

Referências Bibliográficas

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Análise Granulométrico – Rochas e Solos**. NBR 6502, 1995.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Análise Granulométrico – Solos**. NBR 7184, 1984.

ADAM, K., KOURTIS, A., GAZEA, B. and KONTOPOULOS, A., **Evaluation of static tests used to predict the potential for acid drainage generation at sulfide mine sites**. Min Industry, pp.106, 1997.

ADTI Acid Drainage Technology Initiative, **Kinetic Test Procedure for the Prediction of Coal Mine Drainage Quality**, October 2002

AINSWORTH, C. C., **Pyrite Forms and Oxidation Rates in Missouri Shales**. M.S. Thesis, Agronomy Dept. University of Missouri, Columbia, 1979.

AMD BC Task Force Draft Acid Rock Drainage, Technical Guide, Volume I
British Columbia Acid Mine Drainage Task Force Report, 1989

ARORA, H. S., DIXON, J. B., and Hossner, L. R., **Pyrite morphology in lignitic coal and associated strata of East Texas**. Soil Science, 125, pp.151–159, 1978.

BERNER, R. A., **Sedimentary pyrite formation**. American Journal of Science, 268, pp.1-23, 1970.

BERNER, R. A., **Sedimentary Pyrite Formation: An Update**. Geochim. Cosmochim, 48, pp.605–615, 1984.

BROWN, A. D., and JURINAK, J. J., ***Mechanisms of pyrite oxidation in aqueous Mixtures***. Journal of Environmental Quality, 18, pp.545-550, 1989.

CARUCCIO, F. T., FERM, J. C., HORNE, J., Geidel, G., and Baganz, B., ***Paleoenvironment of Coal and Its Relation to Drainage Quality***. Cincinnati, Ohio, U.S. Environmental Protection Agency, EPA-600/7-77-067, pp.108, 1977.

CARUCCIO, F. T., and GEIDEL, G., ***Geochemical factors affecting coal mine drainage quality***, In F.W. Schaller and P. Sutton (ed.) Reclamation of drastically disturbed lands. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp.129–148, 1978.

CARUCCIO, F. T., and GEIDEL, G., ***Acid Mine Drainage, DTHE Laboratory and Fields settings, Knoxville***, American society for surface mining and Reclamations, pp.58, 1996.

CATHLES, L. M., ***Predictive capabilities of a finite difference model of copper leaching in lowgrade industrial sulphide waste dumps***. Math. Geol., 11, pp.175-191, 1979.

CETEM/MCT ***Projeto Conceitual para a Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense***, RT 46/2000 – Relatório Técnico Elaborado para SIECESC, Vol 3, março 2001.

DAVIS, G. B., and RITCHIE, A. I., ***A model of oxidation in pyretic mines wastes: Part 1. Equations and approximate solutions***. Appl. Math. Model, 10, pp314-322, 1986.

EVANGELOU, V.P. ***Pyrite Oxidation and its Control***, Editorial press CRC, New York, 1995.

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

GARRELS, R. M., and Thompson, M. E., ***Oxidation of pyrite by iron sulfate solutions***. American Journal of Science, 258, pp.57–67, 1960.

GIBLIN, A. E., ***Pyrite formation in marshes during early diagnoses***. Biotechnol. Bioeng., 9., pp.471, 1988.

GOLDHABER, M. B. and KALAN, I. R., ***The Sulfur Cycle. In The Sea***, Vol. 5 Marine. Chemistry, Goldberg, Ed. Wiley-Interscience, NY, 527, 1974.

GOLDHABER, M. B., ***Experimental study of metastable sulfur oxyanion formation during pyrite oxidation at pH 6-9 and 30 degrees C***. American Journal of Science, 283, pp.193-217, 1983.

GRADY, W. C., ***Microscopic varieties of pyrite in West Virginia coals***. Trans. Society. Mine. Eng. AIME, 262, pp.268-274, 1977.

