



Universidade Federal
de Ouro Preto

MESTRADO EM RECURSOS HÍDRICOS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AMBIENTAL

DISSERTAÇÃO

HIDROGEOQUÍMICA E HIDROLOGIA DO RESERVATÓRIO
NA CAVA DA MINA OSAMU UTSUMI DO COMPLEXO MÍNERO-
INDUSTRIAL DO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS, CALDAS, MG.

Autor: Leonardo Ribeiro Tedeschi

Agosto/2005

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

HIDROGEOQUÍMICA E HIDROLOGIA DO RESERVATÓRIO
NA CAVA DA MINA OSAMU UTSUMI DO COMPLEXO
MÍNERO-INDUSTRIAL DO PLANALTO DE POÇOS DE
CALDAS, CALDAS, MG.

Por

LEONARDO RIBEIRO TEDESCHI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Ambiental/Recursos Hídricos da
Universidade Federal de Ouro Preto,
como requisito parcial à obtenção do título
de Mestre em Engenharia Ambiental.

OURO PRETO

AGOSTO/2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Reitor

Prof. Dr. João Luiz Martins

Vice-Reitor

Prof. Dr. Antenor Rodrigues Barbosa Junior

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**HIDROGEOQUÍMICA E HIDROLOGIA DO
RESERVATÓRIO NA CAVA DA MINA OSAMU UTSUMI
DO COMPLEXO MÍNERO-INDUSTRIAL DO PLANALTO
DE POÇOS DE CALDAS, CALDAS, MG.**

Leonardo Ribeiro Tedeschi

Orientação

Prof. Dr. Hermínio Arias Nalini Junior

Co-Orientação

Prof. Dr. Adilson do Lago Leite

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental/Recursos Hídricos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Engenharia Ambiental

OURO PRETO

2005

*Tudo acaba bem no final,
se não acabou bem é porque não chegou o final.*

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a DEUS por permitir a minha existência e todas as condições mentais e físicas para chegar até aqui, estudando e aprendendo.

Agradeço aos professores Hermínio Arias Nalini Junior e Adilson do Lago Leite pela amizade, pelo apoio e pelas orientações.

Agradeço ao professor Romero César Gomes por abrir as portas na INB e no NGA.

Agradeço ao professor Jorge Carvalho de Lena pelo apoio durante o trabalho.

Agradeço aos colegas mestrandos dos programas de pós-graduação em Engenharia Ambiental, Engenharia Civil e Evolução Crustal e Recursos Naturais, especialmente a Deilton, Junio, Rafael, Aldo, Adriana, Aline, Flávia e Luis, assim como aos colegas doutorandos do programa de pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, em especial a Janice, Luciana e Cláudio. Agradeço também aos alunos de graduação Cristiano, Heber e Flávia.

Agradeço aos funcionários técnicos e administrativos da Universidade Federal de Ouro Preto, em especial a Fátima, Celso e Vândir.

Agradeço ao programa de pós-graduação em Engenharia Ambiental e seu corpo docente.

Agradeço à Escola de Minas, em especial ao NGA - Núcleo de Geotecnia Aplicada, e ao Departamento de Geologia, em especial ao LGQA - Laboratório de Geoquímica Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto pela infra-estrutura.

Agradeço à INB – Indústrias Nucleares do Brasil S.A., pela concessão de dados e por viabilizar a confecção deste trabalho.

Agradeço aos meus pais pelo apoio, ajuda e paciência. A minha irmã Denise pela ajuda e correções e à minha irmã Ana Luíza por existir.

Finalmente, agradeço a minha noiva Flávia, por estar ao meu lado em todos os momentos desta etapa.

