

V. 8, n. 3, p. . 74-82, jul – set , 2012.

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR. Campus de Patos – PB. [www.cstr.ufcg.edu.br](http://www.cstr.ufcg.edu.br)

Revista ACSA:

<http://www.cstr.ufcg.edu.br/acsa/>

Revista ACSA – OJS:

<http://150.165.111.246/ojs-patos/index.php/ACSA>

*Yoly Sousa Ramos*<sup>1</sup>

*George do Nascimento Ribeiro*<sup>2</sup>

*Renan Nicolau Ribeiro da Rocha*<sup>3</sup>

\*Autor para correspondência

1 Doutoranda em Engenharia Agrícola – COPEAG/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: [yolysramos@hotmail.com](mailto:yolysramos@hotmail.com);

2 Professor da Universidade Federal de Campina Grande – UATEC/CDSA/UFCG, Sumé-PB. E-mail: [george@ufcg.edu.br](mailto:george@ufcg.edu.br);

3 Graduando em Engenharia de Minas – UAMG/CTRN/UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: [renanribeiro\\_rocha@hotmail.com](mailto:renanribeiro_rocha@hotmail.com)

ACSA



AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO – ISSN  
1808-6845

Artigo Científico

## Erosão laminar e atributos físico-químicos de solos próximos a Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE

### RESUMO

Visou-se, neste estudo, caracterizar e correlacionar os atributos físicos e químicos de solos com diferentes estágios de erosão laminar em áreas próximas as bordas do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE. De maneira geral, os solos apresentaram textura arenosa. As áreas com processos erosivos em estágio inicial apresentaram horizontes A e C mais profundos, menor acidez do solo e alto número de correlações entre as variáveis físicas e químicas avaliadas, destacando-se a relação dos teores de argila com Ca e com Mg e dos teores de H com C e com matéria orgânica. Ao contrário, as áreas com processo de erosão em estágio intermediário apresentaram baixo número de correlações, destacando-se a correlação de argila com Al. As áreas com processo de erosão em estágio severo apresentaram alto teor de Na, particularmente no Luvissole Crômico Órtico, alto teor de matéria orgânica e altos coeficientes de correlação do Na e do H com os teores de C, N e matéria orgânica.

**Palavras-chave:** *processos erosivos, degradação ambiental, fertilidade do solo.*

### Laminar erosion and attributes of soil physical and chemical near the plant hydroelectric Luiz Gonzaga/PE

### ABSTRACT

The aim of this study was to characterize and correlate physical and chemical attributes of soils in different stages of laminar erosion at sites around Luiz Gonzaga hydroelectric power station. In general, the sites were constituted by sandy soils. Sites with erosive process in initial stage presented deeper A and C horizons, lower soil acidity and the highest number of correlations between physical and chemical variables, pointing out the amount of C correlation with both Ca and Mg, and the H correlation with both C and organic matter. In contrast, a low number of correlations occurred in sites with erosive process in intermediate stage, pointing out the loan and Al correlation. Sites with erosive process in severe stage presented high amount of Na, mainly in the Luvissole Crômico Órtico soil, high amount of organic matter and

high number of correlations, pointing out the correlation of Na and H with C, N, and organic matter amounts.

**Key words:** *erosive processes, environmental degradation, soil fertility.*

## **INTRODUÇÃO**

A erosão laminar ou entressulcos, caracteriza-se por incidir na retirada de uma camada fina e relativamente uniforme do solo pela precipitação pluvial e pelo escoamento superficial (Silva et al., 2007). É uma das formas mais danosas, pois remove a camada mais superficial do solo, onde se encontram a matéria orgânica, os nutrientes e os insumos agrícolas, que favorecem a produção agrícola, alterando também as condições para ocorrência dos processos microbianos que refletem na fertilidade do solo, decomposição do material orgânico, disponibilidade dos nutrientes para as plantas (Cantalice, 2002).

A degradação ambiental gerada pelo processo erosivo em reservatórios afeta a disponibilidade e o fornecimento de água e a geração de energia elétrica, constituindo um problema com graves conseqüências hidráulicas e econômicas, pondo em risco o desempenho da geração de energia elétrica, de abastecimento de água, de navegação (Carvalho, 2000), e eutrofização das águas.

Os processos de degradação atuam sobre os diferentes compartimentos de um sistema ambiental. São decorrentes de perturbações causadas por fatores climáticos como vento, fogo, terremoto, queda de árvores, enchentes etc, em que a resiliência natural do sistema geralmente possibilita sua recuperação (Dias et al., 2007), ou por ação antrópica devido ao uso indiscriminado da madeira, lenha e carvão; pasto intensivo de animais; fogo; uso e manejo inadequado de solos pela agricultura; mineração; ocupação desordenada das cidades; além do baixo nível de renda e cultural da população (Sampaio et al. 2003). Esses processos geram a diminuição da fertilidade dos solos na região semi-árida nordestina, sucedido pelo uso e manejo ineficaz e a baixa cobertura vegetal.

A erosão nos reservatórios é tratada por ações corretivas, não sendo vislumbradas ações preventivas (Maia, 2006), a exemplo o melhoramento da qualidade dos solos, recomposição da mata ciliar e práticas conservacionistas vegetativas e edáficas nas bordas dos reservatórios, as quais minimizariam os impactos negativos, inclusive econômicos, trazidos pelo processo erosivo. Dessa forma, uma etapa fundamental dos estudos de processos erosivos em áreas próximas às bordas de reservatório é avaliar a qualidade do solo, considerando características físicas e químicas.

