comportamento geoquímico do material no tempo, e a determinação dos componentes solúveis. O objetivo deste método é prever o potencial de drenagem ácida em longo prazo dos materiais de mineração (rejeitos e estéreis), onde as amostras são expostas a condições ambientais em função do tempo, controladas em laboratório (FARFAN; BARBOSA; DE SOUZA, 2004), que segundo Skousen (1996) possui como objetivo:

- A confirmação do potencial de DAM;
- Avaliar as taxas de oxidação de enxofre e geração do ácido;
- Determinar o efeito, caso exista, entre o início da drenagem ácida e o decréscimo do potencial de neutralização;
- Determinar os efeitos das bactérias;
- Avaliar o grau de metais lixiviáveis e fornecer a indicação das concentrações de cátions/ânions, esperada nas drenagens ácidas;
- Selecionar o teste para avaliar e gerenciar os resíduos, plantas e as respectivas estratégias de controle ambiental.

Existem diversos métodos cinéticos para se avaliar o potencial de geração de DAM, sendo que a variabilidade entre eles está na complexidade, tempo

de duração, custos e tipo de resultados (EPA, 1994). De acordo com o mesmo autor estes métodos são capazes de reproduzir em curto tempo fenômenos que na realidade acontecem em períodos longos, sendo que os principais métodos cinéticos são: confirmação de pesquisa B.C; células úmidas; e colunas de lixiviação. A tabela 1 apresenta um resumo destes métodos.

Tabela 01: Resumo dos principais métodos cinéticos.

Método do teste	Confirmação de pesquisa B.C	Células úmidas	Colunas de lixiviação
Tamanho da partícula	< 400 Mesh	< 2,38 mm	Variável
Quantidade	15 à 30 g.	200 g.	----
Metodologia	A amostra é submetida a uma solução com atividades de bactérias, com pH 2,2 à 2,5 e T=35°C. Se o pH aumentar não gera DAM. Se o pH diminuir a metade da amostra original é adicionada.	O material é exposto por 3 dias ao ar úmido, 3 dias ao ar seco e posteriormente é lixiviado com 200 mL de água deionizada por um dia	Colunas contendo o material são lixiviadas com volumes discretos ou soluções de recirculação.
Vantagens	Uso simples, Baixo custo, Avaliação do Potencial de avaliação biológica.	Aproximação das condições de campo, Fáceis de interpretar, Grande quantidade de dados é gerada.	Modelo para diferentes tamanhos e tipos de materiais
Desvantagens	Uso moderado, Necessário longo período de tempo, Dificuldade de interpretação se a variação de pH for pequena.	Uso moderado, Necessário longo período de tempo,	Dificuldade de interpretação, não prático para grande quantidade de amostras, necessita de longos períodos de tempo.

Fonte: EPA, 1994. Adaptado pelo autor.

Os métodos estáticos são procedimentos laboratoriais que avaliam o equilíbrio entre o potencial de geração de ácido e a capacidade de neutralização da acidez (FARFAN; BARBOSA; DE SOUZA, 2004).

Os testes estáticos preveem a qualidade da drenagem por meio de comparação do potencial máximo de produção de ácido (PA) com seu potencial máximo de neutralização (PN). O PA é determinado multiplicando-se a percentagem

de enxofre total ou enxofre de sulfureto na amostra por um fator de conversão ($PA = 31,25 * \%S$). PN é a medida do material carbonato disponível para neutralizar o ácido, este valor pode ser determinado adicionando ácido à amostra, seguido de titulação para determinar a quantidade de ácido consumido. O pH geralmente termina em 3,5. O potencial de neutralização líquido (NNP), ou balanço ácido/base (BAB) é determinado pela subtração de PA a partir do PN ($NNP = PN - PA$) (EPA, 1994).

O principal objetivo do método estático é definir o balanço entre os minerais potencialmente geradores de ácido e aqueles potencialmente consumidores de ácido em uma amostra (SUMMERS E BONELLI, 1997), sendo que este método normalmente é utilizado na primeira etapa do programa de testes para determinação do potencial de DAM. Esta metodologia define o balanço entre minerais potencialmente geradores de acidez e aqueles potencialmente consumidores de acidez de uma amostra (GUEVARA, 2007).

De acordo com o mesmo autor os principais métodos estáticos utilizados são:

- Balanço ácido Base (método Sobek);
- Balanço ácido Base modificado;
- Teste de pesquisa inicial British Columbia (B.C.);
- Produção de ácido apurado.

2.4.1.1 Balanço Ácido-Base

O denominado balanço ácido-base (BAB) consiste na contabilização da qualidade de substâncias geradoras e neutralizadoras de ácidos presentes no resíduo (BORMA E SOARES, 2004), tal método surgiu nos anos 30, com objetivo de estimar a composição da crosta terrestre, e a partir de estudos foram surgindo novas ideias relacionadas com a predominância de outro tipo de elemento constituintes de rocha, que determinam o potencial futuro de produzir alcalinidade ou acidez (FARFAN; BARBOSA; DE SOUZA, 2004).

O BAB é constituído por uma série de análises de composição e cálculos utilizados para estimar o potencial do mineral produzir drenagem ácida quando os materiais sulfetados são expostos a oxigênio e água (PRICE, 2009). De acordo com o mesmo autor o BAB consiste em; i) análise de pH; ii) análise de enxofre e cálculo

do potencial de geração de ácido (PA); iii) análise do potencial de neutralização (PN); iv) cálculo da relação de neutralização potencial (NPR ou NP/PA) e o potencial de neutralização líquido (NNP ou PN - PA).

De acordo com Perry (1985 apud FARFAN; BARBOSA; DE SOUZA, 2004, p.32), existem três considerações básicas que devem ser entendidas no uso da BAB:

- 1) Os valores para o potencial de acidez (PA) e o potencial de neutralização (PN), representam as quantidades máximas ou finais de análise total das rochas. A reação completa da pirita e dos elementos alcalinos, provavelmente não ocorram, afetando assim a quantidade total de acidez ou de alcalinidade produzida.
- 2) A existência de três espécies químicas de enxofre associadas ao carvão: enxofre pirítico ($S_{\text{pirítico}}$), enxofre sulfático ($S_{\text{sulfático}}$), e enxofre orgânico ($S_{\text{orgânico}}$). O enxofre pirítico é o predominante para produzir ácido. A análise de enxofre total (S_{total}) ultrapassa o teor do enxofre pirítico, porque usualmente estão presentes as três espécies.
- 3) BAB reconhece somente as quantidades finais de acidez ou de alcalinidade que a rocha produzirá. As taxas de reação da pirita e carbonatos não são determinados por estes métodos.

De acordo com EPA (1994), o potencial de produção de ácido é determinado a partir do enxofre total eq. (5), e admite que dois moles de ácido serão gerados por cada mol de enxofre.

$$PA = 31,25 \times \%S \quad (5)$$

O PN é inicialmente determinado por um teste simples de efervescência (*fizz test*), com o objetivo de selecionar a intensidade do ácido a ser usado na próxima etapa. Com posse desta informação o ácido clorídrico (HCl) é adicionado à amostra fervendo-se o composto até o fim da reação. A solução resultante é titulada a pH 7,0 com hidróxido de sódio (NaOH) para determinar a quantidade de ácido consumido na reação entre o HCl e a amostra (EPA, 1994)

De acordo com o mesmo autor o NNP é determinado subtraindo o PA do PN, sendo que este valor pode ser positivo ou negativo. Os valores de PN negativos são presumíveis geradores de ácido, valores positivos indicam um risco mínimo de gerar ácido.

Para Pennsylvania (1998) a interpretação dos resultados do BAB envolve aplicações de inúmeras suposições, sendo que as mais frequentemente utilizadas são:

- Todo enxofre de uma amostra reagirá para formar ácido;
- Todo material consumido durante a digestão ácida no laboratório gerará alcalinidade no campo;
- A velocidade de reação do enxofre é a mesma que a taxa de dissolução do material de neutralização;

Desta forma os mesmos autores pressupõe que a interpretação dos resultados da BAB é muito mais complicada do que simplesmente somar a PA e os valores de PN.

Na região Carbonífera de Santa Catarina, estudos neste sentido foram realizados por Bez (2007), Cechella (2010) e Domingos (2011), além de Diagnósticos Ambientais realizados pelo IPAT/UNESC.

3 METODOLOGIA

Foram realizadas várias visitas *in loco* com o objetivo de reconhecimento da área e identificação das fontes de poluição causada por resíduos de mineração (estéril e rejeito), desta forma utilizou-se das seguintes etapas:

- 1) Descrição da área de estudo;
- 2) Determinação das zonas de estudo.
- 3) Amostragem e caracterização dos resíduos de mineração (estéril e rejeito);
- 4) Potencial de geração de acidez e estimativa de neutralizante;
- 5) Estimativa do volume de resíduos depositados na área;

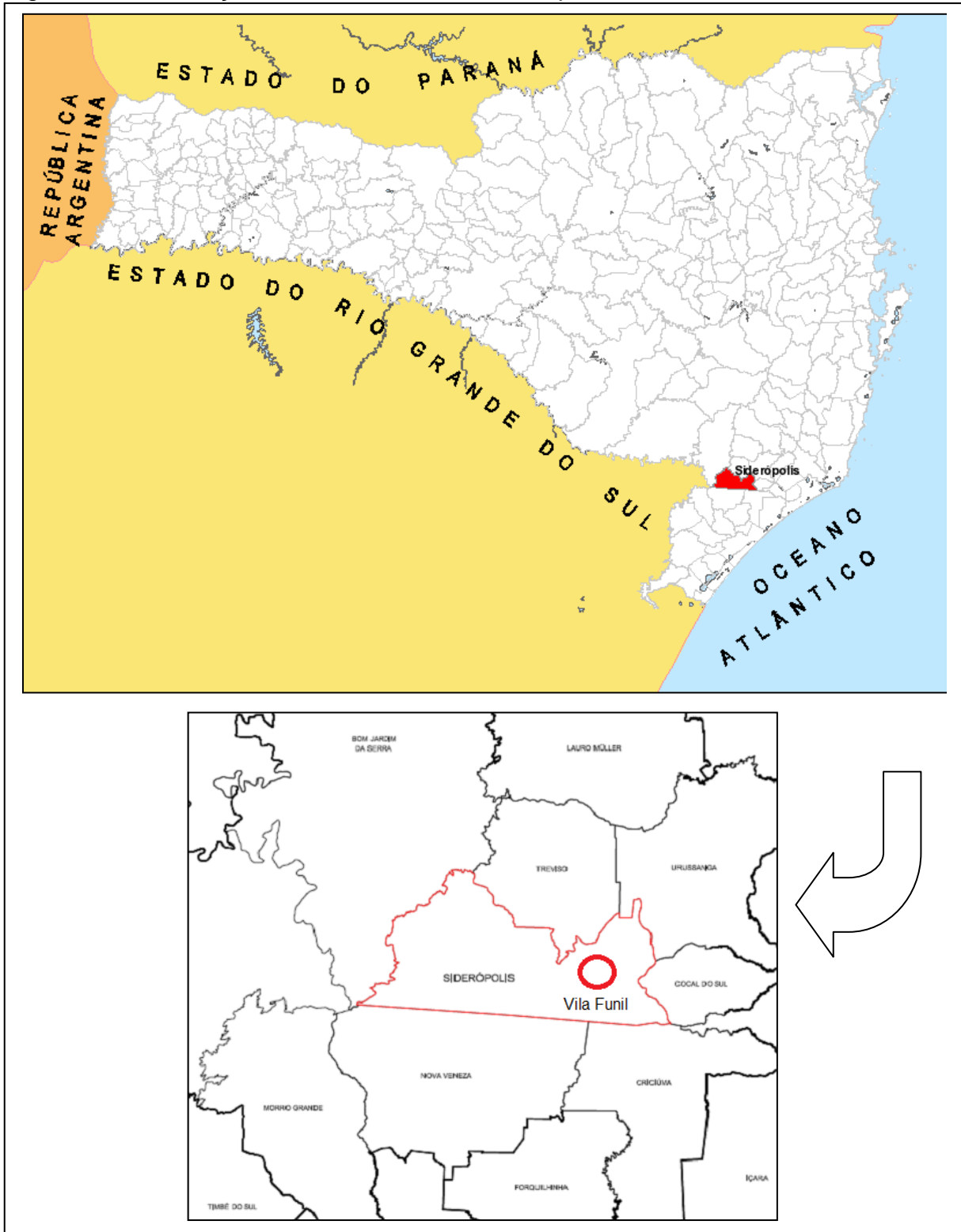
3.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área do Campo Vila Funil está localizada no município de Siderópolis, estado de Santa Catarina, na localidade de Rio Albina a 3,5km da sede do município, na margem direita da estrada que liga Siderópolis à Jordão. A Figura 9 apresenta a localização espacial da área de estudo.

O Campo Vila Funil foi o maior campo de lavra a céu aberto da região de Siderópolis, neste local as atividades de mineração produziram o que ficou conhecido como “paisagem lunar”, resultado das pilhas de estéril que em alguns lugares ultrapassavam os 30 metros de altura.

No local existem cinco lagoas ácidas formadas pelos cortes de extração, na qual a maior delas, localizada na porção central, possui uma profundidade superior a 30 metros. Estas lagoas possuem ligação com o recurso hídrico local e, em 2001, os estudos realizados pelo IPH (Instituto de Pesquisas Hidrológicas) mostraram que a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos já estavam seriamente comprometidos (GEOLÓGICA, 2008).

Figura 09: Localização da área de estudo, Siderópolis, Santa Catarina.