GREER, R. T., ***Coal Microstructure and the Significance of Pyrite Inclusions***. Scanning Electron. Microscopy, 10, pp.79, 1977.

HANNA, G. P., LUCAS, R., RANGLES, C. I., SMITH, E. E., BRANT, R. A., and WALTER, J., ***Water Pollution Control Fed***, 35, pp.275 (1963); R. D. Hill, Amer. Chem. Soc. Div. Fuel Chem., 13, pp.103, Minneapolis, 1969.

HISKEY, J. B., and SCHLITT, W. J., ***Aqueous Oxidation of Pyrite, Interfacing Technologies in Solution Mining***, W J Schlitt, ed., SME of AIME, pp 55-74, 1982.

HOFFMANN, M. R., FAUST, B. C., PANDA, F. A., KOO, H. H., and TSUCHIVA, H. M., ***Kinetics of the Removal of Iron Pyrite from Coal by Microbial Catalysis***, Applied Environment Microbiologic, 42(2), pp.259–271, 1981.

HOMMA, S., OGATA, S., KOGA, J., and MATSUMOTO., ***Gas-solid reaction model for a shrinking spherical particle with unreacted shrinking core.*** Chemical Engineering Science, 60, pp.4971-4980, 2005.

HOWARTH, R. W., and TEAL, J. M., ***Sulfate reduction in a New England salt marsh.*** Limnol Oceanog, 24, pp.999-1013, 1979.

JAYNES, D. B., ROGOWSKI, A. S., PIONKE, H. B., ***Acid mine drainage from reclaimed coal strip mines. 1 Model description,*** Water Resources Research, 20, pp.233–242, 1984.

KLEINMANN, R. L., and CRERAR, D. A., ***Thiobacillus ferrooxidans. and the formation of acidity in simulated coal mine environments.*** Geomicrobiol Journal, 1, pp.373–388, 1979.

KLEINMANN, R. L., ***Bactericidal control of acid problems in surface mines and coal refuse,*** In D. H. Graves (ed.), University of Kentucky Symposium on Surface Mining. Hydrology, Sedimentology, and Reclamation. University of Kentucky, Lexington, pp.333-337, 1980.

KUNNI, D., and LEVENSPIEL, O., ***Fluidization Engineering,*** Jhon Wiley & Sons, New York, 1969.

LAWRENCE, R. W. and WANG, Y., ***Determination of Neutralization Potential in the Prediction of Acid Rock Drainage.*** Proc. 4th International Conference on Acid Rock Drainage. Vancouver. BC. Pp.449-464, 1997.

LEVENSPIEL, O., ***Chemical Reaction Engineering,*** Second Ed. Wiley, New York, 1972.

LEVENSPIEL, O., ***Ingenieria de las Reacciones Quimicas,*** Ediciones Repla S.A., Mexico, 1987.

LORENZ, W. C. and TARPLEY, E. C., ***Oxidation of Coal Mine Pyrites***, R. 1. 6247, Report of Investigations, U. S. Bureau of Mines, Washington, D. C, 1963.

LOWSON, R. T., ***Aqueous oxidation of pyrite by molecular oxygen***. Chemical, 82, pp.461-497, 1982.

LUTHER, G. W. III., ***Pyrite oxidation and reduction: molecular. orbital theory considerations***. Geochim Cosmochim, 51, pp.3193-3199, 1987.

LUTHER, G. W., III., ***The frontier-molecular-orbital theory approach in geotechnical processes***. In W. Stumm (ed.), Aquatic chemical kinetics New York, N.Y: John Wiley & Sons; 1990

LUTHER, G. W., KOSTKA, J.E., T.M. CHURCH, B. SULZBERGER, and STUMM, W., ***Seasonal Fe cycling in the salt marsh sedimentary environment: the importance of ligand complexes with Fe(II) and Fe(III) in the dissolution of Fe(III) minerals and pyrite, respectively***. Marine Chemistry, 40, pp.81-103, 1992.