Neste contexto, este estudo objetiva caracterizar e correlacionar as variáveis físico-químicas de solos com diferentes estágios de erosão nas áreas próximas às bordas do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

O reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE (antiga Itaparica), está situado no rio São Francisco na região fisiográfica denominada de Submédio São Francisco, abrangendo áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco. A região está inserida no domínio morfoestrutural da bacia sedimentar, onde as condições litoestruturais e climáticas interferem na drenagem, cujos tributários são predominantemente intermitentes (CHESF, 2008). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen é do tipo BShw', caracterizando-se por ser muito seco e quente, com estação chuvosa atrasando-se para o outono (ocorrendo nos meses de fevereiro a maio), precipitação média de 450 mm e estação seca ocorrendo de junho a janeiro (LAMEPE, 2009).

O bioma característico da área estudada é a Caatinga, diferenciado por uma vegetação xerófila de florística variável (Jenkins et al., 1994). As análises com o uso de imagem Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM), do satélite Landsat 7, obtida em julho de 2001, com composição RGB e bandas 543, definiram nove classes de uso e ocupação das áreas nas encostas do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga: água, solo exposto, caatinga hiperxerófila, caatinga hiperxerófila antropizada, caatinga padrão arbustiva rala, caatinga padrão rala a densa, caatinga padrão arbórea, agricultura e urbana (CHESF, 2008). A vegetação nativa, conforme uso e ocupação das áreas, caracterizou-se por caatinga hiperxerófila antropizada (A5, A11, A12, A16), solo exposto (A4) e vegetação antropizada e solo exposto (A2, A3, A13, A14) (Figura 1).

### **Seleção das áreas de estudo e coleta das amostras**

Estudos de mapeamento e monitoramento dos processos erosivos nas encostas do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga, fundamentados na identificação das classes de solo e processos erosivos, cálculo da perda de solo por erosão laminar e cálculo do volume assoreado, revelaram 16 áreas (A1 a A16) com processos erosivos em diferentes estágios (CHESF, 2008). Dessas áreas, nove foram selecionadas para o presente estudo, procurando-se contemplar processos de erosão em estágio inicial (A3, A11, A12), intermediário (A2, A4, A13) e severo (A5, A14, A16). O solo das áreas A2, A3, A4, A11, A12, A13, A14 e A16 foram classificados como Neossolo Quartzarênico (RQ), e da área A5 como Luvisolo Crômico Órtico (TCO) (EMBRAPA, 2006). O mapa de localização, classes de vegetação e pontos de coleta das amostras do solo das áreas estudadas foi elaborado com auxílio do software ENVI 3.5, por meio do método do paralelepípedo (Jensen, 1986), sendo apresentado na Figura 1.

A coleta das amostras de solo para as análises físico-químicas foi realizada nos horizontes A e C do RQ; e A e

B do TCo, de acordo com Lemos e Santos (1996), tomando-se três amostras por área.

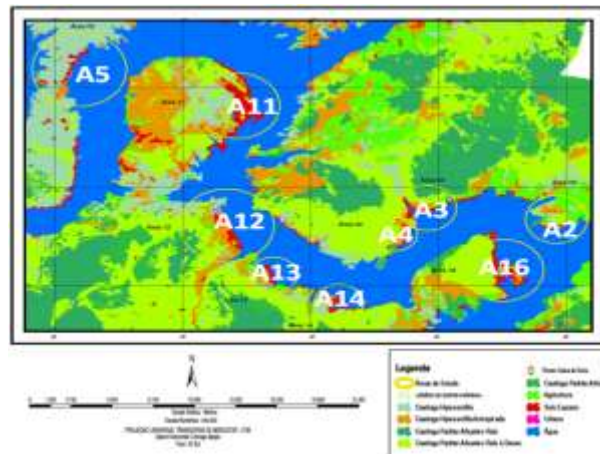


Figura 1 – Mapa de uso e ocupação das áreas estudadas (CHESF, 2008).