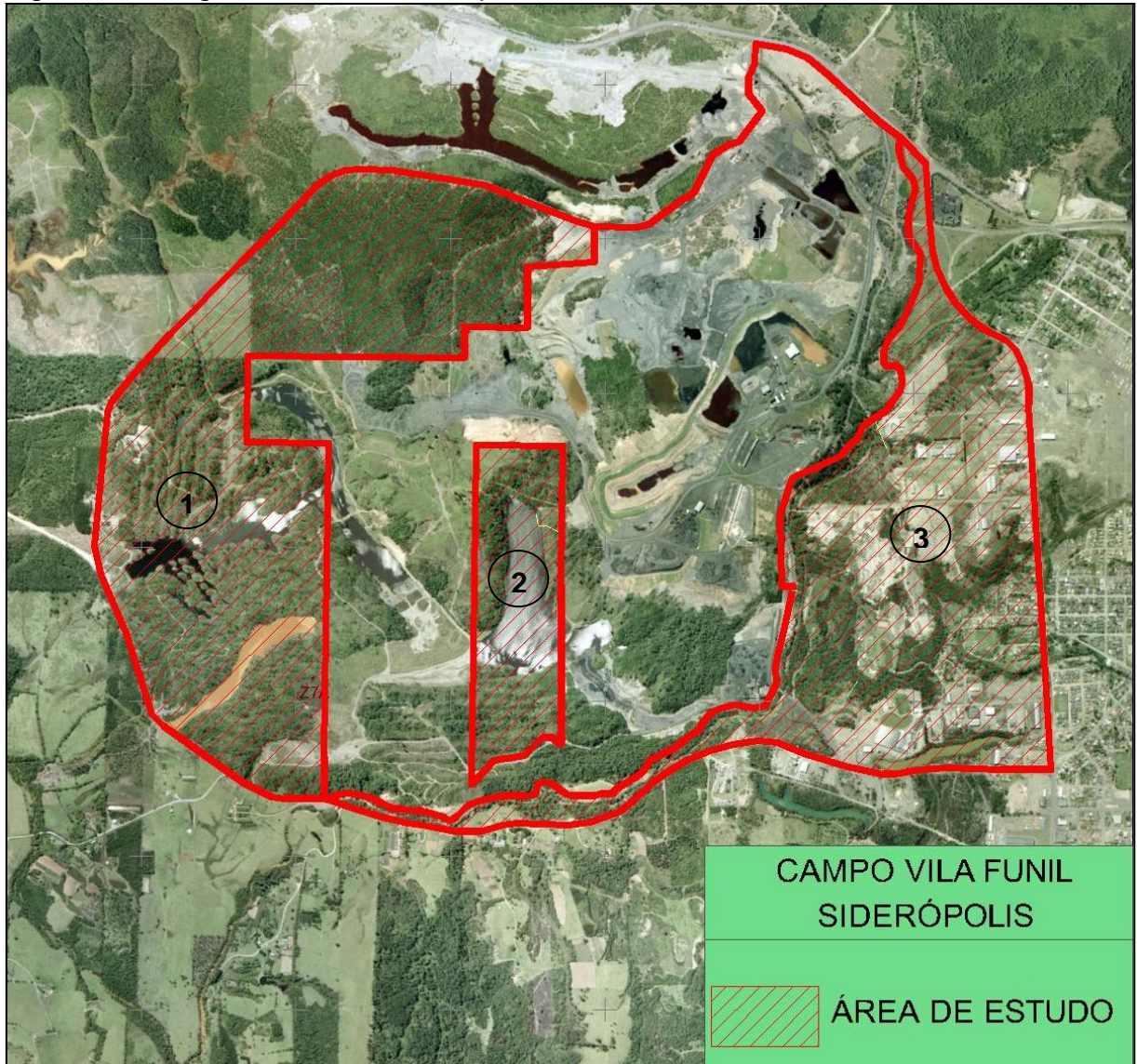
Fonte: Santa Catarina, 2012. Adaptado pelo Autor.

Na porção mais baixa da sub-bacia do rio Fiorita, a antiga área de mineração a céu aberto foi denominada de Campo Vila Funil. Esta área foi

subdividida em quatro áreas para fins de elaboração dos PRADs, sendo que cada uma possui responsabilidades diferentes de recuperação.

A área de estudo (figura 10) apresenta-se nos três polígonos em vermelho, totalizando 285 hectares de área impactados a céu aberto, sendo dividido em área de superfície (266 ha) e lagoas (19 ha).

Figura 10: Polígono em vermelho representando a área de estudo.



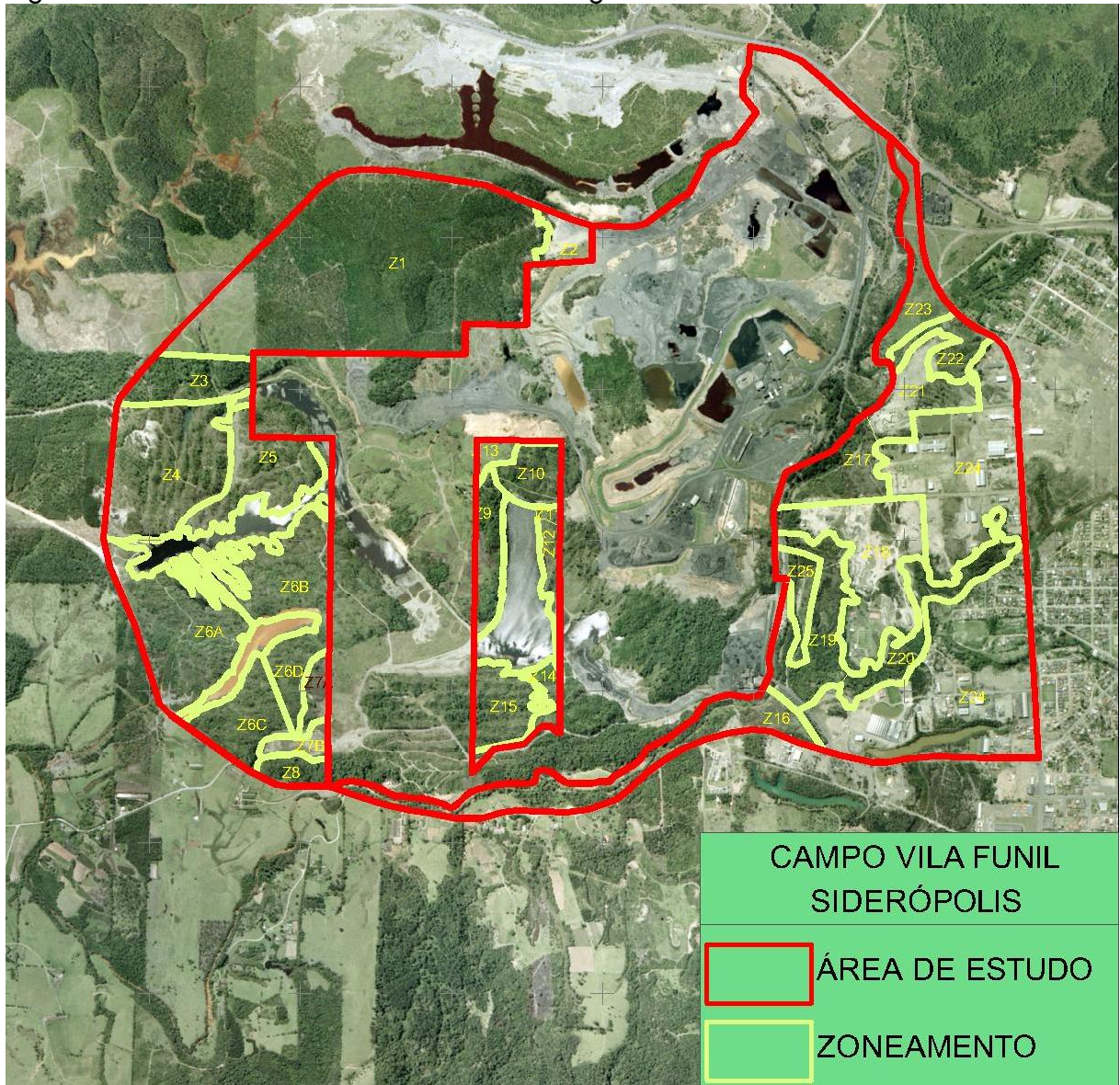
Fonte: IPAT/UNESC. Adaptado pelo Autor.

3.2 AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DE MINERAÇÃO (ESTÉRIL E REJEITO)

De acordo com a NBR 10007 (ABNT, 2004), antes de realizar qualquer amostragem deve-se realizar um planejamento, que inclui a avaliação do local da amostragem, a forma de armazenamento, tipos de amostradores a serem utilizados, o número, volume e tipo da amostra (simples ou composta).

A fase de planejamento foi realizada com o auxílio de uma imagem de satélite de alta resolução, datada de novembro de 2009, com resolução espectral de 0,5 m (a menor imagem visualizada na ortofoto possui 0,5 m). Com base na imagem subdividiu-se a área em 29 zonas, dispostas em três polígonos (Figura 11). A subdivisão da área se deu em função da homogeneidade da paisagem, onde foram definidos os locais da amostragem e o número de subamostras para compor uma amostra, conforme recomenda a NBR 10007 (ABNT, 2004).

Figura 11: Divisão da área em zonas homogêneas.



Fonte: IPAT/UNESC. Adaptado pelo Autor.

3.2.1 Amostragem de resíduos de mineração (estéril e rejeito).

As amostras foram coletadas com o auxílio de uma pá de corte manual, a uma profundidade entre 5 e 30cm de superfície quando coletada em solo plano (Figura 12), para amostras coletadas em taludes, abria-se uma trincheira de 30 e 50 cm de largura, obtendo amostras em três pontos: pé, meio e crista do talude (Figura 13).

Figura 12: Amostragem de estéril realizada em solo plano.



Fonte: Autor, 2012

Figura 13: Amostragem de estéril realizada em taludes.



Fonte: Autor, 2012

Previamente a amostragem foi realizada a limpeza do local e remoção da camada superficial (0 à 5cm), desta forma evitando a presença de resíduos orgânicos e vegetação por ventura existente, além de remover o material que ficou mais exposto às intempéries dos dias que antecederam a coleta.

Foram realizadas 25 amostras compostas de estéril das 29 zonas existentes, pelo fato de duas zonas (Z2 e Z23) já estarem em processo de recuperação ambiental, uma zona (Z13) não apresentar resíduo de mineração e uma (Z24) possuir indústrias instaladas em todo polígono. Foram identificados também 3 zonas com presença significativa de rejeito. O anexo 1 apresenta o mapa do local com a disposição dos pontos amostrados.

As subamostras de estéril foram obtidas em 385 pontos georreferenciados com o auxílio de um GPS Garmin (Anexo 2). Posteriormente cada conjunto das 25 amostras obtidas (tabela 2A à 2C) foi disposto em uma lona, na qual foram homogeneizadas com auxílio de uma pá e quarteadas até a obtenção de aproximadamente 1kg de material. As amostras foram armazenadas em um saco plástico, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes do IPAT/UNESC.

Tabela 2.1: Número de subamostras que compõe a amostra composta de estéril no polígono 1 da área de estudo.

Amostra – Zona	Número de subamostras
Z1	52
Z3	15
Z4	25
Z5	23
Z6A	24
Z6B	16
Z6C	14
Z6D	12
Z7A	14
Z7B	17
Z8	10
Total de subamostras	222

Fonte: Autor, 2012

Tabela 2.2: Número de subamostras que compõe a amostra composta de estéril no polígono 2 da área de estudo.

Amostra – Zona	Número de subamostras
Z9	11
Z10	11
Z11	05
Z12	09
Z14	18
Z15	15
Total de subamostras	69

Fonte: Autor, 2012

Tabela 2.3: Número de subamostras que compõe a amostra composta de estéril no polígono 3 da área de estudo.

Amostra – Zona	Número de subamostras
Z16	12
Z17	06
Z18	14
Z19	18
Z20	11
Z21	11
Z22	14
Z25	08
Total de subamostras	94

Fonte: Autor, 2012

As subamostras de rejeitos foram coletadas em três pontos distintos (Z1, Z4/Z5 e Z6A). Na Z1 foram geradas três amostras compostas devido ao volume de rejeito existente, sendo uma coleta realizada na base, uma no meio e uma no topo do talude. Na zona Z4/Z5 obteve-se uma amostra composta, sendo a coleta realizada ao longo da estrada que divide as duas zonas, pois o rejeito existente está distribuído aleatoriamente e muitas vezes misturado com estéril. A zona 6A apresenta o menor volume de rejeito da área, porém caracteriza-se como fonte de poluição e desta forma obteve-se uma amostra composta. A figura 14 apresenta os pontos citados acima.

Figura 14: Pontos de amostragem de rejeito.



Fonte: Autor, 2012

3.2.2 Caracterização dos resíduos de mineração (estéril e rejeito)

No laboratório as amostras foram secas a uma temperatura de aproximadamente 60°C em uma estufa com circulação de ar forçada, desta forma evitando a perda de materiais por evaporação, sendo eliminada apenas a umidade. Após a secagem os materiais passaram pelo moinho, este equipamento possui o objetivo de reduzir e homogeneizar a granulometria das partículas.

Os equipamentos foram calibrados e as soluções necessárias para a execução dos ensaios foram preparadas conforme recomendações descritas em EPA – 600/2 – 78 – 054 – March 1978.

3.2.2.1 Determinação do pH em água

A medida de pH foi realizada na pasta homogênea obtida da mistura de uma porção previamente seca da amostra composta do resíduos de mineração de cada zona com água deionizada, na proporção de 10mL de água, medida com uma pipeta, para 10cm³ da amostra.

A mistura foi então submetida a uma agitação vagarosa por 5 minutos, sendo a medida do pH realizada 30 minutos após o término da agitação, utilizando pHmetro digital, conforme figura 15. As leituras foram realizadas em duplicata.

Figura 15: Pasta de resíduo em água (proporção 1:1) para leitura de pH.



Fonte: Autor, 2012

3.2.2.2 Determinação do potencial de neutralização.

Para selecionar o volume e a concentração de reagente a ser utilizado na determinação do potencial de neutralização, Skousen (1996), recomenda a realização do *test fizz*, na qual consiste na adição de duas gotas de HCl (25%) em 0,5g da amostra previamente seca. O objetivo da adição do ácido é conservar a presença de carbonato na amostra, a qual se verifica pelo borbulhamento ou som efervescente (*fizz*).

Dependendo da intensidade do som, ou do *fizz*, se estima a maior ou menor presença de CaCO₃ na amostra (JICA, 1998), indicando o volume e concentração de ácido que deverá ser utilizado para neutralizar todo carbonato presente. A tabela 3 apresenta os valores sugeridos por CETEM (2004), e modificado pelo Laboratório de Solos, Corretivos e Fertilizantes do IPAT/UNESC, em função das características provenientes da mineração e beneficiamento do carvão.

Tabela 03: Volume e normalidade do HCl a ser utilizado para neutralização dos carbonatos após a realização do teste do *fizz*.

Intensidade do <i>Fizz</i>	Volume de HCl em mL	Normalidade do HCl
Nenhum	20	0,1
Fraco	40	0,1
Moderado	50	0,5
Forte	80	0,5

Fonte: CETEM (2004), modificado.

Para as amostras ensaiadas foram utilizados 50mL de HCl com concentração 0,5N em 1g de resíduo previamente seco. A mistura do resíduo e ácido foi submetida à agitação e ao aquecimento para completar a reação de neutralização. O excesso de ácido é titulado (figura 16) posteriormente com solução de NaOH a uma concentração 0,5N até pH 7,0 (EPA, 1994).