Sumário

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 – APRESENTAÇÃO.....	1
1.2 – OBJETIVOS.....	3
1.3 – LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO.....	3
CAPÍTULO 2 – LOCAL DE ESTUDO	5
2.1 – GEOMORFOLOGIA	5
2.2 – CLIMA E VEGETAÇÃO.....	6
2.3 – SOLOS	7
2.4 – HIDROGRAFIA	7
2.5 – GEOLOGIA.....	8
2.5.1 – PETROGRAFIA	11
2.5.2 – ASPECTOS GEOQUÍMICOS.....	13
2.5.3 – ASPECTOS ESTRUTURAIS	13
2.5.4 – IDADE E EVOLUÇÃO	15
2.5.5 – A JAZIDA DO CERCADO.....	16
2.6 – COMPLEXO MÍNERO-INDUSTRIAL DO PLANALTO DE POÇOS DE CALDAS (CIPC).....	18
2.6.1 – SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE ESTÉREIS	22
2.6.2 – SISTEMA DE DISPOSIÇÃO DE EFLUENTES E REJEITOS DA USINA.....	24
2.6.3 – SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE OUTROS EFLUENTES	25
2.6.4 – RADIOPROTEÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL	27
2.6.5 – O RESERVATÓRIO NA CAVA DA MINA OSAMU UTSUMI	28
CAPÍTULO 3 – LAGOS E RESERVATÓRIOS	30
3.1 – INTRODUÇÃO	30
3.2 – ZONEAMENTO LATERAL E VERTICAL	31
3.2.1 – ESTRATIFICAÇÃO VERTICAL	33
3.2.2 – CLASSIFICAÇÃO.....	35
3.3 – RESERVATÓRIOS ÁCIDOS EM MINERAÇÃO.....	38
CAPÍTULO 4 – DRENAGEM ÁCIDA MINEIRA.....	42
4.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	42
4.2 – OXIDAÇÃO DA PIRITA.....	43
4.3 – OXIDAÇÃO DE OUTROS SULFETOS	47
4.4 – BACTÉRIAS E A OXIDAÇÃO DE SULFETOS	49

4.5 – REAÇÕES DE NEUTRALIZAÇÃO DE DRENAGEM ÁCIDA.....	51
4.6 – TÉCNICAS DE PREVENÇÃO E TRATAMENTO	53
CAPÍTULO 5 – METODOLOGIA.....	56
5.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	56
5.2 – BALANÇO HÍDRICO DA CAVA DA MINA OSAMU UTSUMI.....	56
5.2.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A MICROBACIA OSAMU UTSUMI (MOU).....	56
5.2.2 – PRECIPITAÇÃO.....	59
5.2.3 – BOMBEAMENTO DA DAM PROVENIENTE DA BNF (B-1).....	63
5.2.4 – BOMBEAMENTO DO DUCA PROVENIENTE DA ETE (B-2).....	65
5.2.5 – BOMBEAMENTO DA DAM DO RESERVATÓRIO PARA A ETE (B-3)	67
5.2.6 – EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	68
5.2.7 – BALANÇO HÍDRICO.....	71
5.3 – AVALIAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA.....	72
5.3.1 – PRIMEIRA ETAPA.....	73
5.3.2 – SEGUNDA ETAPA.....	78
5.3.3 – TERCEIRA ETAPA.....	80
CAPÍTULO 6 – DADOS HÍDRICOS E O BALANÇO HÍDRICO.....	82
6.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	82
6.2 – FLUXO DE ENTRADA NA MOU.....	83
6.2.1 – PRECIPITAÇÃO.....	83
6.2.2 – FLUXO DE DAM PROVENIENTE DA BNF (B-1).....	90
6.2.3 – FLUXO DO DUCA PROVENIENTE DA ETE (B-2)	92
6.3 – FLUXO DE SAÍDA NA MOU	95
6.3.1 – FLUXO DA DAM DO RESERVATÓRIO PARA A ETE (B-3)	95
6.3.2 – EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	98
6.4 – BALANÇO HÍDRICO.....	110
6.5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
CAPÍTULO 7 – DADOS HIDROGEOQUÍMICOS DO RESERVATÓRIO.....	114
7.1 – DADOS HIDROGEOQUÍMICOS GERADOS PELA INB.....	115
7.1.1 – POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH).....	115
7.1.2 – RELAÇÃO pH E HIDROLOGIA.....	118
7.2 – DADOS HIDROGEOQUÍMICOS GERADOS NA DISSERTAÇÃO..	121
7.2.1 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	122
7.2.1.1 – Temperatura	123
7.2.1.2 – Condutividade Elétrica (CE).....	126
7.2.1.3 – Potencial Hidrogeniônico (pH).....	128
7.2.1.4 – Potencial de Oxi-Redução (Eh).....	131
7.2.1.5 – Oxigênio Dissolvido (OD)	134
7.2.1.6 – Alcalinidade.....	136
7.2.1.7 – Turbidez.....	137
7.2.1.8 – Cloretos	139
7.2.1.9 – Comparações Gerais.....	140