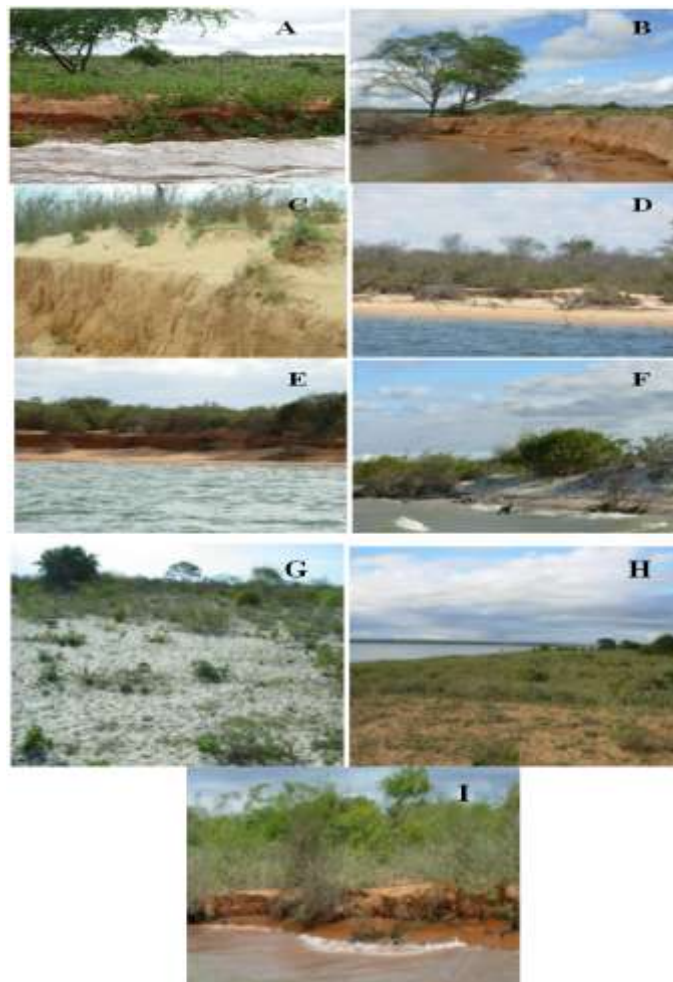


Figura 2 – Vegetação nativa das áreas estudadas, conforme uso e ocupação: (A) Vegetação antropizada e solo exposto, área A2; (B) Vegetação antropizada e solo exposto, área A3; (C) Solo exposto, área A4; (D) Caatinga hiperxerófila antropizada, área A5; (E) Caatinga hiperxerófila antropizada, área A11; (F) Caatinga hiperxerófila antropizada, área A12; (G) Vegetação antropizada e solo exposto, área A13; (H) Vegetação antropizada e solo exposto, área A14 e (I) Caatinga hiperxerófila antropizada, área A16 (CHESF, 2008).

### Análises físico-químicas das amostras

As amostras de solo foram analisadas no laboratório AGROLAB – Análises Ambientais – Ltda. As análises físicas incluíram determinações da granulometria, pelo método do densímetro, empregando-se hexametáfosfato de sódio como dispersante químico; cálculo do grau de floculação (GF) e relação silte argila (SA) e densidade global (Dg) pelo método da proveta, conforme EMBRAPA (1997).

As análises químicas consistiram nas seguintes determinações: pH em água e em KCl (aferidos na relação de 1: 2,5); complexo sortido, com Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> extraídos com KCl 1N e determinados por complexometria com EDTA; K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> extraídos com pelo com solução Mehlich e determinados por fotometria de chama; acidez potencial (H+Al) extraída com acetato de cálcio pH 7,0 e determinada por titrimetria de neutralização; C orgânico determinado por oxidação, via úmida com dicromato de potássio; N total determinado pelo método de Kjeldahl e destilação a vapor e matéria orgânica (MO) determinada pela oxidação por via úmida com dicromato de potássio.

A partir dos dados obtidos, foram calculados, conforme EMBRAPA (1997), a relação carbono nitrogênio (CN), a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m) e saturação por sódio trocável (PST).

### Análises estatísticas

Os dados foram analisados por estatística descritiva (média, desvio padrão, erro padrão da média, mínimo, máximo e coeficiente de variação) e pelo coeficiente de correlação de Pearson, buscando avaliar as relações entre as variáveis físico-químicas do solo nos diferentes estágios de processo erosivo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relativos à caracterização física das áreas estudadas encontram-se descritos na Tabela 1, os relativos à caracterização química, na Tabela 2, e os coeficientes de correlação entre as variáveis físico-químicas nas áreas com processos de erosão em estágio inicial, intermediário e severo, nas Tabelas 3, 4 e 5.

Os solos estudados apresentaram classes texturais diferentes para os solos RQ e TCo. O RQ apresentou textura arenosa nas amostras de solo dos horizontes superficial e subsuperficial com mais de 90% de areia, e argila e silte com menos de 6,9% e 6,0%, respectivamente (Tabela 1). A textura nas amostras de solo dos horizontes A e B no TCo apresentaram como franco arenoso e argila arenosa, respectivamente.

A relação silte argila (SA) é um indicador do grau de intemperismo e evolução dos solos (Oliveira, 2005). Relações inferiores 0,7 para o horizonte B, nos solos de textura média ou 0,6 em solos de textura argilosa indicam

avançado estágio de intemperismo. Na maioria dos horizontes dos RQ, esse parâmetro é alto e no horizonte B do TCo é baixo indicando elevado grau de intemperismo, que é reflexo do clima quente da região.

**Tabela 1** – Composição granulométrica, grau de floculação, relação silte/argila e classe textural dos solos, do entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga-PE

Amo	Horizonte	Profundidade cm	Dg g cm <sup>-3</sup>	AG g cm <sup>-3</sup>	AF g cm <sup>-3</sup>	S g cm <sup>-3</sup>	ARG g cm <sup>-3</sup>	ARGN g cm <sup>-3</sup>	SA %	GF %	Classe Textural
<b>Neossolo Quartzarênico</b>											
1	A	0-18	1,45	667	280	55	20	0	1,45	100	Areia
	C	18-62	1,64	756	186	38	20	0	1,90	100	Areia
	A	0-30	1,72	820	140	20	20	0	1,00	100	Areia
2	C	30-90	1,69	669	281	30	20	0	1,5	100	Areia
	A	0-15	1,65	528	295	57	20	0	2,85	100	Areia
4	C	15-60	1,63	552	339	69	40	0	1,73	100	Areia
	A	0-15	1,60	513	409	38	40	0	0,95	100	Areia
11	C	15-100	1,67	529	392	19	60	0	0,32	100	Areia
	A	0-18	1,66	845	115	20	20	0	1,00	100	Areia
12	C	50-200	1,74	714	226	40	20	0	2,00	100	Areia
	A	0-10	1,63	640	308	32	20	0	1,60	100	Areia
13	C	10-80	1,65	656	295	29	20	0	1,45	100	Areia
	A	0-15	1,58	585	317	58	40	0	1,45	100	Areia
14	C	15-85	1,63	647	265	48	40	0	1,20	100	Areia
	A	0-20	1,45	420	490	45	47	0	0,90	100	Areia
16	C	20-220	1,60	657	264	41	38	0	1,00	100	Areia
	<b>Lernossolo Crômico Órtico</b>										
E	A	0-10	1,36	413	301	164	124	30	1,32	92	Franco arenoso
	B	10-35	1,42	345	140	130	385	140	6,34	64	Argila arenosa