MCKIBBEN, M. A. and BARNES, H. L., ***Oxidation of pyrite in low temperature acidic solutions: rate laws and surface textures***. Geochim. Cosmochim, 50, 7, pp.509-520, 1986.

MEND PROGRAM., ***Environment Canada, Acid Rock Drainage Prediction Manual***, Mend, Project 1.16.1b CANMET, 1991.

MOSES, C. O., NORDSTROM, D. K., Herman, J. S., and MILLS, A. L., ***Aqueous. pyrite oxidation by dissolved oxygen and by ferric iron***. Geochim Cosmochim 51, pp.1561–1571, 1987.

MOSES, C. O., and Herman, J. S., ***Pyrite oxidation at circumneutral pH***. Geochimica et. Cosmochimica, 55, pp.471–482, 1991.

NICHOLSON, R. V., GILLHAM, R. W., and REARDON, E. J., ***Pyrite oxidation in carbonate-buffered solution: 1. Experimental kinetics***. *Geochimica et Cosmochimica*, 52, pp.1077-1085, 1988.

NICHOLSON, R. V., GILLHAM, R. W., and REARDON, E. J., ***Pyrite oxidation in carbonate-buffered solution: 2. Rate control by oxide coatings***. *Geochimica et Cosmochimica*, 54, pp.395-402, 1990.

NORDSTROM, D. K., ***Aqueous pyrite oxidation and the consequent formation of secondary minerals***, in: *Acid Sulphate Weathering: Pedogeochemistry and Relationship to Manipulation of Soil Materials*, J.A. Kittrick, D.S. Fanning and I.R. Hossner, eds. Soil. Science. Society. American. Press, Madison, Wisconsin., pp.37-56, 1982.

Resolucao No 357, CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente, Ministerio do Meio Ambiente – ***Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, estabelece as condições padrões de lançamento de efluentes***, Brasília, março 2005.

RICKARD, D. T., ***Kinetics and mechanisms of pyrite formation. at low temperatures***. *American Journal of Science*, 275, pp.636-652, 1975.

RITCHIE, A. I. M., ***The waste-rock environment***, In Jambor, J. L.; Blowes, D. W. (Eds.): *Short course handbook on environmental geochemistry of sulfide mine waste*, Nepean: Mineralogical Association of Canada, 22, pp.131-161, 1994.

SHAFER, J. L., WHITE, M. L., and CAENPEEL, C. L., ***Application of the shrinking core model for copper oxide leaching***. *Mining Eng.*, pp.165-171, 1979.

SINGER, P. C., and STUMM, W., ***Acidic Mine Drainage: The Rate-Determining Step***. *Science* Vol. 167, 3921, pp.1121–1123, 1970.

SMITH, J. M., ***Chemical Engineering Kinetics***. 3ra. Ed. McGraw-Hill, New York, 1981.

SOBEK, A., SCHULLER, W., Freeman, J., and Smith., ***Field and Laboratory methods applicable to Overburdens and Minesoil***. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/2-78/054 (NTIS PB280495), 1978.

SOUZA, V. P., ***Drenagens Acidas do Estéril Piritoso da Mina de Urânio de Poços da Caldas: Interpretação e Implicações Ambientais***, Tese de Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 1995.

STANDAR METHODS, ***Standard Methods Drinking Water and Waste Water Analysis***, Edition 19 th., 1995.

STUMM, W., and MORGAN, J. J., ***Aquatic Chemistry – Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters***, John Wiley & Sons Inc., 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.

WALSH, F. and MICHELL, R. A., ***A pH depended succession of iron bacteria***, Env. Sci. and Technologies, 6, pp.809-812, 1972.

YAGI, S., and KUNNI, D., ***5th. Symposium (International) on combustion***, New York, 1955, pp.231, Chem. Eng., 19, pp.500, Japon, 1955.

