

Caracterização dos Atributos Químicos de Três Topossequência da Amazônia Ocidental

ANDRÉ GERALDO DE LIMA MORAES⁽¹⁾, THIAGO ANDRADE BERNINI⁽²⁾, MARCOS GERVASIO PEREIRA⁽³⁾, LAUANA LOPES DOS SANTOS⁽⁴⁾, LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS⁽³⁾, PAULO GUILHERME SALVADOR WADT⁽⁵⁾

RESUMO - A avaliação do pH, da capacidade de troca catiônica e de nutrientes torna-se essencial para analisar aspectos químicos de qualidade do solo, uma vez que fornecem uma medida da habilidade do solo em suprir nutrientes. Este trabalho teve como objetivo a caracterização dos atributos químicos dos solos de três topossequências da Amazônia Ocidental, no Acre. A área de estudo localiza-se no município de Sena Madureira (T1) e Manoel Urbano (T2) na região da regional do Purus e no município de Feijó (T3) na Regional do Tarauacá e Envira do estado do Acre. Em cada uma das áreas foram abertas trincheiras em três pontos distintos de uma topossequência (terço superior [P1], terzo médio [P2] e terzo inferior de encosta [P3]). Foram coletadas amostras de cada horizonte, para a caracterização química. Observa-se que os maiores valores de carbono orgânico total (COT) ocorrem no horizonte superficial. Os perfis Valor T, variando entre 14,6 cmol_c kg⁻¹ a 37,7 cmol_c kg⁻¹ nos primeiros horizontes (A), acompanhando a variação do Valor S. Os horizontes A apresentaram baixos teores de Al, já nos subsuperficiais verificaram-se valores mais elevados chegando a 14,6 cmol_c kg⁻¹ e saturação por alumínio de 84 %.

Palavras-Chave: (alumínio; argila de alta atividade; solos do Acre)

Introdução

No Estado do Acre podem ser verificadas várias formações geológicas: a Formação Solimões, a Formação Cruzeiro do Sul, que ocorre a leste da cidade do mesmo nome e mais cinco formações que ocorrem apenas dentro do Parque Nacional da Serra do Divisor e do seu entorno (Formação Ramon, Grupo Acre (com três formações), Complexo Xingu, Formação Formosa e Sienito República), e os Depósitos Aluviais holocênicos, que têm ampla distribuição no Estado.

Através da macrocaracterização da distribuição e ocorrência de solos em nível de grandes grupos, foram estabelecidas cinco unidades regionais AMARAL [1] e

ACRE [2]: Juruá, Tarauacá e Envira, Purus, Baixo Acre e Alto Acre.

Os solos da região da Amazônia Ocidental Brasileira, embora sejam desenvolvidos de material sedimentar, apresentam camadas superpostas de composições mineralógicas diferentes [3]. A presença de quantidades expressivas de argilominerais de estrutura 2:1, teores elevados de silte (até 610 g kg⁻¹) e altos teores de Al⁺³ associados a teores também elevados de Ca²⁺ e de Mg²⁺ trocáveis, promovendo um aumento na CTC e de soma de bases têm sido verificados em trabalhos na região [4]; [5].

Segundo GAMA & KIEHL [6], alguns solos da Amazônia Ocidental apresentam altos teores de alumínio, mas não apresentam sintomas de fitotoxidez por apresentarem altas concentrações de Ca²⁺ e Mg²⁺, o que de certa forma deve reduzir a atividade de Al³⁺, em condições de baixa permeabilidade, impedindo a lixiviação de parte das bases alcalinas.

A avaliação do pH, da capacidade de troca catiônica e de nutrientes torna-se essencial para analisar aspectos químicos de qualidade do solo, uma vez que fornecem uma medida da habilidade do solo em suprir nutrientes [7]

Este trabalho teve como objetivo a caracterização dos atributos químicos dos solos de três topossequências da Amazônia Ocidental, no Acre.