Dg = densidade global, AG = areia grossa, AF = areia fina, S = silte, ARG = argila, ARGN = argila natural, GF = grau de floculação e SA = relação silte argila.

Com base no grau de floculação (GF) observa-se que as amostras de solo dos horizontes A e C do RQ apresentaram o mais alto GF, ou seja, 100%, enquanto que nas amostras dos horizontes A e B do TCo distaram entorno de 92% e 64%, respectivamente. De acordo com Alho et al. (2007), Oliveira et al. (1992) e Baruqui (1983), solos que possuem valores do GF superiores a 70% geralmente, apresentam boas condições de estruturação e resistência à erosão. Por outro lado, os valores altos da fração areia fina encontrados no RQ contribuem para um aumento da susceptibilidade desses solos à ação dos processos erosivos (Tabela 1).

Os valores da densidade global (Dg) do solo nas amostras dos solos dos horizontes A e C do RQ variaram de 1,45 a 1,72 g cm<sup>-3</sup> e 1,60 a 1,74 g cm<sup>-3</sup> (Tabela 1). Os valores encontrados são comuns para classe de solo, não apresentando indícios de compactação do solo (Scopel et al., 2005). Para as amostras dos horizontes A e B no TCo a Dg variaram de 1,45 e 1,60 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente, conferindo condições favoráveis de crescimento radicular das culturas a serem implantadas.

Os atributos químicos das amostras de solo dos horizontes A e C dos RQ e A e B do TCo mostraram que 50% das amostras de solo dos horizontes A do RQ apresentaram pH fortemente ácido, 10% moderadamente ácido e 40% praticamente neutro (Tabela 2). Os níveis de pH em água (pHA) encontrados nos RQ são decorrentes do baixo teor de bases trocáveis e do baixo teor de m.



**Tabela 2** – Análises químicas de caracterização dos solos com processos erosivos, no entorno do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga-PE

A	H	P	pH	Ca+Mg	K	Na	SB	H	Al	CTC	V	m	PST	C	N	CN	MO	
			A	KCl														
			cm	mol kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>													
<b>Nevoeiro Quartzístico</b>																		
1	A	0-10	5,00	4,10	1,80	0,06	0,00	1,80	0,53	0,02	2,45	77	1,05	0,00	1,20	0,20	6,00	20,7
	C	10-62	4,90	4,00	1,22	0,04	0,00	1,26	0,49	0,06	1,81	70	4,55	0,00	1,30	0,10	3,00	0,52
2	A	0-30	6,80	6,00	0,40	0,05	0,00	0,43	0,11	0,00	0,54	80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C	30-90	6,70	6,00	0,50	0,05	0,00	0,53	0,22	0,00	0,75	71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	A	0-15	4,80	4,00	0,60	0,07	0,00	0,67	0,24	0,30	1,56	44	50,60	0,00	0,60	0,20	3,00	1,05
	C	15-60	4,40	3,60	0,60	0,07	0,00	0,67	0,24	0,97	2,09	42	52,49	0,00	0,20	0,10	2,00	0,34
4	A	0-15	5,80	4,70	1,02	0,07	0,06	1,15	0,30	0,02	4,67	25	1,71	1,20	16,23	1,30	12,46	27,93
	C	15-100	5,00	4,60	0,40	0,04	0,06	0,48	0,23	0,07	3,75	13	12,75	1,59	12,21	1,00	12,20	21,09
11	A	0-30	6,60	5,90	0,60	0,04	0,00	0,62	0,22	0,00	0,84	74	0,00	0,00	0,20	0,10	2,00	0,34
	C	30-200	6,70	6,00	0,50	0,04	0,00	0,52	0,22	0,00	0,74	70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	A	0-10	5,20	4,20	0,70	0,04	0,00	0,75	0,07	0,01	1,65	46	1,32	0,00	0,50	0,10	5,00	0,65
	C	10-30	6,60	5,80	1,00	0,04	0,00	1,05	0,23	0,00	1,38	76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	A	0-15	5,20	4,20	1,10	0,14	0,00	1,26	1,08	0,02	2,36	53	1,56	0,00	1,50	0,20	7,50	2,59
	C	15-85	4,60	3,90	0,80	0,08	0,00	0,89	0,70	0,31	1,99	45	26,45	0,00	0,70	0,20	3,50	1,21
14	A	0-20	6,40	5,70	1,97	0,15	0,10	1,40	2,95	0,05	4,40	32	3,42	2,00	13,10	1,55	8,45	22,53
	C	20-220	6,50	5,80	1,15	0,10	0,07	1,32	2,98	0,04	4,30	30	1,94	1,90	12,01	1,10	10,52	20,59
<b>Luzidulo Crômico Órtico</b>																		
5	A	0-10	6,4	5,50	4,05	0,17	2,56	6,70	3,38	0,03	10,19	67	0,44	25,22	12,73	1,30	10,54	23,62
	B	10-35	6,7	5,80	13,56	0,25	0,22	14,34	3,50	0,02	17,66	60	0,14	1,00	13,63	1,10	12,56	23,45