Apêndice A. Resultados das Análises das Soluções Drenadas

Resultados de pH, Eh, Condutividade, Alcalinidade Total, Acidez, Sulfato, e concentrações (Zn, Al, Mn e Pb) dos efluentes.

Tabela A.1, Parâmetros Físicos – Químicos de SRA.

Semanas	pH	Eh (mV)	Cond (mS/cm)	Alcalinidad. Total (mg/L CaCO ₃)	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	SO ₄ ⁻² (g/L)
0	2,10	641,60	3,15	*	*	3,9
1	2,20	678,50	2,53	N.D.	1275,0	1,9
2	2,20	762,40	2,79			
3	2,00	707,40	4,66	N.D.	2975,0	2,9
4	2,10	694,20	3,69			
5	2,00	692,60	3,80	N.D.	2562,5	0,4
6	1,80	741,20	3,27			
7	1,90	695,00	3,27	N.D.	2112,5	1,9
8	2,00	697,00	3,23			
9	1,90	698,40	2,85	N.D.	1937,5	0,4
10	1,95	709,50	2,99			
11	2,00	720,60	3,13	N.D.	2025,0	1,9
12	2,05	741,50	2,86			
13	2,10	762,40	2,58	N.D.	1737,5	1,6
14	2,10	695,30	2,73			
15	1,90	762,40	2,42	N.D.	1962,5	2,0
16	1,90	762,40	2,28			
17	1,90	762,40	2,18	N.D.	1537,5	1,5
18	1,90	762,40	2,03			
19	2,00	762,40	2,07	N.D.	1487,5	2,5
20	2,20	762,40	1,86			
21	2,30	762,40	1,45	N.D.	993,7	1,0

(N.D.) Não detectado; (*) Análises não realizadas.

Tabela A.2, Concentração dos metais de SRA.

Semanas	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)
1	1,60	60,40	0,79	0,41
3	1,50	59,90	0,43	0,24
5	1,00	41,90	0,24	0,18
7	<0,20	25,80	0,12	<0,10
9	0,41	15,90	0,07	<0,10
11	0,87	25,40	<0,10	<0,10
13	0,60	9,90	0,10	<0,10
15	0,32	23,20	<0,10	<0,20
17	0,29	14,90	<0,10	0,20
19	0,38	7,70	<0,10	<0,20
21	0,27	8,60	<0,10	<0,20

Tabela A.3, Parâmetros Físicos – Químicos de SRB.

Semanas	pH	Eh (mV)	Cond (mS/cm)	Alcalinidade. Tot (mg/L CaCO ₃)	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	SO ₄ ⁻² (g/L)
0	2,10	644,80	2,92	*	*	2,4
1	2,20	679,50	2,63	N.D.	1437,5	1,8
2	2,20	762,40	2,88			
3	2,10	707,50	3,71	N.D.	2400,0	2,3
4	2,10	684,30	3,55			
5	2,00	706,60	3,17	N.D.	2250,0	0,3
6	2,10	706,60	3,39			
7	1,90	706,00	3,10	N.D.	2050,0	1,5
8	1,90	700,00	3,26			
9	1,90	707,80	2,50	N.D.	1925,0	1,6
10	1,95	716,60	2,57			
11	2,00	725,40	2,63	N.D.	1775,0	1,8
12	2,05	743,90	3,12			
13	2,10	762,40	3,61	N.D.	1568,8	1,4
14	2,00	711,20	2,86			
15	1,90	762,40	2,11	N.D.	1643,8	1,6
16	2,00	762,40	1,98			
17	2,00	762,40	1,73	N.D.	1175,0	1,2
18	2,00	762,40	1,50			
19	2,00	762,40	1,61	N.D.	1037,5	2,9
20	2,30	762,40	1,39			
21	2,40	762,40	1,68	N.D.	700,0	0,7
22	2,20	762,40	1,43			
23	2,20	762,40	1,50	N.D.	950,0	1,0

(N.D.) Não detectado; (*) Análises não realizadas.