Material e Métodos

As áreas de estudo localizam-se nos municípios de Sena Madureira (T1) e Manoel Urbano (T2) na região da regional do Purus e no município de Feijó (T3) na Regional do Tarauacá e Envira do estado do Acre, todas formadas a partir de sedimentos.

Em cada uma das áreas foram abertas trincheiras em três pontos distintos de uma topossequência (terço superior [P1], terzo médio [P2] e terzo inferior de encosta [P3]). A descrição dos perfis foi realizada segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo [8]. Foram coletadas amostras de cada horizonte, para a caracterização química.

As análises realizadas foram: alumínio trocável (Al⁺³); acidez extraível (H⁺ + Al⁺³); cálcio e magnésio trocáveis;

⁽¹⁾ Aluno de Graduação do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). BR 465 km 7, Depto de Solos, Seropédica – RJ. Cep: 23890-000. e-mail: andrebmuz@hotmail.com. Bolsista de Iniciação Científica do FAPERJ.

⁽²⁾ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo (CPGA-CS) da UFRRJ. BR 465 km 7, Depto de Solos, Seropédica – RJ. Cep: 23890-000. E-mail: thiagoagronomo@ibest.com.br. Bolsista CNPq.

⁽³⁾ Professor Associado II do Depto de Solos, UFRRJ. BR 465, km 7, Seropédica – RJ. Cep: 23890-000. e-mail: gervasio@ufrrj.br, lanjos@ufrrj.br

⁽⁴⁾ Aluno de Graduação do Curso de Agronomia da UFRRJ. BR 465 km 7, Depto de Solos, Seropédica – RJ. Cep: 23890-000. e-mail: laualanalsantos@hotmail.com. Bolsista de Iniciação Científica do CNPq/PIBIC.

⁽⁵⁾ Pesquisador da Embrapa Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre. Rodovia BR 364 - Km 14 Centro - Rio Branco, AC. Cep: 69908-970. e-mail: paolo@cpafac.embrapa.br
Apoio financeiro: CPGA-CS, FAPERJ e CNPq

pH em água; pH em KCl mol L⁻¹; potássio e sódio trocáveis; fósforo; ataque sulfúrico; e a partir dessas foram calculadas a saturação por alumínio; valor S (soma de bases trocáveis); valor T (CTC do solo), CTC da argila, valor V%, relação molecular SiO₂/Al₂O₃ (kr), relação molecular SiO₂/R₂O₃ (kr) [9].

Os solos foram classificados com base no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos [10] mediante as propriedades morfológicas e dados analíticos.

Resultados e Discussão

Através dos resultados das análises químicas apresentados nas Tabelas 1, observa-se que os maiores valores de carbono orgânico total (COT) ocorrem no horizonte superficial, teores variando entre 21,3 g kg⁻¹ (P2 da T3) e 52,3 g kg⁻¹ (P1 da T2) sendo observado um grande decréscimo no teor de carbono no horizonte transicional AB, demonstrando a rápida ciclagem de nutrientes no horizonte superficial. Provavelmente, este fato esteja relacionado com as elevadas taxas de mineralização da matéria orgânica, em decorrência das condições edafoclimáticas da região, ou seja, elevada temperatura, umidade e pluviosidade [11].

Os perfis apresentaram Valor T, variando entre 14,6 cmol_c kg⁻¹ (P2 da T3) a 37,7 cmol_c kg⁻¹ (P3 da T1) nos primeiros horizontes (A), acompanhando a variação do Valor S (soma de bases), 9,4 a 32,7 cmol_c kg⁻¹, respectivamente. Em subsuperfície o Valor T variou entre 7,8 cmol_c kg⁻¹ (P1 da T3) a 45,7 cmol_c kg⁻¹ (P1 da T1).

Foi observada alta saturação por bases nos horizontes A, variando entre 65% no perfil P1 da T2 e P2 da T3 e 88% no perfil P3 da T2. Já nos subsuperficiais, verificou-se grande variação, de 13% no perfil P1 da T3 a 100% no perfil P1 da T1.