7.2.2 – PERFIS DOS METAIS.....	144
7.2.2.1 – Elementos maiores	144
7.2.2.2 – Elementos traços.....	154
7.2.2.3 – Os elementos analisados e a legislação	158
 CAPÍTULO 8 – HIDROGEOQUÍMICA DAS CONTRIBUIÇÕES DO RESERVATÓRIO	 160
8.1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	160
8.2 – DADOS DA BNF.....	160
8.3 – DADOS OBTIDOS NESTA DISSERTAÇÃO	169
8.3.1 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	173
8.3.2 – ELEMENTOS MAIORES E MENORES	178
8.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
 CAPÍTULO 9 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	 183
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 187
 ANEXO I -	 195
ANEXO II -	211
ANEXO III -	233

Lista de Figuras

Figura 1.1: Localização da Mina Osamu Utsumi no Planalto de Poços de Caldas	4
Figura 2.1: Imagem de satélite do Planalto de Poços de Caldas.....	6
Figura 2.2: Mapa geológico simplificado da região nordeste do Estado de São Paulo e sul do Estado de Minas Gerais	9
Figura 2.3: Mapa litológico do Planalto de Poços de Caldas.....	11
Figura 2.4: Mapa de lineamentos estruturais	14
Figura 2.5: Modelo evolutivo do Complexo Alcalino de Poços de Caldas	16
Figura 2.6: Complexo Mínero-Industrial do Planalto de Poços de Caldas.....	19
Figura 2.7: Imagem de satélite do Complexo Mínero-Industrial do Planalto de Poços de Caldas.....	20
Figura 3.1: Ilustração mostrando as condições típicas em que reservatórios ácidos podem ser formados	39
Figura 4.1: Esquema da oxidação da pirita no processo de geração de drenagem ácida	46
Figura 4.2: Desenho esquemático mostrando a oxidação de sulfetos ferrosos através do mecanismo direto e do mecanismo indireto.....	50
Figura 5.1: Desenho esquemático mostrando os componentes que realizam o processo de transferência de água	59
Figura 5.2: Mapa mostrando a posição relativa das estações pluviométricas.....	61
Figura 5.3: Foto do pluviômetro da estação 02.....	61
Figura 5.4: Foto da represa que recebe a DAM na base do BF-4 (BNF).....	64
Figura 5.5: Foto da tubulação com a DAM que chega na MOU proveniente da BNF... ..	64
Figura 5.6: Foto da estação de tratamento de efluentes ácidos do CIPC	66
Figura 5.7: Foto de uma das bombas (não se sabe qual das duas bombas) que compõe a estação elevatória que transfere as águas ácidas do reservatório da cava para a ETE	67
Figura 5.8: Foto mostrando o tanque classe A próximo à estação pluviométrica 02 no CIPC.....	69
Figura 5.9: Mapa mostrando a posição relativa entre os pontos de coleta de águas.....	75
Figura 5.10: Foto no ponto L-2 mostrando o barco utilizado na coleta dentro do reservatório e materiais utilizados para a coleta de amostras (frascos de 2 L e mala que transporta o multiparâmetro)	76
Figura 6.1: Foto da cava da Mina Osamu Utsumi. A bancada em evidência é o topo do BF-CM	83