O poder de neutralização é calculado de acordo com a equação (6).

$$PN(t_{CaCO_3}/1000_{t_{residuo}}) = \frac{(N_{HCl} \times V_{HCl} - N_{NaOH} \times V_{NaOH}) \times Eq_{CaCO_3} \times 100}{1000} \quad (6)$$

Onde:

- PN – Potencial de neutralização expresso em t de CaCO_3 para 1000t de resíduo;
- N_{HCl} e N_{NaOH} – Normalidade da solução de HCl e NaOH utilizada na titulação;
- V_{HCl} e V_{NaOH} – Volume em mL das soluções de HCl e NaOH utilizadas na solução;
- EqCaCO_3 – equivalente grama de CaCO_3 .

Figura 16: Determinação do potencial de neutralização das amostras.



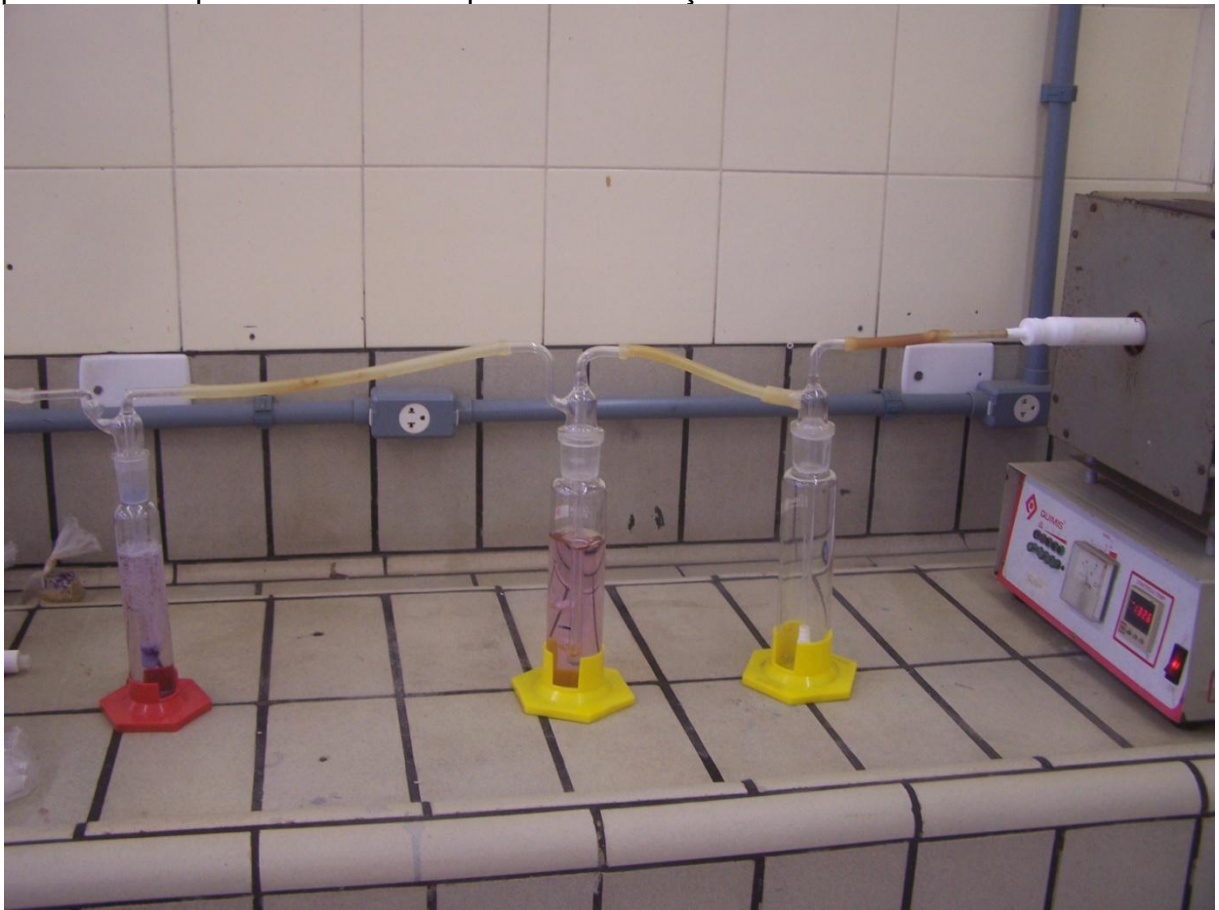
Fonte: Autor, 2012

O potencial de neutralização pode resultar em um número positivo, indicando a quantidade de material neutralizante medidos em equivalente de CaCO_3 presente na amostra ensaiada, ou em um número negativo, o que significa que o material não dispõe de neutralizante em sua composição, sendo capaz apenas de gerar acidez (EPA, 1994).

3.2.2.3 Determinação de Enxofre Total

A NBR 8.295 (ABNT, 1983) recomenda a metodologia a ser utilizada na determinação do enxofre total, na qual consiste na combustão (temperatura de 1350°C) da amostra a ser analisada previamente seca e pesada. Os gases gerados na queima da amostra são conduzidos a um conjunto de três frascos lavadores de gás, ou torre de absorção, contendo solução de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) com concentração de 1% aos quais são adicionadas 10 cotas de indicador misto, conforme pode ser visto na figura 17.

Figura 17: Conjunto de frascos lavadores de gases para absorção de SO_2 gerado no processo de queima da amostra para determinação de enxofre total.



Fonte: Autor, 2012

Os frascos são interligados entre si e o processo de queima leva 30 minutos. O conteúdo dos três frascos absorvedores são reunidos em um erlenmeyer e o SO_2 é titulado com NaOH com concentração de 0,1N, até atingir o ponto de viragem do indicador, observada pela mudança de cor vermelho-vinho para verde.

A quantidade de enxofre é então calculada com base na equação (7).

$$S_T(\%) = \frac{(N_{NaOH} \times V_{NaOH}) \times EgS^{-2}}{m} \quad (7)$$

Onde:

- S_T – Enxofre total em (%);
- N_{NaOH} – normalidade da solução de NaOH;
- V_{NaOH} – Volume da solução de NaOH;
- EgS^{-2} – Equivalente grama de sulfeto;
- m – Massa da amostra.

3.2.3 Potencial de geração de acidez e estimativa de neutralizante

3.2.3.1 Potencial de Geração de Acidez (PA)

O potencial de geração de acidez dos materiais dispostos nas 25 zonas coletadas foi obtido multiplicando o percentual de enxofre pelo valor da constante de Skousen, ou seja, 31,25, conforme equação (8).

$$PA = 31,25 \times \%S \quad (8)$$

3.2.3.2 Estimativa de Neutralizante

A necessidade de neutralizante (NN) foi obtida subtraindo-se o potencial de neutralizante (PN) do potencial de geração de acidez (PA). O resultado foi expresso em toneladas de carbonato de cálcio para 1000 toneladas de material a ser neutralizado, conforme equação (9).

$$NN = PN - PA \quad (9)$$

Onde:

- NN – Potencial de neutralizante (tCaCO₃/1000t);
- PN – Potencial de geração de acidez;

- PA – Potencial de neutralização.

3.2.4 Estimativa do volume de resíduos depositados na área

O volume de resíduo depositado na área foi estimado em função da área total de cada zona homóloga e pela espessura média dos resíduos depositados. Para tanto se utilizou o mapa digital da área de estudo, na qual possibilitou o cálculo de área em metros quadrados (m²) das zonas envolvidas. Para a determinação da altura das pilhas utilizou-se da imagem aérea do local para locação das mesmas e posteriores visitas a campo para estimativa da altura das pilhas de estéril e rejeito. Este método foi utilizado devido a falta de dados topográficos até a conclusão deste trabalho. Subtraiu-se ao resultado obtido uma taxa de empolamento de 15%.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Durante os levantamentos realizados juntamente com a equipe do IPAT/UNESC, foi possível registrar que a área de estudo serviu tanto para deposição de rejeito resultante do beneficiamento do carvão, quanto para deposição de estéril ou material de cobertura da mineração a céu aberto, sendo o primeiro encontrado em menor quantidade, identificando-se apenas três pontos de deposição, enquanto que o material estéril é possível encontrar em quase todos os polígonos estudados e na maioria das vezes em grandes quantidades, com pilhas que ultrapassam os 20 metros de altura.

Após o procedimento de coleta de estéril, rejeito e análises laboratoriais obteve-se os resultados de pH em água, percentual mássico de enxofre (%S_T) e Potencial de Neutralização (PN) (ANEXO 3 e ANEXO 4). Conforme sugerido por Skousen et al (1996), foi possível calcular o Potencial de Geração de Acidez (PA) da área, com base na concentração de enxofre, e ainda, conhecendo o Potencial de Neutralização (PN) foi possível calcular a Necessidade de Neutralizante (NN). Estes dados servem como subsídio para cálculos e contextualização do diagnóstico da área, sobre sua potencial geração de contaminantes, e possíveis medidas de controle e correções.

Como mencionado anteriormente à área de estudo está dividida em três polígonos, sendo estes de uso atual distintos. O polígono 01 possui grande parte de sua área utilizada para o plantio de eucalipto, e uma pequena parte foi reconstituída de forma natural por vegetação, porém ambas possuem ainda uma grande quantidade de estéril de mineração proveniente das três lagoas existentes na área que somadas possuem aproximadamente 10 hectares, todas formadas por antigas cavas de mineração. Foram identificados no mesmo polígono três pontos de deposição de rejeito, o maior deles encontrado na zona 01, na qual o mesmo foi utilizado para aterrar parte de um corte da Marion. Os resultados das análises de estéril realizadas no polígono 01 podem ser vistos nas tabelas 4.1 e 4.2.

Tabela 4.1: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 01).

Amostra	AM COMP Z1	AM COMP Z3	AM COMP Z4	AM COMP Z5	AM COMP Z6-A
pH 1:1 em água ⁽¹⁾	4,10	4,10	3,40	3,10	3,20
pH 1:1 em água	4,40	4,50	4,10	3,60	3,90
Enxofre Total (%)	0,14	0,12	0,22	0,21	0,25
Enxofre Total (g/kg)	1,40	1,20	2,20	2,10	2,50
PN (tCaCO ₃ /1000t)	-2,90	-6,9	-4,60	-7,80	-8,30
PA (tCaCO ₃ /1000t)	4,37	3,75	6,88	6,56	7,81
NN (tCaCO ₃ /1000t)	7,27	10,65	11,48	14,36	16,11

⁽¹⁾ – Resultado obtido na amostra “*in natura*”.

Tabela 4.2: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 01).

Amostra	AM COMP Z6-B	AM COMP Z6-C	AM COMP Z6-D	AM COMP Z7-A	AM COMP Z7-B	AM COMP Z8
pH 1:1 em água ⁽¹⁾	3,20	4,10	5,40	4,40	3,90	4,30
pH 1:1 em água	4,00	4,40	6,30	5,40	4,60	4,70
Enxofre Total (%)	0,39	0,14	0,12	0,09	0,30	0,14
Enxofre Total (g/kg)	3,90	1,40	1,20	0,90	3,00	1,40
PN (tCaCO ₃ /1000t)	-3,00	-0,50	11,50	4,30	-0,50	4,30
PA (tCaCO ₃ /1000t)	12,19	4,38	3,75	2,81	9,38	4,38
NN (tCaCO ₃ /1000t)	15,19	4,88	-7,75	-1,49	9,88	0,08

⁽¹⁾ – Resultado obtido na amostra “*in natura*”.

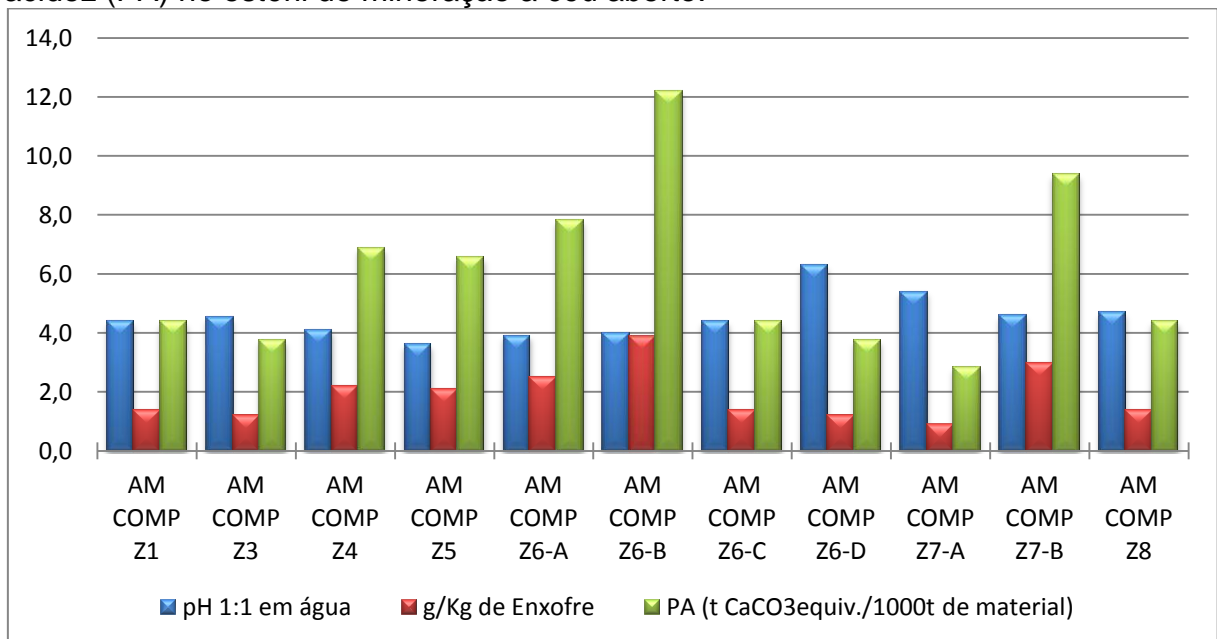
As análises apontam que a zona 5 e a zona 6A apresentam os menores valores de pH, porém todo o polígono apresenta-se com uma faixa de pH relativamente parecida, com exceção das zonas 6D e 7A, estes resultados refletem em suas características *in situ*. A primeira zona (Z6D) ainda apresenta os cones de arenito com o mesmo formato deixado pela Marion, além de possuir em sua área uma densa vegetação. A segunda zona (Z7A) pode ter seu valor de pH elevado

explicado pela ação antrópica, a mesma já não apresenta mais pilhas de estéril, seu terreno encontra-se plano e recoberto por vegetação rasteira, no entanto o material estéril ainda se faz presente.

Existe uma relação inversa entre a concentração de enxofre presente na amostra e o pH, em ambos os casos de pH alto a concentração de enxofre é baixa. No caso da Zona 6D as pilhas em forma de cone podem ter facilitado à remoção de enxofre contido na camada superficial, solubilizando-o e fazendo-o chegar mais rapidamente, na forma de sulfatos, aos corpos d'água, justificando o alto pH. Outra suposição seria de que durante a remoção das camadas de cobertura do carvão, as partes menos agressivas tenham sido segregadas na camada superficial das pilhas de forma involuntária.