Tabela A.4, Concentração dos metais de SRB.

Semanas	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)
1	1,20	40,90	1,10	0,22
3	0,82	43,80	1,40	0,24
5	0,48	25,50	0,62	<0,10
7	0,35	19,40	0,42	<0,10
9	0,22	10,50	0,26	<0,10
11	0,35	17,80	0,32	<0,10
13	0,24	7,70	0,34	<0,10
15	0,18	16,70	0,25	<0,20
17	0,14	10,70	0,20	<0,20
19	0,12	5,80	0,19	<0,20
21	0,15	5,60	0,13	<0,20

Tabela A.5, Parâmetros Físicos – Químicos de VR.

Semanas	pH	Eh (mV)	Cond (mS/cm)	Alcalinidade. Tot (mg/L CaCO ₃)	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	SO ₄ ⁻² (g/L)
0	2,10	660,80	2,96	*	*	2,90
1	2,10	691,20	2,50	N.D.	1226,50	1,60
2	2,20	762,40	2,74			
3	2,10	723,30	3,56	N.D.	2598,70	2,20
4	2,10	704,60	3,39			
5	2,00	726,50	3,01	N.D.	2025,00	1,00
6	2,00	753,60	2,98			
7	1,90	714,30	2,53	N.D.	1600,00	1,40
8	2,00	705,00	2,58			
9	2,00	702,20	2,10	N.D.	1462,50	0,32
10	2,05	705,40	1,94			
11	2,10	708,60	1,77	N.D.	1062,50	0,97
12	2,20	735,50	1,68			
13	2,30	762,40	1,59	N.D.	981,25	0,93
14	2,10	684,10	1,77			
15	2,10	762,40	1,48	N.D.	1062,50	1,10
16	2,10	762,40	1,39			
17	2,10	762,40	1,37	N.D.	912,50	0,89
18	2,10	762,40	1,41			
19	2,10	762,40	1,34	N.D.	881,20	1,90
20	2,40	762,40	1,70			
21	2,50	762,40	1,41	N.D.	487,50	0,53
22	2,30	762,40	1,52			
23	2,30	762,40	1,58	N.D.	625,00	5,10

(N.D.) Não detectado; (*) Análises não realizadas.

Tabela A.6, Concentração dos metais de VR.

Semanas	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)
1	1,00	33,30	0,27	<0,20
3	0,84	37,70	0,39	0,24
5	0,65	22,80	0,15	<0,10
7	0,39	16,50	0,10	<0,10
9	0,24	8,10	0,07	<0,10
11	0,18	9,80	<0,10	<0,10
13	0,32	5,30	0,08	<0,10
15	0,25	9,10	<0,10	0,20
17	0,14	10,90	<0,10	<0,20
19	0,13	5,00	<0,10	<0,20
21	0,18	3,70	<0,10	<0,20

Tabela A.7, Parâmetros Físicos – Químicos de R1

Semanas	pH	Eh (mV)	Cond (mS/cm)	Alcalinidade. Tot (mg/L CaCO ₃)	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	SO ₄ ⁻² (g/L)
0	7,30	339,40	0,70	*	*	0,44
1	7,10	366,00	0,84	N.D.	12,5	0,49
2	6,80	349,10	0,73			
3	6,70	255,10	0,77	N.D.	12,5	0,46
4	5,80	249,40	0,75			
5	6,90	285,30	0,67	N.D.	12,5	0,32
6	5,70	364,30	0,59			
7	6,70	265,70	0,47	N.D.	12,5	0,78
8	5,70	282,00	0,80			
9	7,30	271,90	0,60	N.D.	12,5	1,90
10	6,95	281,50	0,69			
11	6,60	291,10	0,78	N.D.	25,0	0,57
12	5,82	359,55	0,80			
13	5,03	428,00	0,82	N.D.	37,5	0,53
14	4,40	300,50	0,71			
15	4,20	478,30	0,81	N.D.	37,5	0,74
16	4,10	556,40	0,61			
17	3,80	516,40	0,80	N.D.	50,0	0,79
18	3,90	527,80	0,80			
19	4,00	642,60	0,79	N.D.	37,5	2,10
20	3,70	629,90	0,87			
21	4,10	678,60	0,55	N.D.	37,5	0,42
22	3,80	626,20	0,91			
23	3,68	703,00	0,75	N.D.	56,25	0,69