A=areia, H=horizonte, P=profundidade, pH= potencial hidrogeniônico em água, pHKCl = potencial hidrogeniônico em KCl, Ca + Mg = cálcio mais magnésio, K = potássio, Na = sódio, Al = alumínio, H = hidrogênio, C = carbono, N = nitrogênio, CN = relação carbono nitrogênio, MO = matéria orgânica, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, m = saturação por alumínio e PST = saturação por sódio trocável

Em relação às amostras de solo dos horizontes C, 50 % possuem valores de pHA classificados como fortemente ácido e 50 % são praticamente neutro. A calagem é recomendada nestes casos para melhorar a qualidade dos compartimentos ambientais. Para as amostras de solos do TCo verificou-se reação praticamente neutra nos horizontes A e B. Os valores do pHA nos RQ, nas áreas A12, A13 e A16, aumentaram com a profundidade (Tabela 2).

Os atributos físicos que melhor se correlacionaram com atributos físico-químicos nas áreas com processos erosivos em estágio inicial foram Dg, areia grossa, silte, argila e argila natural (Tabela 3). A areia grossa correlacionou-se positivamente com a Dg; o silte correlacionou-se positivamente com Na, SB, CTC, V e PSS; a argila correlacionou-se positivamente com argila natural, Ca, Mg, K, SB, CTC e V; e a argila natural correlacionou-se positivamente com Ca, Mg, K, SB e CTC. Nas áreas com processos erosivos em estágio severo, a SA correlacionou-se positivamente com pHA e pHKCl (Tabela 3).

**Tabela 3** – Coeficientes de correlação significativa ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de correlação de Pearson das variáveis físico-químicas nas áreas com processos erosivos em estágio inicial dos solos próximos as bordas da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga, em Pernambuco.

Variáveis	pH KCl	K	SB	H	Al	CTC	V	m	N	CN	MO
S		0,81			0,81	0,41		0,92			
ARG		0,67			0,96	0,76		0,88			
pHA	0,95		0,15	0,14			0,66				
Ca			0,85	0,08			0,93		0,11	0,28	0,38
Mg			0,97			0,38	0,66		0,45	0,40	0,59
K					0,81	0,61		0,85			
SB				1,00	0,26	0,79		0,36	0,36	0,55	
H						0,04		0,43	0,80	0,53	
Al						0,70		0,96			
C									0,86	0,85	0,99
N									0,73	0,85	
CN										0,85	

V = variáveis, S = silte, ARG = argila, pHA = pH em água, pHKCl = pH em KCl, Ca = cálcio, Mg = magnésio, K = Potássio, SB = soma de bases, H = hidrogênio, Al = alumínio, CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, m = saturação por alumínio, C = carbono, N = nitrogênio, CN = relação carbono nitrogênio e MO = matéria orgânica

Os atributos físicos que melhor se correlacionaram com os atributos físico-químicos nas áreas com processos erosivos em estágio intermediário foram silte e argila (Tabela 4).

**Tabela 4** – Coeficientes de correlação significativa ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de correlação de Pearson das variáveis físico-químicas nas áreas com processos erosivos em estágio intermediário dos solos próximos as bordas da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga, em Pernambuco.

Variáveis	AG	ARGN	pH KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	H	CTC	V	m	PST	C	N	CN	MO
Dg	0,94											0,72					
S		0,49	0,24	0,64	0,54	0,62	0,79	0,73	0,42	0,71	0,63		0,74	0,36	0,24	0,34	0,37
ARG		0,98	0,46	0,99	0,99	0,87	0,18	0,98	0,55	0,95	0,76		0,11	0,48	0,52	0,58	0,49
ARGN			0,41	0,96	0,99	0,81	0,00	0,93	0,48	0,90				0,41	0,25	0,53	0,41
pHA			0,98	0,39	0,52	0,68	0,38	0,58	0,98	0,69	0,23		0,39	0,97	0,92	0,95	0,97
pHKCl			0,54	0,48	0,60	0,53	0,52	0,97	0,64	0,13			0,25	0,98	0,94	0,90	0,98
Ca				0,98	0,90	0,25	0,99	0,63	0,97	0,82			0,18	0,57	0,40	0,66	0,57
Mg					0,87	0,11	0,96	0,56	0,93	0,78			0,04	0,49	0,34	0,58	0,50
K						0,57	0,90	0,70	0,91	0,78			0,32	0,65	0,55	0,73	0,65
Na							0,36	0,49	0,41	0,48			0,99	0,47	0,43	0,58	0,47
SB								0,64	0,98	0,87			0,50	0,57	0,40	0,65	0,57
H									0,74	0,30			0,49	0,99	0,93	0,92	0,99
Al													0,99				
CTC										0,81			0,56	0,68	0,53	0,73	0,69
C														0,96	0,88	1,00	
N															0,77	0,96	
CN																0,88	

Dg = densidade global, AG = areia grossa, S = silte, ARG = argila, ARGN = argila natural, pHA = pH em água, pHKCl = pH em KCl, Ca = cálcio, Mg = magnésio, K = potássio, Na = sódio, SB = soma de bases, H = hidrogênio, Al = alumínio, CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, m = saturação por alumínio, PST = saturação por sódio trocável, C = carbono, N = nitrogênio, CN = relação carbono nitrogênio e MO = matéria orgânica

O silte correlacionou-se positivamente com K, Al e m; e a argila correlacionou-se positivamente com Al, CTC e m. Nas áreas com processos erosivos em estágio severo os atributos físicos que melhor se correlacionaram com atributos físico-químicos foram areia grossa, areia fina, argila e a SA (Tabela 5).

