

sympo=0796924

ÁGUAS ÁCIDAS DE MINERAÇÃO

IMPACTO AMBIENTAL

* Uriel Duarte

** Gilson Lucio Rodrigues

INTRODUÇÃO

A implantação de uma mineração provoca o desenvolvimento sócio-econômico em sua vizinhança, além de incentivar o surgimento de outros segmentos da indústria que consomem matéria prima mineral, sejam parques metalúrgicos e siderúrgicos, seja a indústria cimenteira, olarias, indústrias químicas e fertilizantes, entre outros.

Compreende-se perfeitamente o interesse de determinadas comunidades e de grande parte das instituições governamentais ligadas a proteção ao meio ambiente em olhar a mineração com certo receio muitas vezes por desconhecimento, outras por motivos justificáveis, seja por condenáveis agressões ao meio ambiente, aos ecossistemas naturais, seja por problemas de segurança decorrente das operações de lavra, transporte inadequado do minério em áreas urbanas ou mesmo o indiscriminado lançamento de rejeitos, líquidos e/ou sólidos em cursos d'água, etc.

O abandono de uma mina, como fase final de toda atividade mineral, acarreta uma série de implicações, entre as quais destaca a agressão ao meio ambiente, e dentro desta, o impacto às águas superficiais e subterrâneas devido a formação de águas ácidas.

GENERALIDADES

Em consequência da exploração de minas de carvão, sulfetos metálicos, urânio, etc., uma grande quantidade de material pirítico fica exposta a ação de águas superficiais ou subterrâneas. Há uma oxidação espontânea da pirita e dos sulfetos associados a ela, quando temos a:

- a - existência de quantidades suficientes de água e oxigênio.
- b - presença de bactérias catalizadoras, das quais a Thiobacillus Ferrooxidans é a fundamental.

São originados o sulfato ferroso e o ácido sulfúrico, como produtos da oxidação, além de outros sulfatos metálicos solúveis em menores quantidades. Há uma oxidação dos cátions ferrosos, produzindo $Fe(OH)_3$ (hidróxido de ferro), conhecido como "yellow boy", provocando mais aci-

* CEPAS - Instituto de Geociências/USP

** Eng. Minas do DNPM - São Paulo

ICC/DECOP - Captatão Usina	124127127
ICC/DECOP - Infiltração Bacias	125128128
ICC/DECOP - Águas Pluviais e Infiltração Bacias	127128129
M. Uerdinha - Cia. Criciúma - Extrativa Bacias	126125130
M. Uerdinha - Cia. Criciúma - Rio Hé Luzia - Interior da Minha	125127131
M. Uerdinha - Cia. Criciúma - Rio Hé Luzia - Nascente Drenagem	125127132
M. Uerdinha - Cia. Criciúma - Nascente Drenagem após Rejeitos	125125133
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	126128134
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Captação	125128135
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem após Rejeitos	125128136
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128137
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128138
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128139
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128140
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128141
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128142
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128143
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128144
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128145
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128146
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128147
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128148
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128149
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128150
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128151
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128152
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128153
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128154
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128155
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128156
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128157
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128158
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128159
M. Uniso - Cia. Metropolitana - Drenagem	125128160
Rio Sanga - Nascente	125128161
Rio Sanga - Nascente	125128162
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128163
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128164
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128165
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128166
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128167
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128168
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128169
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128170
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128171
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128172
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128173
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128174
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128175
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128176
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128177
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128178
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128179
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128180
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128181
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128182
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128183
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128184
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128185
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128186
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128187
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128188
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128189
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128190
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128191
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128192
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128193
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128194
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128195
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128196
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128197
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128198
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128199
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128200
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128201
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128202
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128203
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128204
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128205
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128206
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128207
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128208
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128209
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128210
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128211
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128212
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128213
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128214
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128215
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128216
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128217
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128218
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128219
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128220
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128221
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128222
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128223
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128224
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128225
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128226
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128227
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128228
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128229
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128230
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128231
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128232
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128233
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128234
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128235
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128236
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128237
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128238
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128239
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128240
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128241
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128242
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128243
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128244
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128245
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128246
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128247
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128248
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128249
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128250
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128251
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128252
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128253
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128254
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128255
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128256
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128257
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128258
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128259
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128260
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128261
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128262
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128263
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128264
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128265
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128266
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128267
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128268
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128269
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128270
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128271
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128272
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128273
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128274
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128275
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128276
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128277
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128278
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128279
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128280
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128281
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128282
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128283
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128284
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128285
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128286
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128287
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128288
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128289
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128290
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128291
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128292
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128293
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128294
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128295
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128296
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128297
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128298
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128299
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128300
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128301
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128302
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128303
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128304
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128305
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128306
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128307
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128308
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128309
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128310
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128311
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128312
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128313
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128314
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128315
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128316
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128317
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128318
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128319
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128320
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128321
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128322
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128323
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128324
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128325
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128326
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128327
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128328
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128329
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128330
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128331
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128332
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128333
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128334
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128335
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128336
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128337
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128338
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128339
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128340
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128341
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128342
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128343
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128344
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128345
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128346
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128347
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128348
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128349
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128350
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128351
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128352
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128353
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128354
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128355
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128356
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128357
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125128358
Rio Sanga - Rio Sanga - M. Sta. Apolonia (Abandonada)	125