(N.D.) Não detectado; (*) Análises não realizadas.

Tabela A.8, Concentração dos metais de R1.

Semanas	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)
1	<0,20	1,40	1,40	<0,20
3	<0,20	3,00	1,90	<0,20
5	<0,20	<0,50	1,80	<0,10
7	<0,20	<0,50	1,60	<0,10
9	<0,20	<0,50	2,70	<0,10
11	0,17	<0,50	4,40	<0,10
13	0,19	<1,00	4,80	<0,10
15	0,27	<1,00	6,70	<0,20
17	0,26	<1,00	6,20	<0,20
19	0,14	<1,00	8,90	<0,20
21	0,18	<1,00	4,20	<0,20

Tabela A.9, Parâmetros Físicos – Químicos de R2.

Semanas	pH	Eh (mV)	Cond (mS/cm)	Alcalinidade. Tot (mg/L CaCO ₃)	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	SO ₄ ⁻² (g/L)
0	6,80	343,80	0,61	*	*	0,41
1	7,00	360,20	0,71	N.D.	12,5	0,36
2	6,90	138,00	0,69			
3	6,80	244,00	0,49	N.D.	12,5	0,27
4	6,50	273,00	0,55			
5	6,40	285,60	0,50	N.D.	12,5	0,47
6	6,10	358,30	0,58			
7	5,80	265,20	0,40	N.D.	12,5	0,70
8	6,20	273,00	0,76			
9	5,80	270,90	0,48	N.D.	12,5	1,10
10	5,50	283,75	0,57			
11	5,20	296,60	0,65	N.D.	25	0,42
12	5,20	350,55	0,62			
13	5,20	404,50	0,58	N.D.	25	0,40
14	5,60	274,10	0,49			
15	4,80	449,30	0,53	N.D.	25	0,50
16	4,80	462,50	0,51			
17	5,00	488,30	0,52	N.D.	25	0,46
18	5,00	508,20	0,53			
19	4,00	519,60	0,63	N.D.	25	0,88
20	4,70	497,00	0,60			
21	4,70	532,50	0,48	N.D.	37,5	0,38
22	4,40	533,30	0,64			
23	4,50	705,50	0,61	N.D.	62,5	0,58

(N.D.) Não detectado; (*) Análises não realizadas.

Tabela A.10, Concentração dos metais de R2.

Semanas	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)
1	<0,20	2,90	0,74	<0,20
3	<0,20	4,80	0,61	<0,20
5	<0,20	<0,50	0,83	<0,10
7	<0,20	<0,50	1,10	<0,10
9	<0,20	<0,50	1,80	<0,10
11	0,10	<0,50	2,40	<0,10
13	0,10	<1,00	4,80	<0,10
15	0,14	<1,00	3,60	0,20
17	0,13	<1,00	3,40	<0,20
19	<0,10	<1,00	2,0	<0,20
21	0,15	<1,00	3,60	<0,20

Tabela A.11, Parâmetros Físicos – Químicos de R3.