Em um contexto geral a zona 7A apresenta a melhor situação do polígono, possuindo um pH mais alto e uma baixa concentração de enxofre em relação aos outros pontos, já a zona 6B apresenta-se de forma mais agressiva ao ambiente, tendo uma concentração de enxofre de 3,9g/kg de amostra. Embora não possua o pH mais baixo a alta concentração de enxofre possibilita um maior potencial para gerar acidez conforme pode ser visto na Figura 18.

Figura 18: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no estéril de mineração a céu aberto.



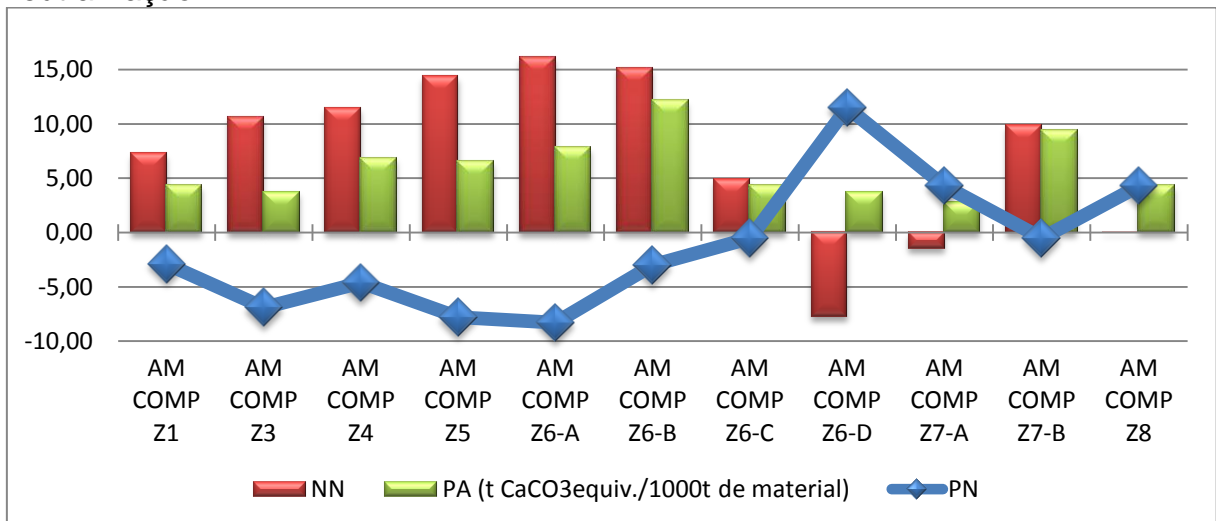
O Potencial de Geração de Acidez (PA) está diretamente relacionado ao percentual de enxofre, uma vez que o mesmo é obtido da multiplicação do

percentual de enxofre pela constante 31,25 que relaciona a quantidade equivalente de carbonato de cálcio necessária para neutralizar os sulfatos presentes.

A necessidade de neutralizante (NN) é obtida por meio da subtração do potencial de geração de acidez (PA) e o potencial de neutralização (PN). Os dados negativos para o PN indicam que o material amostrado não possui em sua composição qualquer tipo de carbonatos ou outro material passível de neutralizar a oxidação dos sulfetos, logo em equação matemática, estes valores são somados ao PA.

A Figura 19 demonstra a quantidade de neutralizante necessária para evitar a geração de acidez, e faz uma comparação entre o potencial de neutralização e a potencial geração de acidez de cada zona amostrada.

Figura 19: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.



O resultado apresentado demonstra que as zonas estudadas não apresentam somente potencial para gerar acidez, mas também potencial para gerar alcalinidade como pode ser visto nas amostras compostas das zonas 6D, 7A e 8, porém nem sempre esta geração alcalina é suficiente para evitar a geração de drenagem ácida, como é o caso da zona 8 que necessita ainda de 80kg de neutralizante para a total neutralização. No entanto levando em consideração a densa vegetação encontrada nesta zona e o tamanho da área, não justifica-se a movimentação de material para fins de aplicação de neutralizante, uma vez que esta ação retardaria o processo de recuperação natural.

O polígono 01 apresenta ainda três pontos de deposição do rejeito, o primeiro como citado anteriormente está localizado em um corte da Marion, os outros estão dispostos em dois pontos distintos em menor quantidade, os dois últimos pontos aparentam ter sido basculados na área. Em função do ponto 01 apresentar uma quantidade maior de rejeito foram realizadas três amostragens, uma na superfície, uma no meio e outra na base da pilha. Os resultados das análises laboratoriais estão dispostos na tabela 5.

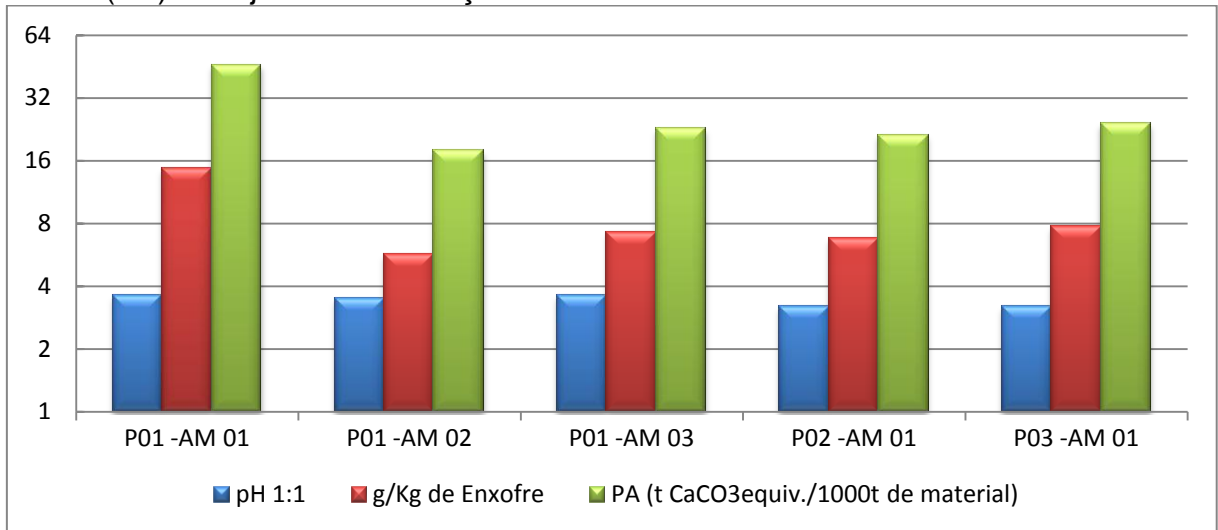
Tabela 05: Caracterização do rejeito no Campo Vila Funil.

Amostra	P01 -AM 01	P01 -AM 02	P01 -AM 03	P02 -AM 01	P03 -AM 01
pH 1:1 em água⁽¹⁾	2,10	2,80	2,70	2,40	2,50
pH 1:1 em água	3,60	3,50	3,60	3,20	3,20
Enxofre Total (%)	1,47	0,57	0,73	0,68	0,77
Enxofre Total (g/kg)	14,70	5,70	7,30	6,80	7,70
PN (tCaCO₃/1000t)	-10,70	-8,40	-14,60	-5,90	-10,20
PA (tCaCO₃/1000t)	45,94	17,81	22,81	21,25	24,06
NN (tCaCO₃/1000t)	56,64	26,21	37,41	27,15	34,26

⁽¹⁾ – Resultado obtido na amostra “*in natura*”.

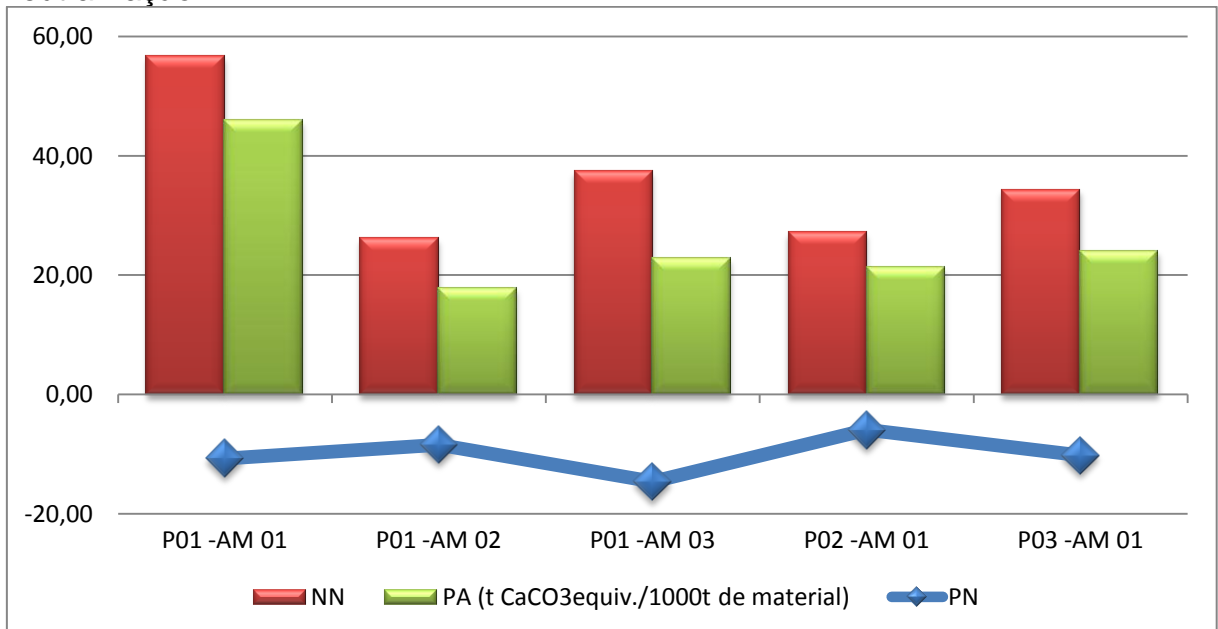
Em uma análise rápida, pode-se perceber que ambos os pontos apresentam a mesma faixa de pH (entre 3 e 4), no entanto a concentração de enxofre varia bastante, inclusive dentro do mesmo ponto de amostragem. A alta concentração de enxofre reflete no grande potencial de geração de acidez (figura 20). Ambas as amostras apresentam potencial de neutralização com valores negativos, estes resultados podem influenciar diretamente nas condições dos recursos hídricos da região. Para a recuperação destes pontos de rejeito, comumente são utilizadas duas alternativas: i) criar um ponto de deposição destes materiais e realizar o encapsulamento da área, utilizando uma manta de polietileno; ou ii) aplicar uma camada de material alcalino a fim de minimizar a geração de drenagem ácida, sendo esta última um dos objetivos deste trabalho.

Figura 20: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no rejeito de mineração.



A figura 21 demonstra o potencial de geração de acidez, a necessidade de neutralizante necessária para alcalinizá-lo, bem como o potencial de neutralização das amostras.

Figura 21: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.



O polígono 02 apresenta grande parte de sua área recoberta por uma densa vegetação, com suas pilhas de estéril em formato original deixado pela Marion e uma lagoa com aproximadamente 9 hectares no seu centro (Figura 22).

Este polígono apresenta ainda a zona (Z13) na qual não foi encontrado material estéril em nenhuma forma, seja arenito ou material de cobertura. Os resultados laboratoriais estão expressos na tabela 06.

Figura 22: Imagem aérea do polígono 02 (Maio de 2005).



Fonte: Dados do Autor.

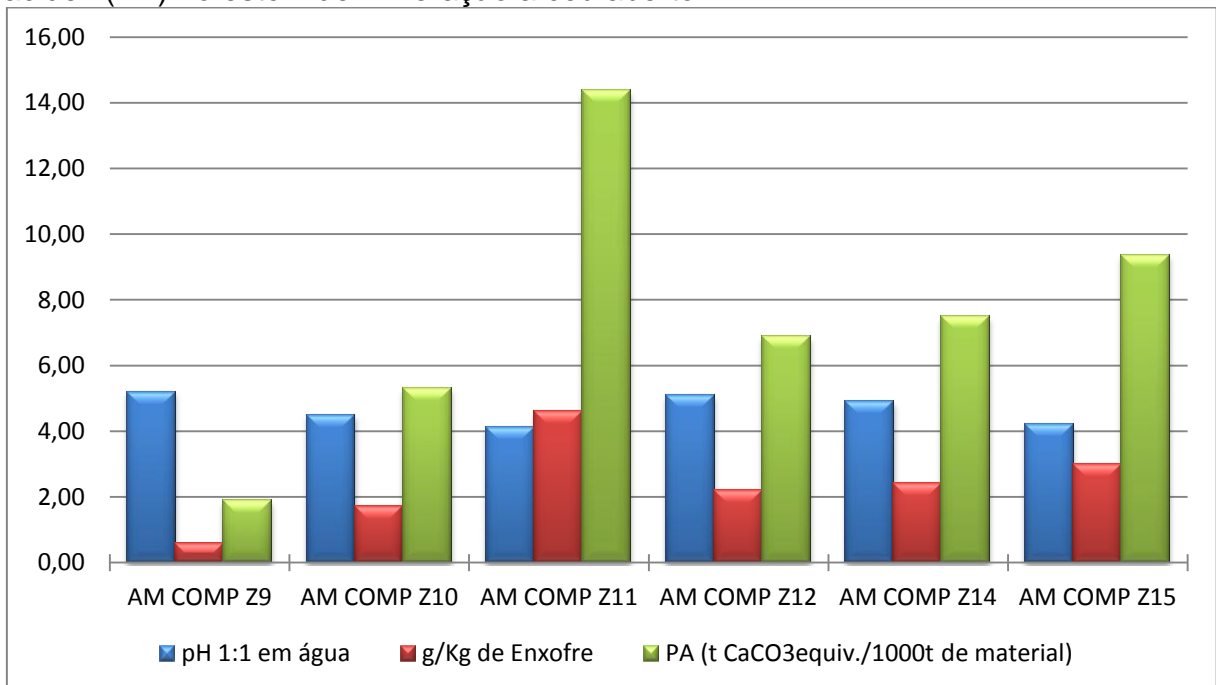
Tabela 06: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 02).

Amostra	AM COMP Z9	AM COMP Z10	AM COMP Z11	AM COMP Z12	AM COMP Z14	AM COMP Z15
pH 1:1 em água ⁽¹⁾	4,60	4,00	3,30	4,20	4,10	3,90
pH 1:1 em água	5,20	4,50	4,10	5,10	4,90	4,20
Enxofre Total (%)	0,06	0,17	0,46	0,22	0,24	0,30
Enxofre Total (g/kg)	0,60	1,70	4,60	2,20	2,40	3,00
PN (tCaCO ₃ /1000t)	4,20	-0,50	0,50	1,90	-0,50	-2,90
PA (tCaCO ₃ /1000t)	1,88	5,31	14,38	6,88	7,50	9,38
NN (tCaCO ₃ /1000t)	-2,33	5,81	13,88	4,98	8,00	12,28

⁽¹⁾ – Resultado obtido na amostra “*in natura*”.