Figura 6.2: Método de Dupla Massa aplicado à Estação 02	86
Figura 6.3: Série mensal de precipitação observada na Estação 02	87
Figura 6.4: Precipitações mensais máximas, médias e mínimas observadas na Estação 02 para os anos de 1989 a 2004	87
Figura 6.5: Totais anuais precipitados na Estação 02	89
Figura 6.6: Volumes mensais de DAM bombeados da BNF para a cava da mina	90
Figura 6.7: Volumes anuais bombeados de DAM da BNF para cava da Mina (B-1).....	91
Figura 6.8: Volume anual de DUCA bombeado da ETE para a cava da mina entre 2002 e 2004	93
Figura 6.9: Volume de DUCA bombeado mensalmente durante o período de registro (2002 a 2004)	94
Figura 6.10: Volume de DAM bombeado anualmente do reservatório para a ETE durante o período de observação (2002 a 2004)	96
Figura 6.11: Volume de DAM bombeado mensalmente do reservatório para a ETE durante o período entre 2002 e 2004.....	96
Figura 6.12: Volume de DAM do reservatório bombeado mensalmente do reservatório para a ETE e, de DUCA da ETE para o reservatório durante o período entre 2002 e 2004.....	98
Figura 6.13: Série mensal evaporimétrica no tanque classe A próximo à Estação 02..	100
Figura 6.14: Evaporações máximas, médias e mínimas no tanque classe A	101
Figura 6.15: Totais anuais evaporados na estação 02	102
Figura 6.16: Diferença entre as precipitações médias mensais e as evaporações médias mensais no reservatório obtidas entre os anos de 1996 e 2004.....	103
Figura 6.17: Diferença entre os totais anuais precipitados e os totais anuais evaporados entre os anos de 1996 e 2004	104
Figura 6.18: Diferença entre as precipitações médias mensais e as evapotranspirações médias mensais na porção emersa da MOU obtidas entre os anos de 1996 e 2004.	109
Figura 6.19: Diferença entre os totais anuais precipitados e os totais anuais evaporados entre os anos de 1996 e 2004	110
Figura 7.1: Mapa mostrando a posição dos pontos do reservatório utilizados neste capítulo.....	114
Figura 7.2: Gráfico pH <i>versus</i> tempo no ponto “TRINE” de águas superficiais do reservatório, para todo o período de observação.....	115
Figura 7.3: Gráfico pH <i>versus</i> tempo no ponto “TRINE” de águas superficiais do reservatório para todo o segundo período de registro.	117
Figura 7.4: Gráfico pH <i>versus</i> tempo no ponto “TRINE” de águas superficiais do reservatório no terceiro período de registro.	117