Semanas	pH	Eh (mV)	Cond (mS/cm)	Alcalinidade. Tot (mg/L CaCO ₃)	Acidez Total (mg/L CaCO ₃)	SO ₄ ⁻² (g/L)
0	7,30	357,9	0,42	*	*	0,48
1	7,10	357,6	0,76	N.D.	12,5	0,43
2	7,20	354,2	0,77			
3	6,70	283,3	0,59	N.D.	37,5	0,32
4	7,20	268,1	0,55			
5	6,90	282,6	0,60	N.D.	25,0	0,36
6	6,90	346,4	0,33			
7	6,70	262,5	0,32	N.D.	12,5	0,22
8	7,20	267,0	0,66			
9	7,30	268,5	0,45	N.D.	12,5	1,90
10	7,05	285,4	0,47			
11	6,80	302,2	0,49	N.D.	25,0	0,33
12	6,60	334,2	0,46			
13	6,40	366,1	0,43	N.D.	25,0	0,30
14	5,30	267,5	0,41			
15	6,70	387,9	0,41	N.D.	12,5	0,40
16	6,60	404,2	0,41			
17	6,60	402,4	0,46	N.D.	12,5	0,41
18	6,90	430,2	0,41			
19	6,20	375,1	0,48	N.D.	25,0	1,40
20	6,90	438,1	0,43			
21	6,00	460,0	0,32	N.D.	12,5	0,43
22	5,70	420,8	0,44			
23	6,62	397,7	0,44	N.D.	25,0	0,41

(N.D.) Não detectado; (*) Análises não realizadas.

Tabela A.12, Concentração dos metais de R3.

Semanas	Zn (mg/L)	Al (mg/L)	Mn (mg/L)	Pb (mg/L)
1	<0,20	2,40	1,10	<0,20
3	<0,20	5,00	0,91	<0,20
5	<0,20	<0,50	1,10	<0,10
7	<0,20	<0,50	0,70	<0,10
9	<0,20	<0,50	1,40	<0,10
11	<0,10	<0,50	1,40	<0,10
13	<0,10	<1,00	1,70	<0,20
15	<0,10	<1,00	2,10	0,20
17	<0,10	<1,00	2,30	<0,20
19	0,13	<1,00	2,60	<0,20
21	<0,10	<1,00	1,90	<0,20

Apêndice B. Cálculo das Conversões Fracionais da Pirita

1. Cálculo da massa inicial de pirita nas amostras

Massa inicial de sulfato nas amostras:

$$m_{ini_sp} = m_{rej} \cdot \%sp \quad (B.1)$$

Onde:

m_{ini_sp} : Massa inicial do enxofre piritico na amostra

$\%sp$: Porcentagem do enxofre piritico na amostra

m_{rej} : Massa do rejeito

Composição da pirita:



Logo se terá que a massa inicial de pirita:

$$m_{ini_FeS_2} = m_{ini_sp} \cdot \left(\frac{PM_{FeS_2}}{2 \cdot PM_S} \right) \quad (B.3)$$

Onde:

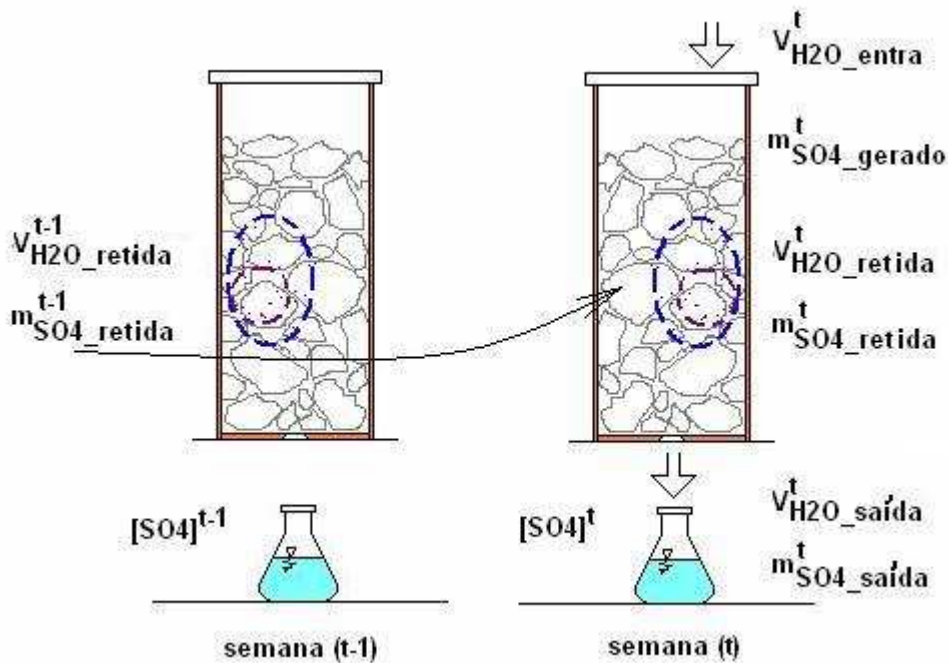
$m_{ini_FeS_2}$: Massa inicial de pirita na amostra