Em um comparativo com o polígono 01 este apresenta valores de pH mais elevados, porém observa-se que a concentração de enxofre é um pouco maior em alguns pontos. Este polígono apresenta na zona 09 as condições ambientais mais favoráveis, possuindo um pH acima de 5 e uma concentração enxofre de 0,6g/kg de amostra, já a zona 11 possui um maior potencial de gerar acidez (Figura 23) devido a alta concentração de enxofre presente na amostra. A alta concentração de enxofre e o baixo pH encontrado nesta zona pode ser explicado pela alta concentração de pirita presente no estéril.

Figura 23: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no estéril de mineração a céu aberto.



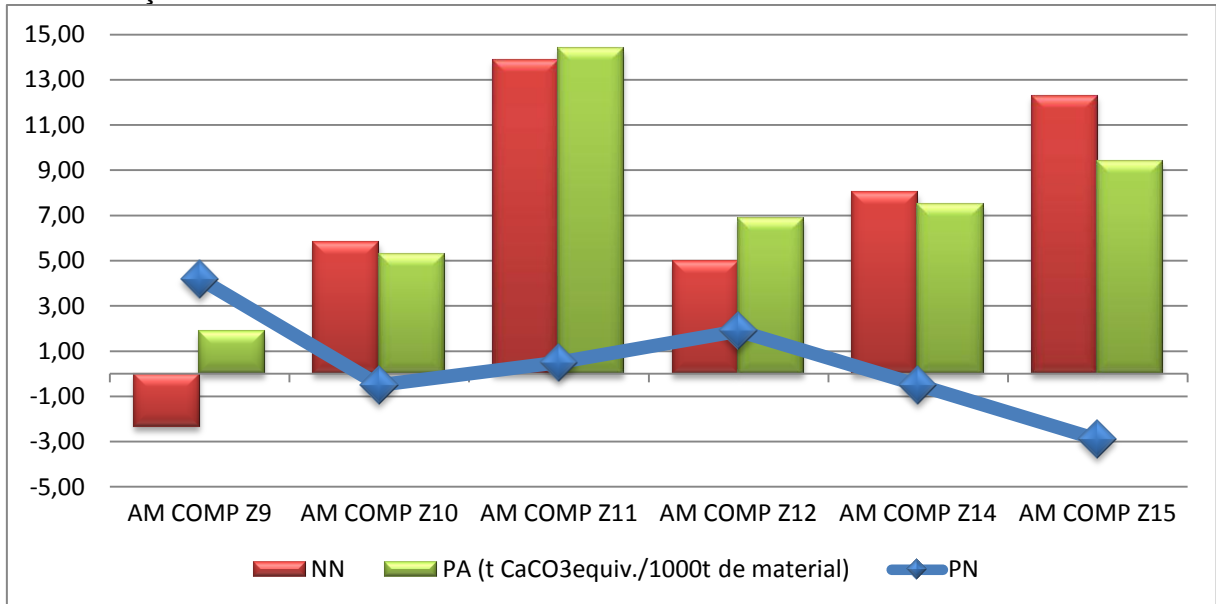
A utilização de neutralizante nesta zona (Z11) justifica-se devido a necessidade de reabilitação da área, em termos absoluto cada 1000 toneladas de material constante na área possui potencial para gerar 14,38 toneladas de acidez (medida em tonelada equivalente de carbonato de cálcio) em quanto que a zona 9 tem potencial para gerar 1,88 toneladas de acidez.

Na comparação entre o PN, NN e PA (Figura 23) mais uma vez é possível observar o potencial para gerar material alcalino em metade das zonas estudadas, inclusive na zona 11, que é a zona com maior necessidade de neutralizante.

A zona 9 apresenta valor negativo para necessidade de neutralizante, indicando possuir um material alcalino e baixo potencial para gerar acidez, o que

permite dizer que mesmo o material possuindo a característica de neutralizante ele ainda é um potencial gerador de drenagem ácida.

Figura 24: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.



O polígono 03 apresenta uma característica diferente dos demais, dentro deste instalou-se uma zona industrial sendo que a mesma encontra-se em pleno desenvolvimento. As indústrias se instalaram em cima do material estéril, e mesmo onde não há indústrias a ação antrópica fica evidente, são poucas as áreas onde o material estéril aparece exposto, quando o mesmo não serve como base para as fábricas, este está recoberto por vegetação. Algumas pilhas de estéril ainda são visíveis dentro do polígono, caracterizando desta forma a zona 21 com situação mais crítica. Nesta zona o material estéril apresenta-se sem cobertura vegetal em grande parte da área, sendo encontrados neste ponto muitos nódulos de pirita. Insere-se a este polígono ainda a presença do Rio Fiorita. Os resultados das análises estão contidos nas tabelas 7.1 e 7.2.

Avaliando as tabelas se confirma a situação presenciada *in situ*, com a zona 21 apresentando um baixo pH (pH de 3,9) e uma concentração de enxofre de 1g/kg de amostra. No entanto de forma geral o polígono apresenta baixas concentrações de enxofre, e potencial para geração de acidez relativamente baixo (Figura 25).

Tabela 7.1: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 03).

Amostra	AM COMP Z16	AM COMP Z17	AM COMP Z18	AM COMP Z19
pH 1:1 em água⁽¹⁾	3,70	4,20	4,30	3,70
pH 1:1 em água	4,10	4,50	4,70	3,90
Enxofre Total (%)	0,20	0,03	0,03	0,06
Enxofre Total (g/kg)	2,00	0,30	0,30	0,60
PN (tCaCO3/1000t)	1,90	-0,50	-3,00	-2,90
PA (tCaCO3/1000t)	6,25	0,94	0,94	1,88
NN (tCaCO3/1000t)	4,35	1,44	3,94	4,78

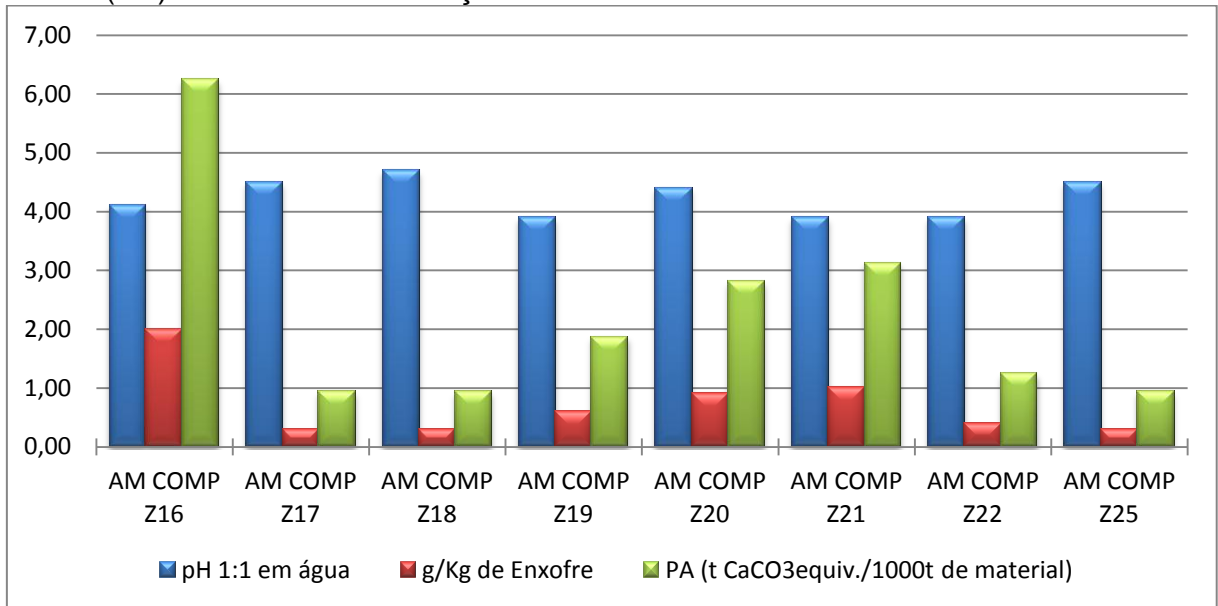
⁽¹⁾ – Resultado obtido na amostra “*in natura*”.

Tabela 7.2: Caracterização do estéril no Campo Vila Funil (Polígono 03).

Amostra	AM COMP Z20	AM COMP Z21	AM COMP Z22	AM COMP Z25
pH 1:1 em água⁽¹⁾	4,30	3,40	3,50	4,20
pH 1:1 em água	4,40	3,90	3,90	4,50
Enxofre Total (%)	0,09	0,10	0,04	0,03
Enxofre Total (g/kg)	0,90	1,00	0,40	0,30
PN (tCaCO3/1000t)	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50
PA (tCaCO3/1000t)	2,81	3,13	1,25	0,94
NN (tCaCO3/1000t)	3,31	3,63	1,75	1,44

⁽¹⁾ – Resultado obtido na amostra “*in natura*”.

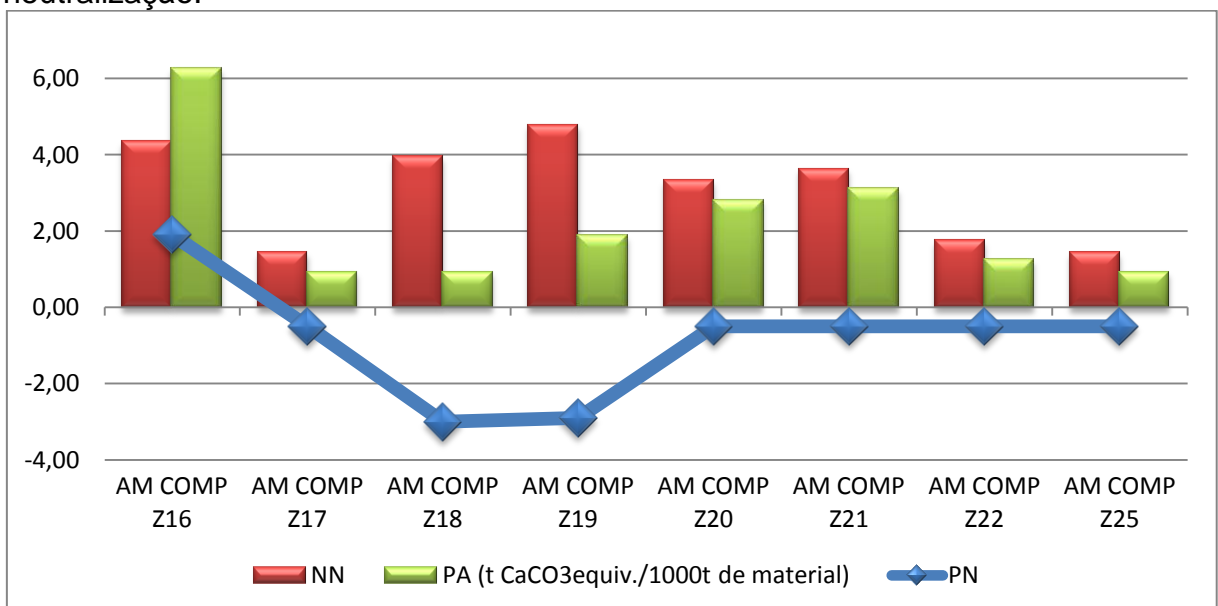
Figura 25: Relação entre pH, concentração de enxofre e potencial de geração de acidez (PA) no estéril de mineração a céu aberto.



Devido à elevada concentração de enxofre (2g/kg) à zona 16 apresenta o maior potencial para gerar acidez, situação preocupante se levar-se em conta que a mesma insere-se dentro da área de APP do rio Fiorita.

Em um comparativo com os outros polígonos fica evidenciado que este é o que apresenta a menor potencial para gerar acidez, as menores concentração de enxofre e conseqüentemente a menor necessidade de neutralizante (Figura 26).

Figura 26: Relação entre a necessidade de neutralizante de uma amostra de material sulfetado com o potencial de geração de acidez e o potencial de neutralização.



Para ser considerado resíduo perigoso, um dos itens impostos no item 4.2 da NBR 10.004 (ABNT, 2004) é a corrosividade, no entanto nenhum dos pontos amostrados nos três polígonos é considerado como resíduo perigoso se levar-se em conta este item. A NBR cita que o resíduo é caracterizado como corrosivo quando uma amostra representativa do mesmo, obtida de acordo a NBR 10.007 (ABNT, 2004) apresentar as seguintes propriedades: “ser aquosa e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou, superior ou igual a 12,5, ou sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5”.

Com a quantidade de neutralizante necessária para neutralizar 1000 toneladas de estéril e rejeito e com a estimativa de resíduo constante na área de estudo obtida por meio da área de cada zona homóloga e pela altura média das pilhas, calculou-se a quantidade de neutralizante para corrigir a área de estudo. Utilizou-se para o cálculo o valor de densidade do estéril de 1275 kg/m³ (IPAT/UNESC, 2009) e rejeito de 2000kg/m³ (Informativo Anual da Indústria Carbonífera). Os dados encontram-se nas tabelas 8.1 a 8.3 (estéril) e tabela 9 (rejeito).

Tabela 8.1: Polígono 1: Cálculos estimados de volume de estéril e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.

ZONA	Área (m²)	Volume estimado (m³)	Massa (t)	t CaCO₃ para cada zona
Z1	537.497	1.370.617	1.747.536	12.713
Z3	57.132	874.120	1.114.503	11.869
Z4	158.188	2.420.277	3.085.852	35.410
Z5	86.936	1.330.118	1.695.900	24.357
Z6-A	145.365	2.224.084	2.835.707	45.690
Z6-B	101.269	1.549.412	1.975.499	30.002
Z6-C	63.440	970.631	1.237.554	6.033
Z7-B	17.128	7.279	9.281	92
Z8	21.492	328.827	419.254	31
Total estimado	1.245.481	11.668.884	14.877.827	160.399

Tabela 8.2: Polígono 2: Cálculos estimados de volume de estéril e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.

ZONA	Área (m ²)	Volume estimado (m ³)	Massa (t)	t CaCO ₃ para cada zona
Z10	37.843	579.000	738.225	10.243
Z11	3.872	59.247	75.540	376
Z12	22.236	340.205	433.762	2.521
Z14	22.110	187.935	239.617	1.916
Z15	51.601	789.492	1.006.603	12.356
Total estimado	180.782	2.615.623	3.334.919	25.457

Tabela 8.3: Polígono 3: Cálculos estimados de volume de estéril e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.