dez.

A acidez, com o decréscimo do pH da água, tem como consequências (KIM et al., 1982) que:

- a - a água se torna fortemente corrosiva;
- b - o ecossistema fluvial se degrada, até ser incapaz de manter muitas formas de vida, e
- c - a solubilidade de muitos metais pesados aumenta, e com isto as águas podem chegar a ser tóxicas.

Características das águas ácidas de mina:

pH = 3 - 5 (até 1,8).

Sulfatos = vários centos de mg/l (até 3.500 mg/l).

Ferro = entre 50 a 200 mg/l.

Zinco = até 200 mg/l.

Manganês = entre 1 a 8 mg/l (até 100 mg/l).

Alumínio, Chumbo, Cobre, Níquel, Mercúrio, Cádmio, Cromo e outros metais. Como também podem apresentar concentrações de cálcio, magnésio e, em alguns casos, de elementos tóxicos como o arsênico.

Os casos mais graves de contaminação de aquíferos, por drenagem ácida de minas abandonadas, já estudadas, foram produzidas de modo imprevisto. Nestes casos nem a empresa, nem os órgãos estatais competentes, foram capazes de prever o problema, o que sempre agrava suas consequências.

Os problemas apresentados pelas águas ácidas de mina, e as soluções adaptáveis ao controle são difíceis de sistematizar, já que cada situação é distinta uma das outras, por isto, exigem soluções específicas.

Estima-se que a indústria mineira de carvão, dos EUA, gasta mais de 1 milhão de dólares por dia no tratamento de águas ácidas de mina (ACKMAN E KLEINMANN, 1985).

FORMAÇÃO DE ÁGUAS ÁCIDAS

A água é, logicamente, o elemento fundamental na formação de águas ácidas de mina. Ela atua como reativo na oxidação de pirita, como meio no qual se desenvolvem as reações e como elemento de transporte dos produtos formados. A pirita pode encontrar-se tanto no mineral como, em alguns casos, na rocha encaixante.

O mecanismo de degradação da qualidade da água, é o seguinte (RUBIO et al., 1986):

- a - oxidação da pirita, ao existir condições aeróbicas, uma vez iniciados os trabalhos de mineração.

b - oxidação de outros sulfetos, menos oxidáveis, pela ação das águas ácidas produzidas pela pirita.

c - lixiviação de argilas, carbonatos e feldspatos através das águas ácidas formadas.

d - deposição dos íons dissolvidos, formando crostas e massas de sulfeto. Tem-se comprovado a presença de sulfatos de magnésio, cálcio, ferro e outros.

e - dissolução dos sulfatos, uma vez que o bombeamento deixou de atuar e a água subterrânea circula novamente pela rocha. Neste momento a água se contamina.