PM_{FeS_2} : Peso molecular da pirita

PM_S : Peso molecular do enxofre

2. Calculo da massa do SO_4^{-2} gerado numa semana – Balanço de massas

Realizando um balanço de massas para o sulfato na coluna (B.4) se poderá determinar o sulfato gerado (B.5) pelo rejeito para uma semana de análise (t). As massas podem ser calculadas em função dos volumes e a concentração do sulfato nessa semana. Levaram-se em conta os volumes de água retidos nas colunas, devido à porosidade das amostras. Cada coleção da amostra representa uma medida independente da taxa sobre o período da coleção.



$$m_{\text{SO}_4_gerado}^t + m_{\text{SO}_4_retido}^{t-1} = m_{\text{SO}_4_saida}^t + m_{\text{SO}_4_retido}^t \quad (\text{B.4})$$

$$m_{\text{SO}_4_gerado}^t = m_{\text{SO}_4_saida}^t + m_{\text{SO}_4_retido}^t - m_{\text{SO}_4_retido}^{t-1} \quad (\text{B.5})$$

Onde:

$m_{\text{SO}_4_gerado}^t$: Massa de sulfato gerado pela coluna na semana (t)

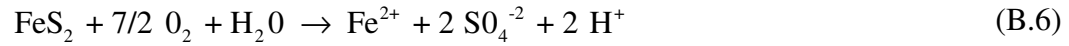
$m_{\text{SO}_4_retido}^{t-1}$: Massa de sulfato existente na coluna para a semana (t-1)

$m_{\text{SO}_4_saida}^t$: Massa de sulfato que sai da coluna através do efluente para a semana (t)

$m_{\text{SO}_4_retido}^t$: Massa de sulfato retido na coluna devido à porosidade para a semana (t).

3. Calculo da massa da pirita oxidada numa semana

A relação estequiométrica (B.6) de oxidação da pirita foi utilizada para converter o sulfato gerado em pirita oxidada numa semana.



Logo, se tera que:

$$m_{\text{FeS}_2} = m_{\text{SO}_4} \cdot \left(\frac{PM_{\text{FeS}_2}}{2 \cdot PM_{\text{SO}_4}} \right) \quad (\text{B.7})$$

4. Calculo das conversões fracionais da pirita

A fração do núcleo não reagido se determina em função do volume inicial de pirita ($V_{\text{ini_FeS}_2}$) e o volume do núcleo não reagido (V_{nuc}), mediante:

$$Xb = \frac{V_{\text{ini_FeS}_2} - V_{\text{nuc}}}{V_{\text{ini_FeS}_2}} \quad (\text{B.8})$$

Considerado um valor de densidade (ρ) constante para a pirita, teria-se a relação (B.9), onde $m_{\text{ini_FeS}_2}$ representa a massa do núcleo não reagido.

$$Xb = \frac{m_{\text{ini_FeS}_2} - m_{\text{nuc}}}{m_{\text{ini_FeS}_2}} \quad (\text{B.9})$$