Observaram-se elevados valores de Ca e Mg, cátions predominantes na soma de bases trocáveis (Valor S), com uma distribuição aleatória, variando entre 0,8 cmol_c kg⁻¹ no perfil P1 da T3 e 23,8 cmol_c kg⁻¹ no perfil P3 da T2 e entre 0,2 cmol_c kg⁻¹ do perfil P2 da T3 e 23,5 cmol_c kg⁻¹ do perfil P1 da T1, respectivamente. Embora estes elevados valores sugiram uma boa fertilidade natural, o desbalanço entre os valores de Ca e Mg, pode favorecer a deficiência de algum nutriente, mesmo naqueles perfis com alta saturação por bases (V%).

Os horizontes A apresentaram baixos teores de Al, sendo o maior valor observado no perfil P2 e P3 da T3 com 0,1 cmol_c kg⁻¹. Com isso, a saturação por alumínio (m%) apresentou valores menores ou iguais a 1%, indicando que o alumínio trocável é praticamente nulo nos primeiros centímetros do solo. Provavelmente o alumínio encontra-se precipitado, devido ao pH mais elevado ou está complexado pelo carbono orgânico. Nos horizontes subsuperficiais B ou C, observa-se grande variação nos teores de Al valores entre 0,0 cmol_c kg⁻¹ (P1 de T1 e P3 de T2) a 14,6 cmol_c kg⁻¹ (P1 da T2), tendendo a aumentar em profundidade. Essa variação também foi observada na saturação por alumínio, perfil P1 da T1 e P3 da T2 com 0% e no

perfil P1 da T2 com 84%, acompanhando de forma inversa os valores de saturação por bases, diminuindo em direção ao terço inferior. Embora estes solos possuam elevada acidez ativa (baixos valores de pH em água) e elevados teores de alumínio trocável, verifica-se baixa fitotoxidade, promovida pelos teores de Al mesmo para variedades de plantas sensíveis ao este [12].

Segundo ARAÚJO [13], para as condições de alguns solos do Acre que apresentam altos teores de cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, não há prejuízo para o desenvolvimento radicular, em razão da elevada atividade do cálcio em solução que pode diminuir os problemas decorrentes da acidez.

Resultados semelhantes foram observados por Gama [14], em estudo com solos de argila de atividade alta do estado do Acre, que apresentaram altos teores de Ca e Mg, cátions predominantes no valor S, e elevados teores de Al, até mesmo nos horizontes superficiais.

Os valores de saturação por bases indicam que os perfis 1 da T2 e T3 e perfis 2 da T1 e T2 são aqueles de menor contribuição percentual de bases trocáveis, sendo, neste caso, o complexo sortivo ocupado por Al, conforme os dados de saturação por Al. Os perfis 1 e 3 da T1, 2 e 3 da T2 e 3 da T3, são os mais enriquecidos em bases trocáveis no complexo sortivo, uma vez que apresentam valores mais elevados de V% e menores valores de saturação por Al.

Os valores de pH em H₂O e KCl tenderam a diminuir em profundidade dos horizontes. Todos os valores de pH em KCl foram menores que os valores de pH em H₂O, sendo os maiores valores de ΔpH (pH KCl – pH H₂O) encontrados nos horizontes subsuperficiais, com valores chegando a -2,0 no perfil P3 da T2, indicando uma grande quantidade de cargas líquidas negativas. Lima et al. [15] encontraram valores de ΔpH negativos, indicando predomínio de carga superficial líquida negativa em todos os solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões no estado do Acre.

Todos os horizontes subsuperficiais B e C são caracterizados por apresentarem argilas de alta atividade (CTC argila = 27 cmol_c kg⁻¹) (Tabela1) com valores entre 28,7 cmol_c kg⁻¹ no perfil P1 da T3 e 167,7 cmol_c kg⁻¹ no perfil T1P3, sendo os maiores valores encontrados nas posições inferiores da topossequência.