ZONA	Área (m ²)	Volume estimado (m ³)	Massa (t)	t CaCO ₃ para cada zona
Z16	130.410	1.108.483	1.413.315	6.148
Z17	62.985	160.612	204.780	294
Z18	143.849	2.200.897	2.806.144	11.049
Z19	94.191	800.627	1.020.800	4.874
Z20	70.915	602.777	768.541	2.546
Z21	61.115	935.061	1.192.203	4.322
Z22	37.227	569.573	726.205	1.271
Z25	28.745	244.330	311.521	448
Total estimado	629.437	6.622.359	8.443.508	30.952

Tabela 9: Cálculos estimados de volume de rejeito e quantidade de neutralizante necessário para corrigir a acidez potencial de cada zona homóloga que compõe a área de estudo.

Ponto	Área (m ²)	Volume estimado (m ³)	Massa (t)	t CaCO ₃ para cada Ponto
Ponto 1	1.010	10.032	20.604	826
Ponto 2	1.000	510	1.020	28
Ponto 3	150	77	530	5
Total estimado	2.160	10.889	21.777	859

Possuindo uma área com presença de estéril de aproximadamente 205,6ha e um volume estimado em 20.906.866m³ seriam necessários 216.808 toneladas CaCO₃ para a neutralização do material estéril presente no Campo Vila Funil.

No ponto 1 da tabela 9, devida a existência de três amostras em um mesmo ponto foi realizada uma média entre os mesmos para a determinação da quantidade de carbonato de cálcio necessária para neutralizar 1000 toneladas do resíduo.

Com o objetivo de facilitar um comparativo entre a quantidade de neutralizante necessária em cada área, calculou-se em função da massa de material existente em cada polígono o percentual de neutralizante necessário (Tabela 10).

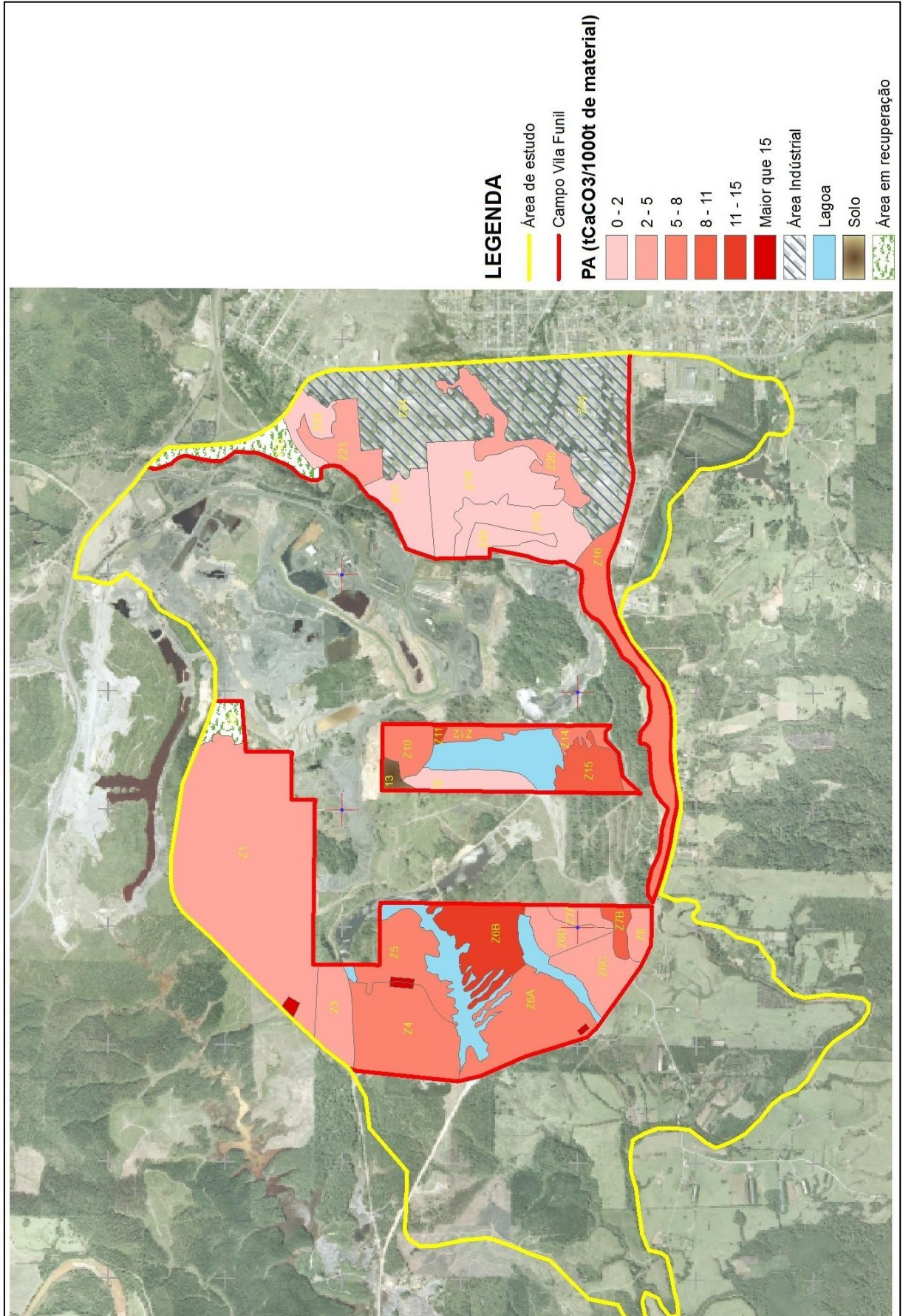
Tabela 10: percentual de neutralizante necessário em função da massa do material.

Ponto	%
Polígono 01	1,08
Polígono 02	0,76
Polígono 03	0,37
Rejeito	3,94

A partir deste comparativo permite-se avaliar que o polígono 1 possui a maior necessidade de neutralizante, ou seja possui o maior potencial para gerar acidez, cabe lembrar que rejeito existente está inserido no mesmo polígono o que torna evidente que o polígono 01 possui o maior potencial poluidor da área de estudo, seguido do polígono 02 e 03. A figura 27 apresenta um mapa para visualização das zonas com maior potencial de geração de acidez.

Para efeito de cálculos, levou-se em consideração que os resíduos dispostos na área encontram-se no local sem compactação e com granulometria variada, ocorrendo vazios no interior das pilhas. Desta forma, utilizou-se um empolamento negativo de 15% prevendo que o volume de material depois de compactado ocupará um volume menor do que o existente hoje. A taxa de 15% foi estimada por técnicos do IPAT/UNESC com base em outros trabalhos realizados.

Figura 27: Mapa de Potencial de Geração de Acidez no Campo Vila Funil.



5 CONCLUSÃO

A mineração de carvão foi responsável por grande parte do crescimento econômico no Sul de Santa Catarina, no entanto a falta de planejamento e a ausência de ações políticas que levassem em conta a questão ambiental fez com que muitas destas empresas que fizeram parte do crescimento econômico nacional deixassem para trás um passivo que hoje compromete grande parte dos recursos hídricos e solos da região.

A área conhecida como Campo Vila Funil, localiza-se no município de Siderópolis, Santa Catarina, no local é possível observar lagoas ácidas formadas a partir das cavas de minas abandonadas, pilhas de estéril que ultrapassam os 20 metros de altura e rejeito proveniente do processo de beneficiamento.

A partir da identificação em campo, foi possível mapear os pontos de deposição de estéril e rejeito, e a coleta destes materiais propiciou a caracterização dos mesmos, permitindo identificar as zonas com maior potencial de geração de drenagem ácida e conseqüentemente a quantidade de neutralizante necessária para minimizar o problema.

Sabe-se que vários fatores podem influenciar no potencial poluidor dos resíduos gerados no processo de mineração a céu aberto, podendo-se citar a geologia do local, a concentração de enxofre, o tempo e a forma que estes materiais encontram-se expostos às intempéries, entre outros. Quando não controlados, estes fatores são os principais responsáveis pelos danos ambientais causados nas atividades de exploração mineral contendo sulfetos.

Fazendo uma avaliação de cada polígono existente na área de estudo, permite-se dizer que o polígono 01 é o que possui maior potencial poluidor, no entanto, o mesmo possui algumas zonas que dispensam qualquer intervenção humana, devido ao estado de recuperação natural em que se encontram. Em outras zonas a intervenção humana se faz necessária quando se avalia o potencial de poluição que as mesmas representam, não só para o solo da região, mas principalmente para o recurso hídrico existente. No entanto estas áreas exigem um planejamento adequado de reabilitação, tendo em vista seu uso atual, onde grande parte do polígono é ocupado por plantações de eucalipto, o que dificulta na desapropriação da área para futura reabilitação.

No polígono 02, embora possua uma vegetação mais densa, fica mais fácil à reabilitação da área, do ponto de vista que a mesma não possui nenhuma ocupação humana. Este polígono embora seja o menor, ficou classificado como o segundo com maior potencial poluidor. Uma alternativa para reabilitação da área seria o aterramento total da lagoa com o resíduo existente, desta forma far-se-ia a mistura adequada do neutralizante necessário, podendo-se evitar a geração de drenagem ácida.

O polígono 03 apresenta a melhor condição ambiental dentre as 3 áreas estudadas nos parâmetros analisados, no entanto faz-se necessária a recuperação desta área devido a existência do rio Fiorita. Nas visitas a campo observou-se que a maior parte da APP deste rio encontra-se degradada pelo processo de mineração ocorrido na área. Outro fator importante é o crescimento da área sem um adequado planejamento, colocando em risco a qualidade ambiental e a saúde dos moradores da região.

O estudo permite afirmar que para efetuar a neutralização da acidez potencial contida no material estéril serão necessários 216.808 toneladas de CaCO_3 e 859 toneladas para a neutralização do rejeito.

O método utilizado para a avaliação do potencial de geração de acidez (balanço ácido-base) em uma pilha de estéril ou rejeito, embora indicado por muitos autores, não permite realizar uma indicação precisa da real necessidade de neutralizante, sendo que o resultado deste prevê que todo enxofre contido na amostra irá oxidar e formar ácido, o que não é verdade. Além disso, o método não considera a cinética das reações envolvidas na geração e neutralização dos ácidos. Sendo assim o resultado obtido no BAB sempre resultará em uma quantidade maior de material neutralizante necessário para a neutralização do resíduo sulfetado do que a quantidade real.

Sugere-se que para um resultado mais preciso realiza-se um modelo digital da área (MDT) utilizando as curvas de nível da área de estudo.

REFERÊNCIAS

ALBA, José Maria Filippini. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. rev. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2010. 326 p.

ALEXANDRE, Nadja Zim. . Diagnóstico ambiental da região carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, SC , v. 5, n. 2 , p., jul./dez. 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8295**: Carvão Mineral – Determinação de enxofre total pelo processo de combustão (Hidróxido de sódio). Rio de Janeiro, 2004. 7p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 71p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007**: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 21p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13030**: elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Rio de Janeiro, 1999. 5p

BEZ, Murilo Luciano. **Priorização de áreas para reabilitação utilizando o método do balanço ácido-base (BAB)**. 2007. 77 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007.

BORMA, Laura de Simone; SOARES, Paulo Sergio Moreira; **Drenagem Ácida e Gestão de Resíduo Sólido da Mineração**: disponível em: http://www.cetem.gov.br/publicacao/extracao_de_ouro/capitulo_10.pdf; acesso em: 03 de Agosto de 2012.

CAMPOS. Mari Lucia; Impactos no solo provocados pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.9, n.2, p. 198-205, 2010

CEHELLA, Eder Costa. **Identificação e caracterização das principais fontes de poluição na área degradada pela mineração de carvão a céu aberto na comunidade de Rio Pio, Treviso, SC**. 2010. 113 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010

CHERIAF, Malik. et al. Reaproveitamento de resíduos do carvão. In: TEIXEIRA, Elba Calesso (Org.) **Meio ambiente e carvão: impactos da exploração e utilização**. Porto Alegre: FEPAM, 2002. p. 373-409

CITADINI-ZANETTE, Vanilde; BACK, Marcos; SANTOS, Robson dos. Reabilitação de áreas degradadas pela mineração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina . In: ALBA, José Maria Filippini (Org.). **Recuperação de áreas mineradas**.

Pelotas, RS : EMBRAPA,2010. p. 281-301.

COLUNA White, **Estratigrafia da Bacia do Paraná no Sul do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Secretaria do Estado da Tecnologia, 1994. 67 p

DOMINGOS, Catarina A. V. **Quantificação da carga poluente a partir da área degradada pela mineração de carvão no bairro Mina 4**. 2011. 70 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

EPA US Environmental Protection Agency (US), **Acid Mine Drainage Prediction Technical Document**, (EPA 530 - R- 94 -036) Whashington DC, December 1994.

FAGUNDES, Rosângela Maria Schuch. **Utilização de drenagem ácida de mina como reagentes para tratamento do lixiviado do aterro sanitário de Campo Bom - RS**: Estudos de coagulação e reação de Fenton. 2009. 74 f. Dissertação Para Obtenção do Título de Mestre em Engenharia (Mestre) - UFRGS, Porto Alegre, 2009.

FARFAN, J. R. J. Z.; BARBOSA FILHO, O.; DE SOUZA, V.P; **CETEM, Avaliação do Potencial de Drenagem Ácida de Rejeitos da Indústria Mineral**. Rio de Janeiro, 2004, 58 p.

GEOLÓGICA Engenharia e Meio Ambiente. **Projeto conceitual de recuperação de área degradada do campo Vila Funil – Siderópolis/SC**. Volume 1, Revisão 1, 2008. Disponível em: https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/proj_conceitual_vila_funil/Funil_Volume_1.htm. Acesso em: 06 de Agosto de 2012.

IPAT – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Diagnóstico Ambiental Mina Malha II Leste, Siderópolis, Santa Catarina**. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Relatório técnico. Criciúma, 2002, 121p.

___ **Diagnóstico Ambiental Morosini, Treviso, Santa Catarina**. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Relatório técnico. Criciúma, 2003, 141p.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY. **The feasibility study on recuperation of minen-out areas in south region of Santa Catarina state, the Federative Republic of Brazil**. Japan: JICA – Mitsubishi Materials Corporation, 1998. 397p. (Main Report).

KOPPE, Jair Carlos; COSTA João Felipe Coimbra Leite. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, Paulo Sergio Moreira et al. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro: CETEM, 2008. 300p

KOPEZINSKI, Isaac. **Mineração x meio ambiente: considerações legais, principais impactos ambientais e seus processos modificadores**. Porto Alegre:

UFRGS, 2000. 103 p

LOPES, Rosana Poperine; SANTO, Eder Luiz; GALATTO, Sérgio Luciano. Mineração de Carvão em Santa Catarina: Geologia, Geoquímica e Impactos Ambientais. In. MILIOLI, Geraldo; SANTOS, Robson dos; CITADINI-ZANETTE, Vanilde. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no Sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. 315 p.