**Tabela 5** – Coeficientes de correlação significativa ao nível de 5 % de probabilidade pela análise de correlação de Pearson das variáveis físico-químicas nas áreas com processos erosivos em estágio severo dos solos próximos as bordas da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga, em Pernambuco

Variável	pHA	pHKCl	K	Na	SB	H	Al	CTC	V	m	PST	C	N	CN	MO	
AG	0,81	0,86							0,89							
AF			0,90	0,88	0,92	0,88	0,71	0,87	0,82	0,86	0,87	0,85	0,83	0,87		
ARG			0,92	0,89	0,95	0,79	0,87	0,75	0,84	0,84	0,75	0,78	0,85	0,73		
SA	0,78	0,72							0,87							
pHA		0,95							0,87							
pHKCl									0,88							
Ca			0,61	0,87	0,80	0,12		0,22			0,22	0,22	0,11	0,22		
Mg			0,72	0,80	0,89	0,63	0,15	0,69	0,82	0,52	0,70	0,69	0,61	0,70		
K			0,46	0,83	0,51			0,58	0,38	0,60	0,58	0,46	0,66			
Na				0,37	0,99		0,83	0,98	0,74	0,99	0,98	0,98	0,99	0,98		
H						0,80	0,99		0,70	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99		
Al							0,74		0,88	0,89	0,73	0,73	0,82	0,73		
CTC								0,74	0,63	0,96	0,99	0,99	0,88	0,99		
V										0,81	0,82	0,82	0,72	0,62		
m											0,93	0,93	0,98	0,95		
PST												0,99	0,98	1,00		
C													0,98	0,99		
N														0,98	0,99	
CN															0,98	
MO																0,98

AG = areia grossa, AF = areia fina, ARG = argila, SA = relação argila/argila, pHA = pH em água, pHKCl = pH em KCl, Ca = cálcio, Mg = magnésio, K = Potássio, Na = sódio, SB = soma de bases, H = hidrogênio, Al = alumínio, CTC = capacidade de troca catiônica, V = saturação por bases, m = saturação por alumínio, PST = saturação por sódio toxicível, C = carbono, N = nitrogênio, CN = relação carbono/nitrogênio e MO = matéria orgânica

A areia grossa correlacionou-se positivamente com pHA, pHKCl e V; a areia fina correlacionou-se positivamente com Na, H, Al, CTC, PST, C, N, CN e MO; e a argila correlacionou-se positivamente com Na, H, Al, CTC, m, PST, C, N, CN e MO.

Em relação aos valores de cálcio mais magnésio (Ca+Mg) das amostras de solo dos horizontes A e C do RQ, variaram de 0,40 a 1,97 cmolc kg-1 e 0,4 a 1,22 cmolc kg-1, respectivamente, sendo considerados baixos (EMBRAPA, 1980). Para o TCo as amostras de solo dos horizontes A e B apresentaram valores de 4,05 e 13,56 cmolc kg-1, indicando teores médio e muito alto. De acordo com os limites de teores de Ca+Mg apresentados na Tabela 2, pode-se dizer que na área em estudo, predominam solos com teores baixos dos elementos, exceto no TCo.

Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, o cálcio (Ca) correlacionou-se positivamente com argila, argila natural, Mg, K, SB, CTC e V (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com SB e V (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com V (Tabela 5).

O magnésio (Mg) correlacionou-se positivamente nas áreas com processos erosivos em estágio inicial com argila, argila natural, Ca, K, SB, CTC e V (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com SB (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com K e SB (Tabela 5).

De acordo com a Tabela 2 em relação ao potássio (K), as amostras de solo dos horizontes A e C do RQ os valores variaram entre 0,01 a 0,15 cmolc kg-1 e 0,01 a 0,09 cmolc kg-1, respectivamente, indicando teores baixo e médio do elemento (EMBRAPA, 1980). Para as amostras de solo dos horizontes A e B do TCo, nota-se que os teores variaram de 0,17 e 0,23 cmolc kg-1, indicando teores médios. Com base no que foi apresentado para os valores de K e Ca+Mg, pode-se enunciar que na

maioria das áreas estudadas o desenvolvimento de culturas é prejudicado pela deficiência desses elementos, uma vez que seus teores variam de baixo a médio. Segundo Raij (1991) solos com baixos teores de Ca+Mg são também muito ácidos e a neutralização dessa acidez, por meio da calagem, supre esses elementos de forma eficaz. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, K correlacionou-se positivamente com argila, argila natural, Ca, Mg, SB, CTC, V e CN (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com silte, Al e m (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com Mg e SB (Tabela 5).