Figura 7.5: Diagrama relacionando pH e precipitação mensal durante o período entre dezembro de 2001 e fevereiro de 2005 (Ponto TRINE).	120
Figura 7.6: Diagrama relacionando pH e volumes mensais bombeados de DAM provenientes da BNF, entre dezembro de 2001 e fevereiro de 2005 (Ponto TRINE)	120
Figura 7.7: Perfis de temperatura nas duas estações.	123
Figura 7.8: Perfis de condutividade elétrica nas duas estações.	127
Figura 7.9: Perfis de pH nas duas estações.	129
Figura 7.10: Perfis de Eh nas duas estações.	132
Figura 7.11: Perfis de OD nas duas estações.	134
Figura 7.12: Perfis de alcalinidade nas duas estações.	136
Figura 7.13: Perfis de turbidez nas duas estações.	138
Figura 7.14: Perfis de cloretos nas duas estações.	140
Figura 7.15: Perfis de Temperatura, Condutividade, pH e Eh nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	141
Figura 7.16: Perfis de Oxigênio Dissolvido, Alcalinidade, Turbidez e Cloretos nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	142
Figura 7.17: Perfis de Fe, Al, Y e Sr nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	145
Figura 7.18: Perfis de Na, K, Sr e Mg nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	146
Figura 7.19: Perfis de Zn, Mn, Ca e S nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	147
Figura 7.20: Imagem de Microscopia Eletrônica de Varredura da pirita com inclusões de pitchblenda (minério de urânio) de amostra retirada na Mina Osamu Utsumi.	149
Figura 7.21: Perfis de força iônica nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	154
Figura 7.22: Perfis de Ba, Mn, Cd, Co e Sc nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	155
Figura 7.23: Perfis de Be, Ni, Cr e Pb nas estações seca (vermelho) e chuvosa (azul).	156
Figura 8.1: Mapa de localização dos pontos amostrados.	160
Figura 8.2: pH <i>versus</i> tempo nas águas da estação “BNF”.	161
Figura 8.3: Variação das concentrações de Mn, Al, Ca, F ⁻ na “BNF” (entre fevereiro de 2001 e abril de 2004).	162
Figura 8.4: Variação das concentrações de Ba e Cl ⁻ na “BNF” entre fevereiro de 2001 e abril de 2004.	163
Figura 8.5: Variação da concentração de SO ₄ ²⁻ na “BNF” entre janeiro de 2003 e abril de 2004.	164
Figura 8.6: Cargas químicas mensais de Mn, Al, Ca e fluoreto provenientes da “BNF” entre janeiro de 2001 e abril de 2004.	166
Figura 8.7: Cargas mensais de SO ₄ ²⁻ provenientes da “BNF” entre fevereiro de 2001 e abril de 2004.	166
Figura 8.8: Cargas mensais de H ⁺ provenientes da “BNF” entre janeiro de 2003 e abril de 2004.	167

Figura 8.9: Cargas mensais de H^+ do reservatório bombeadas para a ETE.....	168
Figura 8.10: Foto mostrando as águas de origem pluvial empoçadas sobre o BF-CM e as águas, já acidificadas na sua base.	170
Figura 8.11: Foto mostrando o escoamento superficial no ponto L-7. Observa-se também os taludes ao norte do reservatório. As águas que “minam” daqueles taludes são canalizadas para o BF-8 e representam contribuições do ponto L-6.	171
Figura 8.12: Foto mostrando o local de surgência do escoamento superficial que chega ao reservatório no ponto L-7.	171
Figura 8.13: Foto mostrando detalhes do escoamento no ponto L-7. Observe a precipitação branca (sulfatos?) e a precipitação laranja (hidróxidos de ferro). ..	172
Figura 8.14: Foto mostrando uma cachoeira de DAM (em branco). Estas águas chegam ao reservatório por meio do ponto L-8.	172
Figura 8.15: Temperaturas observadas nas águas do entorno do reservatório.....	173
Figura 8.16: Valores de CE observados nas águas do entorno do reservatório.	174
Figura 8.17: Valores de pH observados nas águas do entorno do reservatório.	174
Figura 8.18: Valores de Eh observados nas águas do entorno do reservatório.....	175
Figura 8.19: Valores de OD observados nas águas do entorno do reservatório.	175
Figura 8.20: Valores de turbidez observados nas águas do entorno do reservatório. .	176
Figura 8.21: Precipitado branco (sulfatos?) nos taludes ao norte da mina, no ponto L6.....	177
Figura 8.22: Concentrações de Al, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, K e Na nos pontos do entorno do reservatório.....	179
Figura 8.23: Concentrações de S nos pontos do entorno do reservatório.	179
Figura 8.24: Concentrações de Ba, Be, Cd, Co, Cr, Li, Ni, Pb, e Sc nos pontos do entorno do reservatório.	180