LUZ, Adão Benvindo da; SAMPAIO, João Alves; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. **Tratamento de minérios**. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010. 932 p.

MENDONÇA, R. M.G.; NASCIMENTO, F. M. F.; MACÊDO, M. L. F.; SOARES, P.S.M.; **Uso de Solo Argiloso Compactado para Minimização da Drenagem Ácida em Rejeitos da Mineração de Carvão na Região Sul do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro, Setembro, 2002. CT-2002-150-00. Contribuição Técnica elaborada para II Congresso Brasileiro de Mina a Céu Aberto e II Congresso Brasileiro de Mina Subterrânea. Belo Horizonte, IBRAM. 12p.

MENEGHINI, James Wilian. **Contribuição do levantamento das características do solo no projeto de recuperação de uma área degradada pela mineração de carvão a céu aberto no município de Treviso (SC)**. 2010. 77 f. TCC (Graduação em Geografia) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; WATERKEMPER, Kátia. Evolução dos processos de degradação ambiental resultante da mineração de carvão em Santa Catarina de 1930-1973 . In: . **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba : Juruá, 2009. p. 205- 213.

ORTIZ, Lucial; TEIXEIRA, Elba Calesso. Influência das atividades de processamento do carvão sobre a qualidade dos recursos hídricos superficiais. In: TEIXEIRA, Elba Calesso (Org.) **Meio ambiente e carvão: impactos da exploração e utilização**. Porto Alegre: FEPAM, 2002. p. 301-440.

PENNSYLVANIA. Bureau of mining and reclamation. **Coal mine drainage prediction and pollution prevention in pennsylvania**. [Harrisburg. Pa]: Pennsylvania departament of environmental protection, 1998. 1v

PEREIRA, Sueli Yoshinaga. Indicadores de qualidade ambiental em áreas degradadas: impacto da drenagem ácida na água subterrânea. In: ALBA, José Maria Filippini (Org.). **Recuperação de áreas mineradas**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2010. Cap. 2, p. 161-179.

PRICE, Willian A. (Canada). **Predication Manual for Drainage Chemistry from Sulphidic Geologic Materials**. Britsh Columbia: Mend Progran, 2009. 579 p

SANTOS, Robson Dos; **Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil**, Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; São Paulo, 2003 129 p.

PROCHNOW, Tania Renata; PORTO, Maria Luiza. Avaliação de uma área de rejeitos da mineração de carvão com vistas a bioindicadores vegetais para metais pesados . In: . **Carvão e Meio Ambiente**. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 2000. p. 673- 694.

UBALDO, Mariluce de Oliveira; SOUZA, Vicente Paulo de. Controle e mitigação dos impactos da drenagem ácida em operações de mineração In: SOARES, Paulo Sergio Moreira et al. **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**, Rio de Janeiro: CETEM, 2008. 300p
SILVAS. F. P. C. et al; Caracterização e neutralização de drenagens ácidas de minasprovenientes da mineração de carvão em Santa Catarina. Revista Brasileira de Ciências Ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Número 20, Junho de 2011 disponível em:
http://www.rbciamb.com.br/images/online/Mat%C3%A9ria_3_final_artigos278.pdf.
Acesso em: 05 de Agosto de 2012

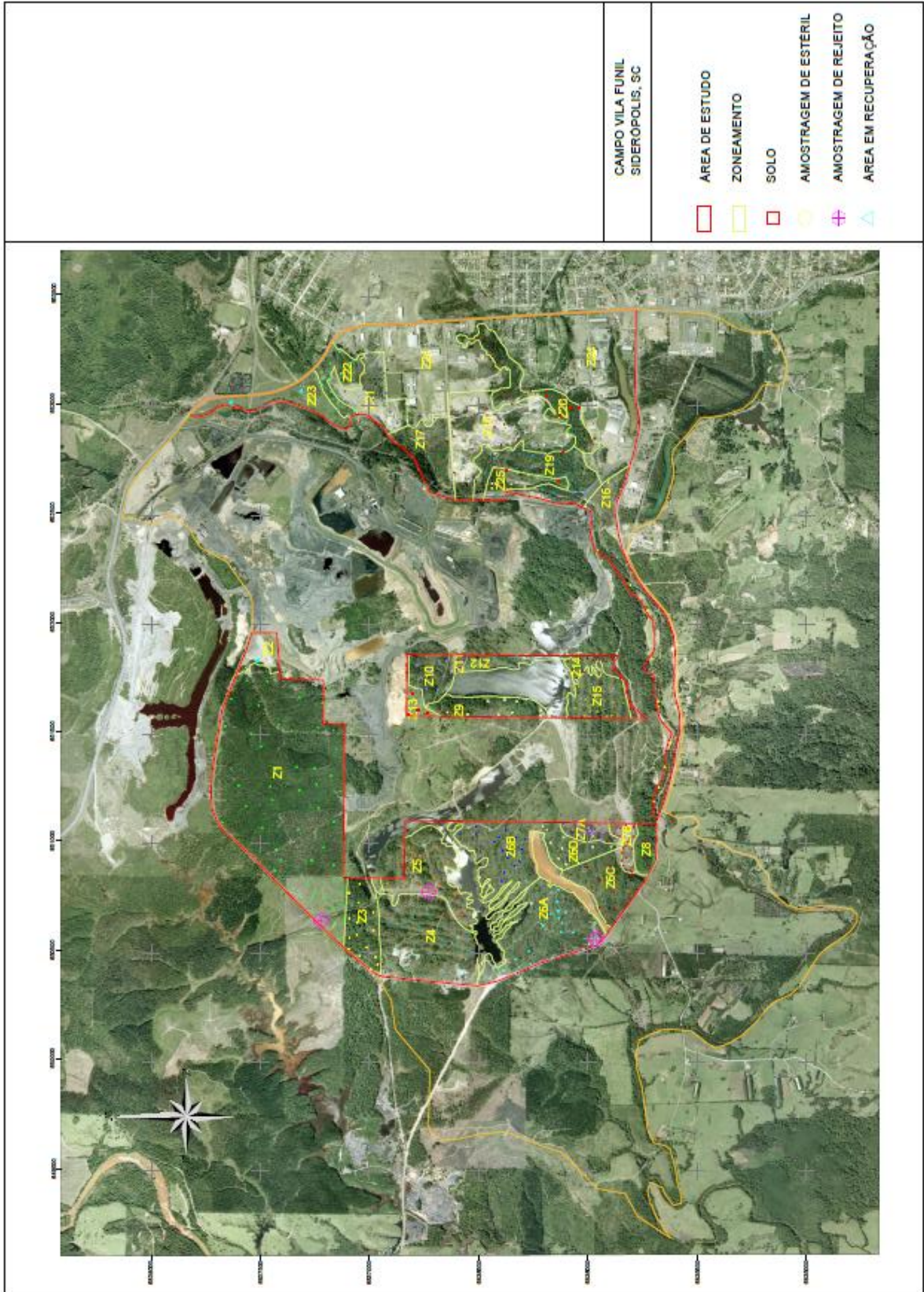
SINGER,P.E.; STUMM, W. Acid mine drainage: the rate determining step. **Science**, v. 167, p. 1121-1123. 1970.

SUMMERS, L., and BONELLI, J., **Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Acido de Minas**. República del Perú, Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Asuntos Ambientales, 1997.

SKOUSEN, Jeffrey G.; ZIEMKIEWICZ, Paul F. **Acid mine drainage – control and treatment**. Second edition. 1996. 361 p.

ANEXOS

ANEXO 1 – Mapa dos pontos amostrados.



ANEXO 2 – Pontos Amostrados.

Amostra Composta Zona 1			
VILA FUNIL AM. COMP. Z-1			
Data:		22/08/2012	
Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	650560	6837213	1768
2	650620	6837272	1769
3	650632	6837229	1771
4	650653	6837195	1772
5	650721	6837205	1773
6	650768	6837203	1774
7	650839	6837207	1775
8	650698	6837242	1776
9	650825	6837242	1777
10	650751	6837281	1778
11	650680	6837323	1779
12	650754	6837333	1780
13	650742	6837386	1781
14	650818	6837358	1782
15	650900	6837239	1786
16	650802	6837446	1787
17	650921	6837340	1788
18	650981	6837284	1789
19	651098	6837239	1790
20	650926	6837482	1791
21	650874	6837508	1792
22	650973	6837503	1793
23	651064	6837401	1794
24	651162	6837309	1795
25	651244	6837396	1796
26	651270	6837318	1797
27	651310	6837251	1798
28	651430	6837227	1799
29	651343	6837328	1802

30	651349	6837408	1803
31	651199	6837520	1804
32	651071	6837567	1805
33	651096	6837750	1806
34	651170	6837641	1812
35	651259	6837532	1814
36	651332	6837512	1815
37	651349	6837408	1816
38	651518	6837241	1817
39	651530	6837311	1818
40	651513	6837432	1819
41	651642	6837291	1820
42	651668	6837397	1821
43	651544	6837493	1822
44	651443	6837572	1823
45	651264	6837675	1824
46	651501	6837618	1825
47	651428	6837758	1826
48	651536	6837736	1827
49	651661	6837709	1828
50	651743	6837636	1829
51	651741	6837543	1830
52	651630	6837583	1831

Amostra Composta Zona 3			
VILA FUNIL AM. COMP. Z-03			
Data:		17/08/2012	
Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	650422	6837068	1001
2	650443	6837037	1002
3	650478	6837046	1003
4	650522	6837086	1004
5	650600	6837055	1005

6	650682	6837056	1006
7	650727	6837124	1007
8	650812	6837119	1008
9	650770	6837169	1009
10	650655	6837166	1010
11	650636	6837132	1011
12	650579	6837132	1012
13	650566	6837165	1013
14	650516	6837169	1014
15	650483	6837119	1015

Amostra Composta Zona 4

VILA FUNIL AM. COMP. Z-04

Data: 13/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	650397	6936642	947
2	650433	6836641	948
3	650492	6836632	949
4	650504	6836606	950
5	650504	6836672	951
6	650542	6836671	952
7	650555	6836622	953
8	650597	6836628	958
9	650624	6836831	965
10	650678	6836810	966
11	650670	6836879	967
12	650700	6836964	971
13	650639	6836913	973
14	650621	6836849	974
15	650604	6836773	975
16	650548	6836724	976
17	650525	6836747	977
18	650532	6836873	978

19	650481	6836890	979
20	650526	6836965	980
21	650423	6836889	981
22	650365	6836827	982
23	650400	6836729	983
24	650413	6836691	984
25	650438	6836971	985

Amostra Composta Zona 5

VILA FUNIL AM. COMP. Z-5

Data: 21/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	65n626	6836631	1706
2	650673	6836655	1707
3	650677	6836673	1708
4	650691	6836640	1709
5	650766	6836682	1710
6	650776	6836674	1711
7	650916	6836716	1712
8	650805	6836754	1713
9	650841	6836781	1714
10	650944	6836806	1715 à 1719
11	650982	6836766	1720
12	651000	6836867	1721
13	651063	6836794	1722
14	650984	6836896	1723
15	650960	6836885	1724
16	650941	6836866	1725
17	650943	6836844	1727
18	650927	6836909	1728
19	650886	6836900	1729
20	650818	6836993	1730
21	650820	6836905	1731

22	650809	6836854	1732
23	650798	6836781	1733

Amostra Composta Zona 6A

VILA FUNIL AM. COMP. Z-06A

Data: 13/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	650654	6836027	923
2	650636	6836042	924
3	650592	6836142	925
4	650635	6836194	926
5	650684	6836178	927
6	650691	6836210	928
7	650725	6836334	929
8	650788	6836270	930
9	650734	6836216	931
10	656658	6836208	932
11	650676	6836246	933
12	650622	6836281	934
13	650594	6836199	935
14	650543	6836069	936
15	650515	6836095	937
16	650475	6836239	938
17	650469	6836410	939
18	650434	6836390	940
19	650507	6836345	941
20	650448	6836338	942
21	650404	6836406	943
22	650419	6836463	944
23	650384	6836549	945
24	650427	6836511	946

Amostra Composta Zona 6B

VILA FUNIL AM. COMP. Z-6B

Data: 22/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	650897	6836412	586
2	680868	6836457	587
3	680827	6836470	588
4	651044	6836661	589 à 591
5	651078	6836586	593-594
6	651045	6836517	595-596
7	651059	6836450	597
8	651026	6836404	598 à 600
9	651019	6836364	601-602
10	650972	6836375	603
11	650917	6836389	604
12	650934	6836443	605-606
13	650968	6836465	607-608
14	651007	6836505	609
15	651028	6836482	610
16	650968	6836443	611-612

Amostra Composta Zona 6C

VILA FUNIL AM. COMP. Z-6C

Data: 17/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	650635	6835985	987
2	650686	6835999	988
3	650706	6836022	989
4	650800	6836060	990
5	650857	6836155	991
6	650892	6836088	992
7	650828	6836020	993

8	650779	6835957	994
9	650700	6835953	995
10	650712	6835906	996
11	650767	6835884	997
12	650853	6835876	998
13	650826	6835817	999
14	650901	6835977	1000

Amostra Composta Zona 6D

VILA FUNIL AM. COMP. Z-6D

Data: 30/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651003	6836245	1888
2	651078	6836282	1889
3	651062	6836263	1890
4	650977	6836193	1891
5	650971	6836143	1892
6	650930	6836210	1896
7	650904	6836175	1899
8	650885	6836198	1900
9	650910	6836119	1901
10	650984	6836053	1902
11	650985	6835969	1903
12	651028	6836186	1904

Amostra Composta Zona 7A

VILA FUNIL AM. COMP. Z-7A

Data: 21/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651013	6835951	1752
2	651016	6835014	1753
3	651051	6836006	1754

4	651082	6836006	1755
5	651062	6836036	1756
6	651054	6836047	1757
7	651044	6836059	1758
8	651056	6836067	1759
9	651071	6836073	1760
10	651051	6836088	1761
11	651038	6836111	1762
12	651086	6836123	1763
13	651063	6836145	1764
14	651082	6836183	1765

Amostra Composta Zona 7B

VILA FUNIL AM. COMP. Z-7B

Data: 17/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651075	6835867	1734
2	651031	6835865	1735
3	650975	6835874	1736
4	650889	6835876	1737
5	650869	6835873	1738
6	650879	6835879	1739
7	650898	6835912	1740
8	650921	6835920	1741
9	650932	6835900	1742
10	650956	6835918	1743
11	650978	6835913	1744
12	650988	6835903	1745
13	651006	6835895	1747
14	651032	6835931	1748
15	651045	6835954	1749
16	651069	6835927	1750
17	651084	6835902	1751