Em relação ao alumínio (Al), os valores encontrados nas amostras de solo dos horizontes A e C do RQ variaram de 0,0 a 0,30 cmolc kg-1 e 0,0 a 0,97 cmolc kg-1, indicando teores baixo e alto e baixo a muito alto do elemento, respectivamente (EMBRAPA, 1980). Valores semelhantes foram encontrados nos solos do Parque Nacional de Sete Cidades, onde o Al variou de 0,51 a 1,18 cmolc kg-1 (Lindoso, 2008). Para o TCo os valores encontrados nas amostras de solo dos horizontes A e B foram 0,03 e 0,02 cmolc kg-1, respectivamente, indicando teores baixos do elemento. Os maiores teores de Al foram observados no solo da área A4, em ambos os horizontes, e na área A14, no horizonte B, indicando que o desenvolvimento do sistema radicular dos vegetais nas áreas pode estar limitado pela m e pelos baixos teores de Ca+Mg no solo, reduzindo o volume explorado para absorção de água e nutrientes. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, o Al correlacionou-se positivamente com m (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com silte, argila, K e m (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Na, H, CTC, PST, m, C, N, CN e MO (Tabela 5).

De acordo com Mello et al. (1983), os valores da soma de bases (SB) presentes nas amostras de solo nos horizontes A e C do RQ são baixos. Em relação às amostras de solo nos horizontes A e B do TCo esses valores são altos. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, a SB correlacionou-se positivamente com silte, argila, argila natural, Ca, Mg, K, CTC e V (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com Ca, Mg, H e V (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com Ca, Mg e K (Tabela 5).

A capacidade de troca catiônica (CTC) é de grande importância no que diz respeito à fertilidade do solo, uma vez que indica a capacidade total de retenção de cátions, os quais, em geral, irão tornar-se disponíveis às plantas. Os valores encontrados da CTC nas amostras de solo nos horizontes A e C do RQ são baixos, enquanto que nas amostras de solo dos horizontes A e B do TCo variaram de médio e alto (Mello et al., 1983). A baixa CTC no RQ é praticamente, em função da baixa quantidade de argilas e MO (Tabela 2), comprovado por Eltz & Rovedder (2005). Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, a CTC correlacionou-se positivamente com silte,

argila, argila natural, Ca, Mg, K, SB, H, V e CN (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com argila (Tabela 4). No estágio severo, correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Na, H, Al, m, C, N, CN e MO (Tabela 5). O processo erosivo em estágio severo remover

Com base nos valores da soma de bases (SB) e da CTC calculou-se a saturação por bases (V) variou de 13 a 80 % nos RQ e de 60 a 67% no TCo (Tabela 2), com 50% dos valores inferiores a 50 e 50% com valores superiores a 50%. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, a V correlacionou-se positivamente com silte, argila, Ca, Mg, K, SB e CTC (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com Ca e SB (Tabela 4). E no estágio severo, a saturação por bases correlacionou-se positivamente com areia grossa, pHA e pHKCl, (Tabela 5). Valladares et al. (2008) encontraram nos estudos de caracterizações de solos brasileiros, correlações entre a V com pHA positivas e elevadas, corroborando com os resultados encontrados.

Os valores da saturação por sódio trocável (PST) (Tabela 2) revelaram que as amostras de solo dos horizontes A e C do RQ podem ser classificadas como normais (EMBRAPA, 1988), demonstrando que os teores de Na presentes no solo não são prejudiciais as culturas. Entretanto, as amostras de solo dos horizontes A e B do TCo variam de sódico a normal, respectivamente. Isto permite inferir que na área A5 podem estar ocorrendo problemas sob o aspecto físico e químico do solo, decorrentes do acúmulo de Na na superfície do solo. Esse acúmulo pode ser justificado pela topografia plana da área, indicando que o sistema de drenagem das águas superficiais é deficiente. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, o PST correlacionou-se positivamente com silte (Tabela 3). No estágio severo correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Na, H, Al, CTC, C, N, CN e MO (Tabela 5).

De acordo com a Tabela 2, verifica-se que os teores de matéria orgânica (MO) encontrados nas amostras de solo dos horizontes A e C do RQ variaram de baixo a médio (EMBRAPA, 1980). Todavia, os teores de MO das amostras de solo dos horizontes A e B do TCo variaram de médio e alto. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, a MO correlacionou-se positivamente com silte argila, argila natural, pHA, pHKCl, Ca, Mg, K, Na, SB, H, CTC, C, N e CN (Tabela 2). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com Dg, Ca, Mg, SB, H, C, N e CN (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Ca, Mg, K, Na, H, Al, CTC, m, PST, C, N e CN (Tabela 5).

O carbono (C) tem sido utilizado como indicador da qualidade do solo, tanto em sistemas agrícolas como em áreas de vegetação nativa (Janzen, 2005). Esse elemento tem estreita relação com atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Silva Júnior et al., 2004). Os valores de C encontrados nas amostras de solo dos horizontes A e C do RQ variaram de 0,00 a 16,23 g kg<sup>-1</sup> e 0,00 a 12,21 g

kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Para o TCo os valores encontrados nas amostras de solo dos horizontes A e B foram 13,73 a 13,63 g kg<sup>-1</sup>. Observa-se que os teores do elemento diminuíram com a profundidade e aumentaram com os níveis de matéria orgânica. O não revolvimento do solo pode ter influencia o acúmulo do C na superfície do solo, Falleiro et al. (2004) e Souza (2006), fizeram essa mesma constatação em sistemas de plantio direto e agroecológicos. Entretanto, segundo Bayer (2004), solos intemperizados são altamente dependentes da MO para promoverem uma variação positiva nos estoques de C no solo. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, o C correlacionou-se positivamente com pHA, pHKCl, H, N, CN e MO (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com N, CN e MO (Tabela 4). No estágio severo, correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Na, H e Al, CTC, PST, N, CN e MO (Tabela 5). As correlações positivas entre o C e os atributos mencionados, demonstram a importância e a interferência do carbono nestes atributos, indicando que a adoção de um sistema de manejo adequado proporcionará melhorias na qualidade do solo.