Os maiores teores de P foram encontrados em superfície, quando comparados com os horizontes subsuperficiais, valores variando entre 4 mg kg⁻¹ no perfil 3 da T3 e 64 mg kg⁻¹ no perfil 3 da T2. Em subsuperfície destacam-se os perfis 3 da T1 e 2 da T2 com 65 e 53 mg kg⁻¹, respectivamente. A maior concentração de P no horizonte A pode estar associada a deposição da matéria orgânica via serapilheira [16].

Os teores de sílica (SiO₂) quantificado pelo ataque sulfúrico (Tabela 2) encontram-se entre 250 e 310 g kg⁻¹ observados para SiO₂. Quanto aos teores de Al₂O₃, estes variaram entre 180 e 211 g kg⁻¹, sendo maiores em relação aos teores de ferro (Fe₂O₃), que estiveram na ordem de 70 g kg⁻¹ (P1 da T3). Os baixos teores de Fe₂O₃ podem ser devidos ao material de origem (Formação Solimões) e a alta pluviosidade associada à baixa permeabilidade do solo criando condições favoráveis à redução do ferro e sua remoção do solo [17].

Os valores das relações moleculares k_i e k_r (Tabela 2) foram elevados, com valores entre 2,05 no horizonte B1 do P1 da T2 e 2,91 no horizonte C₂ do perfil P3 da T3 e entre 1,82 no perfil P3 de T1 e 2,35 no horizonte C₂ do perfil P3 de T3 respectivamente. Estes valores sugerem um menor grau de intemperismo nesses perfis. Gama [14], em estudo com solos de argila de atividade alta do estado do Acre, observou altos valores na relação k_i e k_r , inferindo baixo grau de intemperismo e predominância de argilo-minerais do tipo 2:1 ou similares.

Conclusões

A concentração do COT nos primeiros centímetros indica uma rápida mineralização da matéria orgânica do solo.

Os solos estudados apresentam propriedades químicas, decorrentes da presença de argilas de alta atividade e elevados teores de Al, que conferem limitações a fertilidade natural.

Agradecimentos

Ao Curso de Pós Graduação Ciência do Solo-CPGACS da UFRRJ e a FAPERJ.

Referências

- [1] ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE/AC 2ª fase. Rio Branco: SECTMA, 2005.
- [2] AMARAL, E. F. do; MELO, A. W.; LUNZ, A. M. P.; ANDRADE, E. P.; ARAÚJO, E. A.; FRANKE, I. L. Metodologia simplificada de zoneamento agroflorestal. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 19p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 35).
- [3] ARAÚJO, E. A.; AMARAL, E. F. do; WADT, P.G.S.; LANI, J. L. Aspectos gerais dos solos do Acre com ênfase ao manejo sustentável, p. 28-62. In: WADT, P.G.S (Ed). Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635p. il.
- [4] GAMA, J.R.N.F.; KUSABA, T.; OTA, T.; AMANO, Y. Influência de material vulcânico em alguns solos do Estado do Acre. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Campinas, 16: 103-106, 1992.
- [5] MARTINS, J.S. Pedogênese de Podzólicos Vermelho-Amarelos do Estado do Acre, Brasil. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 1993. 101 p. Dissertação (Mestrado em Agropecuária Tropical) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 1993.
- [6] GAMA, J.R.M.F; KIEHL, J.C Influencia do alumínio de um podizólico vermelho-amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. *Revista Brasileira de ciência do solo*, v 23, n 2, p. 475-782,19999.
- [7] DORAN, J.W.; PARKIN, T.B Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In DORAM, J.W.; JONES, A.J. (Eds). *Methods for assessing soil quality*. Wisconsin, USA: Soil Science Society American, 1996. p.25-37. (special Publication, 49).
- [8] SANTOS, R. D. dos.; LEMOS, R. C. de.; SANTOS, H. G. dos.; KER, J. C. & ANJOS, L. H. C. dos. Manual de descrição e coletas de solos no campo. 5ª ed. Viçosa: SBCE e EMBRAPA/CNPQ, 2005. 100p.
- [9] EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNICS, 1997. 212p.
- [10] EMBRAPA-Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 312p.
- [11] ACRE. Governo do Estado. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre: recursos naturais e meio ambiente. Rio Branco, 2000b. v.1. 116p.
- [12] ARAÚJO, E. A.; AMARAL, E. F. do; WADT, P.G.S.; LANI, J. L. Aspectos gerais dos solos do Acre com ênfase ao manejo sustentável, p. 28-62. In: WADT, P.G.S (Ed). Manejo do solo e recomendação de adubação para o estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635p. il.
- [13] ARAÚJO, E.A. 2008. Qualidade do solo em sistema de mata nativa e pastagens na região leste do Acre, Amazônia Ocidental. Viçosa, MG. 233f.
- [14] GAMA, J.R.N.F. 1986.Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do Estado do Acre. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 150 p. (Tese de Mestrado).
- [15] LIMA, H. N.; MELLO, J. W. V. de; SCHAEFER, C. E. G. R.; KER, J. C.; LIMA, A. M. N. Mineralogia e química de três solos de uma topossequência da bacia sedimentar do Alto Solimões, Amazônia ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.1, p.59-68, 2006
- [16] LUIZÃO, F.J. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura*, V. 9, n. 3, 2007.
- [17] ARAUJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F. & GUERRA, A.. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2004, vol.28, n.2, pp. 307-315. ISSN 0100-0683.