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Quantidades de minério, bota-fora e rejeitos produzidos em 20 anos de operação.....	21
Tabela 2.2: Características dos Bota-foras do CIPC	22
Tabela 2.3: Volumes de águas ácidas tratadas geradas a partir dos rejeitos da usina e os custos e insumos utilizados no tratamento no período de 1994 até 2001.....	24
Tabela 2.4: Volumes de águas ácidas tratadas geradas a partir dos bota-foras e da cava da mina, e os custos e insumos utilizados no tratamento no período entre 1994 e 2001	27
Tabela 3.1: Características de reservatórios em minas da antiga Alemanha Oriental ..	40
Tabela 4.1: Principais minerais associados com a DAM	48
Tabela 5.1: Pontos de coleta de águas e suas principais características.....	74
Tabela 6.1: Valores médios, máximos e mínimos de precipitação mensal verificada na Estação 02 entre janeiro de 1989 e fevereiro de 2005	84
Tabela 6.2: Totais anuais precipitados na Estação 02 entre 1989 e 2004	84
Tabela 6.3: Volumes anuais bombeados de DAM da BNF para cava da mina (B-1)...	91
Tabela 6.4: Valores médios, máximos e mínimos de evaporação mensal verificada no tanque classe A entre janeiro de 1996 e dezembro de 2004.....	99
Tabela 6.5: Totais anuais evaporados na Estação 02 entre 1989 e 2004	99
Tabela 6.6: Coeficiente (K_p) para conversão da altura evaporada no tanque classe A em evapotranspiração potencial	105
Tabela 6.7: Médias de velocidades dos ventos obtidas por Fagundes (2005) e sua classificação na FAO (1977)	106
Tabela 6.8: Médias de umidade relativa obtidas por Fagundes (2005) e sua classificação na FAO (1977).....	107
Tabela 6.9: Volumes obtidos e porcentagens relativas em cada um dos processos de entrada e saída de água da MOU	110
Tabela 7.1: Parâmetros estatísticos da temperatura para o epilímnio e hipolímnio...	125
Tabela 7.2: Parâmetros estatísticos da condutividade elétrica para o epilímnio e hipolímnio.....	128
Tabela 7.3: Parâmetros estatísticos de pH para o epilímnio e hipolímnio.	129
Tabela 7.4: Parâmetros estatísticos de Eh para o epilímnio e hipolímnio.....	132
Tabela 7.5: Valores de concentrações máximas definidas para o padrão de lançamento de efluentes na legislação vigente e valores máximos e mínimos de concentrações obtidos no reservatório.....	158

Tabela 8.1: Valores médios, máximos e mínimos observados para os elementos Mn, Al, Ca F entre fevereiro de 2001 e dezembro de 2004.....	163
Tabela 8.2: Coeficientes de correlação (r) para as concentrações na BNF	165

Lista de Símbolos

B-1 – Processo de bombeamento da drenagem ácida da base do bota-fora 4 para o reservatório

B-2 – Processo de bombeamento das lamas geradas na estação de tratamento de efluentes marginais para o reservatório

B-3 – Processo de bombeamento da drenagem ácida do reservatório para a estação de tratamento de efluentes

BF- 4 – Bota-fora 4

BF- 8 – Bota-fora 8

BF-CM – Bota-fora dentro da cava da mina

BNF – Bacia de contenção de drenagem ácida na base no bota-fora 4

CE – Condutividade elétrica

CIPC – Complexo Mínero-Industrial do Planalto de Poços de Caldas

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CV – Cavalo-vapor

DAM – Drenagem Ácida Mineira

DUCA – Diuranato de cálcio

Eh – Potencial de oxi-redução

ET – evapotranspiração

ET_p – Evapotranspiração potencial

ETE – Estação de Tratamento de Efluentes Marginais

INB – Indústrias Nucleares do Brasil S. A.