Amostra Composta Zona 8**VILA FUNIL AM. COMP. Z-8****Data:** 31/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651065	6835827	1910
2	651063	6835795	1911
3	651044	6835769	1912
4	650939	6835775	1913
5	650953	6835815	1920
6	650977	6835848	1921
7	650898	6835837	1922
8	650904	6835812	1923
9	650869	6835801	1924
10	650905	6835774	1925

Amostra Composta Zona 9**VILA FUNIL AM. COMP. Z-9****Data:** 05/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651609	6836291	3467
2	651660	6836356	3468
3	651649	6836401	3469
4	651657	6836465	3470
5	651649	6836533	3471
6	651659	6836618	3472
7	651599	6836718	3473
8	651590	6836626	3474
9	651588	6836484	3475
10	651598	6836422	3476
11	651585	6836292	3477

Amostra Composta Zona 10**VILA FUNIL AM. COMP. Z-10****Data:** 05/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651706	6836847	1967
2	651759	6836841	1968
3	651790	6836799	1969
4	651835	6836758	1970
5	681853	6836814	1971
6	651816	6836857	1972
7	651834	6836721	1973
8	651764	6836738	1976
9	651701	6836763	1977
10	651659	6836822	1978
11	651707	6836814	1979

Amostra Composta Zona 11**VILA FUNIL AM. COMP. Z-11****Data:** 04/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651840	6836670	1953
2	651840	6836645	1954
3	651805	6836661	1955
4	651811	6836633	1956
5	651798	6836678	1957

Amostra Composta Zona 12**VILA FUNIL AM. COMP. Z-12****Data:** 31/08/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651812	6836425	1926

2	651850	6836503	1927
3	651831	6836582	1928
4	651810	6836628	1929
5	651830	6836458	1930
6	651854	6836403	1931
7	651841	6836334	1932
8	681849	6836278	1933
9	651852	6836202	1934

Amostra Composta Zona 14

VILA FUNIL AM. COMP. Z-14

Data: 04/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651833	6836169	1935
2	651794	6836174	1936
3	651756	6836126	1937
4	651782	6836094	1938
5	651781	6836021	1939
6	651788	6835961	1940
7	651753	6835927	1941
8	651848	6835963	1942
9	651833	6835991	1943
10	651842	6836023	1944
11	651852	6836030	1945
12	651844	6836078	1946
13	651837	6836052	1947
14	651846	6836110	1948
15	651614	6834867	1949
16	651616	6835882	1950
17	651588	6835865	1951
18	651691	6835897	1952

Amostra Composta Zona 15

VILA FUNIL AM. COMP. Z-15

Data: 05/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651709	6835958	3451
2	651729	6836058	3452 - 3453
3	651719	6836119	3454
4	651705	6836136	3455
5	651618	6836135	3456
6	651584	6836090	3457
7	651633	6836098	3458
8	651657	6836087	3459
9	651602	6836066	3460
10	651603	6836033	3461
11	651584	6835967	3462
12	651581	6835987	3463
13	651633	6836005	3464
14	651645	6835959	3465
15	651642	6835913	3466

Amostra Composta Zona 16

VILA FUNIL AM. COMP. Z-16

Data: 12/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	651255	6835750	572
2	651191	6837771	573
3	651349	6835723	576
4	651460	6835734	577
5	651649	6835699	578
6	651627	6835750	585
7	651844	6835780	590
8	652066	6835801	595

9	652180	6835880	596
10	652405	6835955	601
11	652650	6835982	602
12	652341	6836030	603

Amostra Composta Zona 17

VILA FUNIL AM. COMP. Z-17

Data: 12/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	652900	6836892	637
2	652859	6836913	638
3	652777	6836810	639
4	652696	6836734	641
5	652780	6836734	642
6	652881	6836734	643

Amostra Composta Zona 18

VILA FUNIL AM. COMP. Z-18

Data: 13/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	652803	6836605	646
2	652821	6836471	647
3	652850	6836395	648
4	652917	6836457	652
5	653009	6836422	653
6	653017	6836268	656
7	652904	6836503	657
8	652989	6836539	658
9	652950	6836610	659
10	652970	6836700	660
11	652862	6836688	661
12	652674	6836596	662

13	652696	6836688	665
14	652619	6836638	666

Amostra Composta Zona 19

VILA FUNIL AM. COMP. Z-19

Data: 20/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	652695	6836546	779
2	652761	6836506	780
3	653783	6836390	781
4	652717	6836398	782
5	652718	6836338	783
6	652775	6836328	784
7	652736	6836244	785
8	652778	6836275	786
9	652786	6836181	788
10	652738	6836139	789
11	652625	6836107	790
12	652604	6836088	791
13	652686	6836178	792
14	652603	6836141	793
15	652563	6836146	794 - 795
16	652577	6836210	798
17	652603	6836232	799
18	652620	6836285	800

Amostra Composta Zona 20

VILA FUNIL AM. COMP. Z-20

Data: 20/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	653069	6836339	806
2	653052	6836443	812

3	653060	6836467	815
4	653035	6836194	3572
5	652992	6836159	3574
6	652993	6836113	3575
7	652842	6836059	3576-3577
8	653313	6836564	3579
9	653299	6836610	3580
10	653238	6836509	3581
11	653192	6836491	3582

Amostra Composta Zona 21

VILA FUNIL AM. COMP. Z-21

Data: 12/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	653060	6837000	604
2	653973	6836981	605
3	652922	6836948	606
4	652948	6837035	608
5	653028	6837059	612
6	653068	6837189	613
7	653087	6837085	617
8	653140	6837054	621 à 623
9	653197	6837041	624
10	653229	6837081	635
11	653150	6837008	636

Amostra Composta Zona 22

VILA FUNIL AM. COMP. Z-22

Data: 05/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	653154	6838294	1997
2	653196	6837255	1998

3	653249	6837211	1999
4	653198	6837186	2000
5	653153	6837174	2001
6	653097	6837188	2002
7	653149	6837206	2003
8	653123	6837259	2004
9	653129	6837290	3478
10	653067	6837251	3479 - 3480
11	653020	6837220	3481
12	652976	6837144	3482
13	653097	6837292	3483
14	652983	6837220	3484

Amostra Composta Zona 25

VILA FUNIL AM. COMP. Z-25

Data: 13/09/2012

Ponto	Coordenadas		N° Foto
	E	N	
1	652620	6836445	667
2	652625	6836515	670
3	652718	6836501	671
4	652646	6836515	675
5	652643	6836426	676
6	652630	6836363	677
7	652681	6836348	681
8	652695	6836395	682

ANEXO 3 – Laudos Laboratoriais (Rejeito).



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 531/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I-PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 09/08/2012		Data de entrada no laboratório: 16/08/2012
Descrição da Amostra: Rejeito da mineração de carvão - P01 - AM 01		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - P01 - AM 01		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68675
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	1,47	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 10,7	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,6	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	2,1	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 532/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 09/08/2012	Data de entrada no laboratório: 16/08/2012	
Descrição da Amostra: Rejeito da mineração de carvão - P01 - AM 02		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - P01 - AM 02		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	N° Amostra Lab.: 68676	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,57	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 8,4	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,5	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	2,8	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 533/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – LPARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 09/08/2012		Data de entrada no laboratório: 16/08/2012
Descrição da Amostra: Rejeito da mineração de carvão - P01 - AM 03		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - P01 - AM 03		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68677
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,73	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 14,6	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,6	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	2,7	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 534/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – LPARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Balno Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 09/08/2012	Data de entrada no laboratório: 16/08/2012	
Descrição da Amostra: Rejeito da mineração de carvão - P02 - AM 01		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - P02 - AM 01		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 68678	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,68	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 5,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,2	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	2,4	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesolls. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Balno Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 535/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – LPARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 09/08/2012		Data de entrada no laboratório: 16/08/2012
Descrição da Amostra: Rejeito da mineração de carvão - P03 - AM 01		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - P03 - AM 01		
Coletor: Éder Costa Cechela – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68679
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,77	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 10,2	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,2	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	2,5	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709

ANEXO 4 – Laudos Laboratoriais (Estéril).



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 544/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I-PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Balneário Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 24/08/2012	Data de entrada no laboratório: 29/08/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 01		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 01		
Coletor: Eder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69131	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,14	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 2,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,4	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,1	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesolfs. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Balneário Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 538/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS - I.PARQUEIUNESC		
Projeto: PRAD - CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão - Criciúma - SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 17/08/2012		Data de entrada no laboratório: 20/08/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 03		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 03		
Coletor: Éder Costa Cechella - IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68772
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,12	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 6,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,5	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,1	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 - March 1978 - Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 536/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Balno Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 13/08/2012	Data de entrada no laboratório: 16/08/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 04		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 04		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	N° Amostra Lab.: 68680	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,22	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 4,6	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,1	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,4	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Balno Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 540/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 21/08/2012		Data de entrada no laboratório: 24/08/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 05		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 05		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68933
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,21	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 7,8	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,6	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,1	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN – Poder de Neutralização. - (%) – Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 537/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS - I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD - CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão - Criciúma - SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 13/08/2012		Data de entrada no laboratório: 16/08/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 06 A		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 06 A		
Coletor: Éder Costa Cechella - IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68681
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,25	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 8,3	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,9	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,2	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 - March 1978 - Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 543/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 22/08/2012	Data de entrada no laboratório: 24/08/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 06 B		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 06 B		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 68936	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,39	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	-3,0	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,0	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,2	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 539/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I-PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 17/08/2012	Data de entrada no laboratório: 24/08/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 06 C		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 06 C		
Coletor: Eder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 68932	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,14	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,4	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,1	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 86806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 545/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 30/08/2012	Data de entrada no laboratório: 31/08/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 06 D		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 06 D		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69251	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,12	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	11,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	6,3	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	5,4	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente a amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 541/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 21/08/2012		Data de entrada no laboratório: 24/08/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 07 A		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 07 A		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 68934
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,09	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	4,3	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	5,4	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,4	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 542/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – LPARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Balno Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 21/08/2012	Data de entrada no laboratório: 24/08/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 07 B		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 07 B		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 68935	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,3	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,6	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,9	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 546/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 31/08/2012	Data de entrada no laboratório: 06/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 08		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 08		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69502	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,14	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	4,3	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,7	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,3	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente a amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 552/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 05/09/2012	Data de entrada no laboratório: 06/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 09		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 09		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69507	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,06	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	4,2	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	5,2	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,6	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesolls. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 553/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Balmo Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 05/09/2012	Data de entrada no laboratório: 06/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 10		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 10		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69508	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,17	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,5	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,0	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Balmo Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 549/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cilante: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 04/09/2012	Data de entrada no laboratório: 06/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 11		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 11		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69505	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,46	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,1	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,3	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas – IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 547/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 31/08/2012		Data de entrada no laboratório: 06/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 12		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 12		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 69503
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,22	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	1,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	5,1	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,2	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 548/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – LPARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 04/09/2012		Data de entrada no laboratório: 06/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 14		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 14		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 69504
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,24	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,9	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,1	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and mine soils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 551/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I-PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 04/09/2012	Data de entrada no laboratório: 06/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 15		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 15		
Coletor: Éder Costa Cecheta – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69506	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,3	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 2,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,2	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,9	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 555/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – IPARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 12/09/2012		Data de entrada no laboratório: 12/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 16		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 16		
Coletor: Éder Costa Gechella – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 69597
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,2	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	1,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,1	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,7	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 556/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Balmo Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 12/09/2012	Data de entrada no laboratório: 12/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 17		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 17		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69598	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,03	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,5	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,2	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Balmo Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 558/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 13/09/2012	Data de entrada no laboratório: 13/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 18		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 18		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69618	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,03	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 3,0	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,7	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,3	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: 560/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatio		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 20/09/2012		Data de entrada no laboratório: 21/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 19		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 19		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC		N° Amostra Lab.: 69887
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,06	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 2,9	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,9	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,7	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesoils. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 561/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS - I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD - CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão - Criciúma - SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 20/09/2012		Data de entrada no laboratório: 21/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 20		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 20		
Coletor: Éder Costa Cechella - IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 69888
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,09	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,4	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,3	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 - March 1978 - Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 557/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS - I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD - CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão - Criciúma - SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 12/09/2012		Data de entrada no laboratório: 12/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 21		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 21		
Coletor: Éder Costa Cechella - IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 69599
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,1	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,9	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,4	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 - March 1978 - Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 554/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUE/UNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 05/09/2012	Data de entrada no laboratório: 06/09/2012	
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 22		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 22		
Coletor: Éder Costa Cechella – IPAT/UNESC	Nº Amostra Lab.: 69509	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,04	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	3,9	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	3,5	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-500/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "in natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensaiada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709



Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC
 Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT
 Laboratório de Análises de Solos, Corretivos e Fertilizantes

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: 559/2012		
DADOS DO CLIENTE		
Cliente: PROJETOS AMBIENTAIS – I.PARQUEIUNESC		
Projeto: PRAD – CAMPO VILA FUNIL		
Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5 - Bairro Sangão – Criciúma – SC		
Interessado: Sérgio Galatto		Fone: (48) 3444 - 3742
DADOS DA AMOSTRA		
Data da coleta: 13/09/2012		Data de entrada no laboratório: 13/09/2012
Descrição da Amostra: Estéril da mineração de carvão - AM COMP. Z 25		
Ponto de Coleta: Campo Vila Funil - AM COMP. Z 25		
Coletor: Éder Costa Cecheia – IPAT/UNESC		Nº Amostra Lab.: 69619
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS		
Parâmetros	Resultados	Métodos Analíticos
Enxofre Total (S) (%)	0,03	Combustão - Volumétrico - NaOH
PN (t CaCO ₃ Eq/1000t de material)	- 0,5	Volumétrico - NaOH
pH em água (1:1)	4,5	Potenciométrico
pH em água (1:1) ⁽¹⁾	4,2	
Observações: - As metodologias de análises de Acidez Potencial e Potencial de Neutralização foram baseadas na EPA-600/2-78-054 – March 1978 – Field and Laboratory Methods Applicable to overburdens and minesols. - Resultados expressos na base seca a 65°C. - ⁽¹⁾ Resultado obtido na amostra "In natura". - PN = Poder de Neutralização. - (%) = Porcentagem mássica.		
Criciúma, 29 de outubro de 2012.		
_____ Responsável Técnico Química Teresinha Lúcio CRQ 13200109		
Os resultados apresentados no presente relatório se aplicam somente à amostra ensalada.		

Endereço: Rod. Jorge Lacerda, km 4,5, Bairro Sangão, Criciúma, SC
 Caixa Postal 3167 - CEP 88806-000 - Fone/Fax : (048) 3444-3731/ 3444-3709