Tabela 1 - Atributos químicos dos horizontes superficiais e subsuperficiais representativos das topossequências estudadas.

Horiz.	Prof.	pH		Δ pH	Cátions trocáveis					H+Al	T*	V*	m*	P	COT	
		H ₂ O	KCl		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺							
cm		cmol _c kg ⁻¹							%		mg kg ⁻¹		g kg ⁻¹			
Topossequência 1																
Perfil 1 – VERTISSOLO HIDROMÓRFICO Órtico gleissólico																
A	0-5	6,2	6,3	0,1	11,0	12,0	0,7	0,0	0,0	3,5	27,2	87	0	57	34,1	
Cvg2	34-59	4,5	3,7	-0,8	11,4	16,2	0,2	0,3	7,7	12,4	40,5	69	22	0	2,6	
Cvg4	96-123	6,7	5,5	-1,2	20,2	23,5	0,1	0,6	0,0	1,3	45,7	97	0	3	1,6	
Perfil 2 – CAMBISSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico																
A	0-3	5,1	4,9	-0,2	8,0	8,5	0,5	0,0	0,1	7,1	24,1	71	1	14	24,9	
Bi4	77-97	4,0	3,8	-0,2	1,5	9,9	0,2	0,1	11,8	18,5	30,1	39	51	0	4,5	
Cg	105-136+	4,2	3,8	-0,4	1,4	16,3	0,3	0,2	13,5	18,3	36,5	50	43	0	1,9	
Perfil 3 – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico																
A	0-8	6,0	6,0	0,0	16,2	15,7	0,8	0,0	0,0	5,0	37,7	87	0	24	38,0	
Bi1	43-58	4,3	3,8	-0,5	3,5	15,0	0,2	0,0	8,4	13,4	32,1	58	31	0	2,7	
C2	143-166	5,9	3,9	-2,0	13,8	7,5	0,2	0,2	0,6	3,1	24,8	87	3	65	0,4	
Topossequência 2																
Perfil 1 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Alítico típico																
A	0-3	5,9	5,4	-0,5	11,0	2,6	0,7	0,0	0,0	7,8	22,0	65	0	24	52,3	
Bt1	20-56	3,9	3,5	-0,4	1,2	7,6	0,2	0,0	14,0	21,3	30,3	30	61	1	4,6	
Bg4	117-147+	4,3	3,6	-0,7	1,4	9,7	0,2	0,1	13,6	19,0	30,4	38	55	6	1,5	
Perfil 2 – CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico																
A	0-6	5,9	5,6	-0,3	14,4	3,8	0,6	0,0	0,0	6,6	25,4	74	0	36	49,5	
Bi1	29-43	4,1	3,5	-0,6	4,5	9,5	0,2	0,1	12,1	17,7	32,0	45	46	1	3,2	
Cg2	114-166+	5,5	3,7	-1,8	16,7	5,4	0,1	0,4	1,3	4,0	26,6	85	6	53	0,7	
Perfil 3 – GLEISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico típico																
A	0-6	6,7	6,5	-0,2	23,0	5,0	1,6	0,1	0,0	4,0	33,6	88	0	64	47,9	
Bg2	81-106	6,0	4,0	-2,0	16,0	6,3	0,5	0,5	0,6	1,8	25,1	93	3	2	1,2	
Cg1	106-133	6,6	4,5	-2,1	23,2	11,8	0,4	0,7	0,0	1,5	37,6	96	0	1	1,2	
Topossequência 3																
Perfil 1 – ARGISSOLO VERMELHO Alítico típico																
A	0-3	5,8	5,7	-0,1	16,1	1,4	1,9	0,0	0,0	6,4	25,9	75	0	59	48,4	
2Bt1	40-88	4,7	3,6	-1,1	1,1	2,0	0,3	0,0	10,8	15,8	19,2	18	78	1	3,0	
2Btg2	88-148+	4,8	3,6	-1,2	0,8	1,6	0,3	0,0	13,1	18,0	20,7	13	84	1	1,4	
Perfil 2 – PLANOSSOLO HÁPLICO Alítico gleissólico																
A	0-5	5,0	4,8	-0,2	8,5	0,2	0,7	0,0	0,1	5,1	14,6	65	1	12	21,3	
Btg3	41-54	4,9	3,5	-1,4	1,5	8,7	0,5	0,0	13,2	20,5	31,2	34	56	0	2,1	
Perfil 3 – PLINTOSSOLO HÁPLICO Eutrófico gleissólicos																
A	0-10	4,9	4,8	-0,1	12,8	2,7	0,4	0,0	0,1	6,6	22,5	71	1	4	22,6	
Bfg	35-66	5,3	3,6	-1,7	16,3	12,3	0,2	0,5	9,6	15,5	44,8	65	25	0	2,0	
Cg2	114-150+	6,1	4,8	-1,3	22,5	14,9	0,6	1,1	1,0	4,0	43,1	91	3	2	1,0	