O resultado é que as águas adquirem baixos pH e altas concentrações de sulfatos, cátions alcalinos, metais pesados e de transição.

Entretanto, existem águas contaminadas que não são ácidas. Isto se explica pela ação neutralizadora de dolomitas ou de rochas carbonatadas, quando atuam como rocha encaixante. O elevado teor da água em cálcio e magnésio demonstra que, efetivamente, a dolomita se dissolve para neutralizar o pH. Além da dureza, a água apresenta conteúdos altos em sulfatos, assim como em alguns metais pesados, que com este pH ainda não precipitaram.

A qualidade e quantidade de água ácida produzida, nos rejeitos "Piríticos", depende de diversos fatores (SCHUBERT e MILLER, 1982):

a - a quantidade de pirita e o tamanho dos grãos.

b - a profundidade de penetração do oxigênio.

c - a umidade.

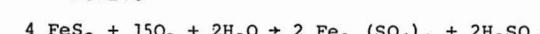
d - a temperatura.

e - as características hidrogeológicas do lugar.

f - a presença de bactérias que oxidam a pirita.

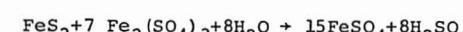
A oxidação da pirita faz-se por dois mecanismos:

a - DIRETO



O processo é catalizado por bactérias. O oxigênio é o agente oxidante.

b - INDIRETO



Catalizada por bactérias o agente oxidante é o férrico. As bactérias determinam a velocidade do processo.

MINAS PRODUTORAS DE ÁGUAS ÁCIDAS

MINA DE PIRITA

São inúmeras as minas abandonadas, desde tempos muito remotos, as quais são fontes produtoras de águas ácidas, que afetam tanto aos sistemas de águas subterrâneas, como as correntes superficiais; neste caso muito mais pela quantidade de pilhas de estéril acumulados, sujeitos a lixiviação pelas águas de precipitação, que pelas próprias explorações.

MINAS DE SULFETOS COMPLEXOS

Pode-se considerar grande parte das minas, onde a associação BPG (blenda-pirita-galena) é a mais frequente.

Trata-se, igualmente, de minas abandonadas ou em exploração, às vezes com grande movimentação de rochas que provocam uma grande quantidade de vazios subterrâneos e, por consequência, pilhas de rejeitos, devido à produção, criando-se condições favoráveis para que haja poluição.

MINA DE URÂNIO

Este tipo de mineração destaca-se pela presença, muito frequente, de pirita e marcassita. A lixiviação "in situ" e em pilhas de rejeitos, ocorre bastante neste tipo de mineração.

MINA DE CARVÃO

A própria gênese de formação dos jazimentos de antracito, hulha, linhito e turfa está relacionada com ambientes sedimentáveis e com processos de redução, muito favoráveis ao desenvolvimento de sulfetos de ferro.

IMPACTO AMBIENTAL

As águas ácidas de mina podem incorporar-se ao sistema hidráulico subterrâneo, contaminando aquíferos, ao surgir como efluentes que ver tem em cursos d'água superficial.

Quando ocorre o escoamento das águas ácidas, através de terrenos permeáveis, há infiltração e surgem na base, na forma de mananciais ácidos. Por sua acidez e toxicidade impedem o desenvolvimento de uma cobertura vegetal, e em alguns casos destroem a cobertura já estabelecida. O resultado é que, em pouco tempo, aqueles locais onde depositou-se as águas estarão expostos por completo à erosão.