LCA – Laboratório de Controle Ambiental

MOU – Microbacia Osamu Utsumi

OD – Oxigênio Dissolvido

P – precipitação

pH – Potencial hidrogeniônico

rpm – Rotações por minuto

ASi – Contribuição subterrânea

ASo – Deflúvio subterrâneo

T – Temperatura

USGS – Serviço Geológico Norte-Americano

Al – Alumínio
Ba – Bário
Be – Berílio
Bi – Bismuto
Ca – Cálcio
Cd – Cádmio
Cl⁻ – Cloreto
Cr – Cromo
Co – Cobalto
Cu – Cobre
F⁻ – Fluoreto
Fe – Ferro
H⁺ – Próton
K – Potássio
Li – Lítio
Na – Sódio
Mg – Magnésio
Mo – Molibdênio
Mn – Manganês
Ni – Níquel
S – Enxofre
SO₄²⁻ – Sulfato
Sb – Antimônio
Sc – Escândio
Si – Silício
Sr – Estrôncio
Pb – Chumbo
V – Vanádio
Y – Ítrio
Zn – Zinco
Zr – Zircônio

Resumo

Esta dissertação é o relato das atividades desenvolvidas sobre o reservatório na mina Osamu Utsumi, no Complexo Mínero-Industrial do Planalto de Poços de Caldas, pertencente à Indústrias Nucleares do Brasil S. A.

Os trabalhos desenvolvidos visaram conhecer a dinâmica dos processos hidrológicos e hidrogeoquímicos do reservatório, para melhor embasar cientificamente, possíveis medidas mitigadoras mais econômicas e/ou minimizar o processo de geração de drenagem ácida.

A metodologia empregada no trabalho consistiu em confeccionar o balanço hídrico da microbacia da cava por meio dos dados disponíveis; avaliar a variação vertical (profundidade) dos aspectos hidrogeoquímicos por meio de coleta e análises químicas de amostras, no reservatório na cava da mina e; avaliar a variação dos aspectos hidrológicos e hidrogeoquímicos das águas provenientes dos taludes da cava da mina que chegam ao reservatório a partir dos dados disponíveis e de dados gerados nesta dissertação.

Esta dissertação permitiu determinar que a drenagem ácida gerada na base do BF-4 bombeada para o reservatório e as águas pluviais que infiltram ou escoam superficialmente na área emersa da microbacia são os principais contribuintes para acidificação do reservatório, sendo que estes dois fluxos de entrada ocorrem em proporções aproximadamente iguais. Também foi possível determinar que o fluxo de água subterrânea que sai da microbacia é igual ou superior ao fluxo de água subterrânea que entra na microbacia, sugerindo fugas de águas subterrâneas ácidas para outras bacias.

As variações sazonais e verticais (em profundidade) dos parâmetros físico-químicos e dos elementos químicos presentes nas águas ácidas do reservatório analisados nesta dissertação (Al, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Na, Mg, Mo, Mn, Ni, S, Sb, Sc, Si, Sr, Pb, V, Y, Zn e Zr) revelaram a estratificação química ou ectogênica do reservatório, permitindo classificar este reservatório ácido como “tampão de Al”.

Abstract

This dissertation reports the activities carried out on the pit lake at the Osamu Utsumi mine, located at the Mining-Industrial Complex of Poços de Caldas (CIPC), owned by the Indústrias Nucleares do Brasil S. A.

These activities aimed at studying the hydrological and hydrogeochemical of the referred pit lake, emphasizing the acid mine drainage abatement.

The methodology involved the quantification of the hydrologic components of the pit lake drainage basin; the evaluation of the vertical behavior (depth) of some hydrogeochemical parameters and also the variation of hydrologic and geochemical aspects of the runoff water reaching the pit lake.

It was possible to determine that the acid drainage discharge at the base of the BF-4 which, in turn, is continuously pumped to the pit lake and the rainfall that infiltrates or runoff on the emerged area of the pit lake basin are the main water contributors for acid drainage generation. Both contributions are approximately the same. It was also possible to estimate that the underground flow leaving the basin (outflow) is equal or greater than the underground inflow.

The seasonal and depth variation at the pit lake were analyzed for physical-chemical and chemical parameters, such as: Al, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Na, Mg, Mo, Mn, Ni, S, Sb, Sc, Si, Sr, Pb, V, Y, Zn e Zr. The results revealed strong stratification in the pit lake and allowed to classify this pit lake as "Al buffering system".

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)