Tabela 2 - Resultado da análise de ataque sulfúrico e atividade da argila de horizontes representativos de cada perfil.

Tabela 2 – Resultado da análise de ataque sulfúrico e atividade da argila de horizontes representativos de cada perfil.								
Perfil	Horizonte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	ki*	kr*	atividade da argila
		g kg ⁻¹				cmol _c kg ⁻¹		
T1P1	C2	306	204	53	5,4	2,55	2,19	86,5
	C4	294	193	56	4,9	2,59	2,18	97,6
T1P2	B4	276	210	50	5,3	2,23	1,94	57,7
	C	282	205	57	5,3	2,34	1,99	81,4
T1P3	B1	256	204	55	5,3	2,13	1,82	88,5
	C2	256	197	66	4,2	2,21	1,82	167,7
T2P1	B1	254	211	66	5,3	2,05	1,71	43,5
	B4	310	200	63	5,4	2,64	2,19	80,6
T2P2	B1	254	196	63	5,0	2,20	1,83	58,0
	C2	288	185	62	4,9	2,65	2,18	162,3
T2P3	B2	288	187	69	5,0	2,62	2,12	97,7
	C1	294	186	65	5,2	2,69	2,20	104,8
T3P1	B2	278	211	70	5,8	2,24	1,85	28,7
T3P2	B3	278	196	67	4,9	2,41	1,98	51,0
T3P3	B	250	195	57	4,9	2,18	1,84	88,5
	C2	308	180	67	5,2	2,91	2,35	76,9

*ki: 1,70 x SiO₂ (%) / Al₂O₃ (%); kr: (1,70 x SiO₂ %) / Al₂O₃ % + (0,64 x Fe₂O₃ %).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.