A presença de Fe(OH)_3 nos cursos d'água tem diversas consequências negativas (RUBIO et al., 1986):

- a - tem cor forte, entre amarelo e roxo, produzindo efeito estético desagradável,
- b - os cátions ferrosos consomem oxigênio, reduzindo a quantidade disponível para o consumo dos organismos aquáticos,
- c - os organismos bentônicos não se adaptam nestas condições de vida. Sem eles há alterações na cadeia alimentícia, afetando os organismos superiores que atuam como depredadores,
- d - há alteração no ciclo reprodutivo dos peixes,
- e - as águas transportam cátions metálicos que se acumulam nos tecidos dos organismos, concentrando-se finalmente nos depredadores superiores, com riscos para o consumo humano (FIG.1). Dependendo da concentração de cátions pode haver mortandade dos peixes.

De uma maneira geral, os mananciais de água contaminados por águas ácidas, não são potáveis, assim como podem causar graves prejuízos econômicos às indústrias que utilizam-se destas águas, tendo-se em conta que a depuração da água se encarece com a degradação de sua qualidade original. Às vezes há necessidade de utilizar-se um abastecimento alternativo.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES

Apesar do quadro pessimista que foi apresentado, existem possíveis meios de solução, através de técnicas preventivas e técnicas corretivas.

As técnicas preventivas atuam sobre alguns dos fatores que influem para a formação de águas ácidas, como: oxigênio, água e presença de Thiobacillus Ferrooxidans, sendo que para este último somente aplicável em minas a céu aberto. Para mina subterrânea temos a inundação da mina (diminuindo a quantidade de ar) e a impermeabilização da mina (reduzindo o volume de água ácida formada); para mina a céu aberto, temos: desvio de águas superficiais, impermeabilização superficial, manipulação seletiva do estéril e inibição bacteriana.

Como técnicas corretivas temos as plantas de neutralização química; planta de tratamento por intercâmbio iônico, tratamento por osmose inversa, etc.

Como vimos podem ser tomadas algumas medidas paleativas visando minimizar os efeitos maléficos provocados pela atividade mineral. Porém, acreditamos, as principais medidas seriam a conscientização ambiental junto aos mineradores e uma maior fiscalização por parte dos organismos res

ponsáveis, visando, desta forma, proporcionar uma harmonia entre a atividade minerária e o restante da sociedade.

REABILITAÇÃO DE ÁREA MINERADA POR PEDREIRA

BIBLIOGRAFIA

ARRUDA, A.T. - "Mineração e Meio Ambiente" - Aspectos Técnicos e Legais". In-Coletânea de Trabalhos Técnicos Sobre Controle Ambiental na Mineração. Brasília, DNPM. 1985.

KIM, A.G. et Alli - Acid Mine Drainage: Control and Abatement research, BuMines Inform, 1982. Circ. V. IC-8905, 22 p.

ACKMAN, T.E.; KLEINMANN, R. - In-line aeration and treatment of acid mine drainage. BuMines Report Invest, 1984 - R.I. 8868.

SCHUBERT, J.P.; MILLER, R.M. - Subsurface oxidation of Pyritic Coal-cleaning wastes by chemoautotrophic bacteria. Symp.Surf. Mining Hidrol., Sediment. Reclam. Univers. Kentucky, 1982, pág. 623-634.

ARAUJO, J.E.V. - "Carvão Mineral: Aspectos Ambientais". In Coletânea de Trabalhos Técnicos Sobre Controle Ambiental na Mineração. Brasília, DNPM, 1985.

RUBIO, R.F. et Alii - Abandono de Minas. Impacto Hidrológico. Madrid, Ministério de Industria y Energia; Ministério de Educación Y Ciencia, 1986, 267 p.

Efigênia Soares Almeida (*)

RESUMO

Este trabalho descreve os procedimentos adotados pela pedreira SAIBRITA LTDA - Extração e Comércio de Saibro e Brita Ltda, na reabilitação de área minerada de granito, em Palhoça-SC.

São apresentadas as atividades de recuperação ambiental desenvolvidas, descrevendo-se a metodologia empregada para restauração do solo, adubação, seleção de espécies florestais e revegetação da área minerada.

(*) Engenheira Geóloga, formada em 1984 pela Universidade Federal de Ouro Preto - MG;
Mestranda em Utilização e Conservação de Recursos Naturais - UFSC.