Os baixos teores de nitrogênio (N) interferem no crescimento vegetal e comprometem o estabelecimento da cobertura vegetal. A MO é fonte desse elemento, conseqüentemente, existe uma relação entre os valores de N encontrados nas amostras de solos dos horizontes A e C do RQ e A e B do TCo e os da MO, ou seja, maiores valores de MO implicam em maiores valores de N. Baixos valores de N interferem na CN, elevando os valores desta variável, tornando mais difícil a decomposição da MO no solo o que afeta negativamente a nutrição vegetal. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial, o N correlacionou-se positivamente com pHA, pHKCl, C, CN e MO (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com C, CN e MO (Tabela 4). No estágio severo, correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Na, H, Al, CTC, C, CN e MO (Tabela 5). Conforme Rhoden et al. (2006), a alta correlação obtida entre o N e C apontar o N como um atributo satisfatório para indicar a disponibilidade no solo às plantas. Observa-se também que o coeficiente de correlação entre o N e argila foi positivo e significativo ( $r=0,76$ ) (Tabela 5), porém inferior ao obtido com o teor de C e N do solo. Parte deste comportamento pode ser explicada pelo fato de que os teores de C e N apresentam tendência de aumento com o teor de argila do solo, apresentando elevada e significativa correlação entre tais parâmetros ( $r=0,99$ ). Isto ocorre devido à íntima relação entre a fração argila do solo e a matéria orgânica do solo, que propicia uma proteção física à matéria orgânica, a qual se liga à argila e dificulta o acesso microbiano, e uma proteção química, pelas ligações existentes entre os minerais de argila e a matéria orgânica no solo (Bayer & Mielniczuk, 1999).

Com base no que é apresentado na Tabela 2, a relação carbono nitrogênio (CN) das amostras de solo dos horizontes A e C do RQ variaram de 0,00 a 12,46 e 0,00 a

12,20, respectivamente. Para o TCo os valores encontrados nas amostras de solo dos horizontes A e B foram de 10,54 e 12,36. Nas áreas com processos erosivos em estágio inicial a CN correlacionou-se positivamente com pHA, pHKCl, K, H, CTC, C, N e MO (Tabela 3). No estágio intermediário, correlacionou-se positivamente com H, C, N e MO (Tabela 4). E no estágio severo, correlacionou-se positivamente com areia fina, argila, Na, H, Al, CTC, m, PST, N e MO (Tabela 5). Os valores da relação CN apresentaram correlação positiva ( $r=0,90$ ) com os valores de pHA (Tabela 3), indicando que quanto maior a relação CN, o solo tenderá a ser mais ácido e, conseqüentemente, menor o grau de decomposição do material orgânico. Segundo Valladares et al, (2008), solos com alta relação CN é comum a deficiência do nitrogênio para as culturas, por haver grande competição do N com os microorganismos, onde este elemento fica imobilizado. E por outro lado o nitrogênio também é deficiente aos microorganismos decompositores, que têm sua população reduzida e nesse processo, a decomposição/mineralização da matéria orgânica torna-se mais lenta.

Fica evidente que a ausência de colóides agregantes tornam os RQ susceptíveis, a atuação dos processos erosivos (Ker et al.,1990). Conhecendo esses resultados e considerando a MO como condicionador do solo e seus efeitos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos (Raij, 1991), é necessário a sua aplicação, para elevar a fertilidade. O aumento do teor de MO poderá melhorar a porosidade e a estabilidade dos agregados do solo e, conseqüentemente, sua drenagem. Da mesma forma, contribuirá com a melhoria da fertilidade do solo, disponibilizando elementos essenciais para as plantas, como fósforo, magnésio, cálcio, enxofre e micronutrientes.

De maneira geral, as áreas com processos erosivos em estágio inicial apresentaram maior número de correlações entre as variáveis físicas e químicas avaliadas, das quais 39 apresentaram  $r \geq 0,90$ , destacando-se Ca e argila, e SB; Mg e argila, e argila natural; Al e m; Na e PST; H e C, e MO; C e MO, com  $r \geq 0,99$ . No estágio intermediário apresentaram 6 correlações com  $r \geq 0,90$ , destacando-se SB e H; e C e MO, com  $r \geq 0,99$ . E no estágio severo apresentaram 31 correlações com  $r \geq 0,90$ , destacando-se Na e H, PST, e CN; H e CTC, C, N, CN e MO; CTC e C, N, e MO; C e N, e MO; e N e MO, com  $r \geq 0,99$ .

## CONCLUSÕES

Os solos da região do reservatório da Usina Hidrelétrica Luiz Gonzaga/PE apresentaram, de maneira geral, limitações ao desenvolvimento das plantas, devido à baixa fertilidade. As poucas áreas avaliadas e que apresentaram teores baixos de nutrientes não comprometem a produtividade agrícola, desde que sejam realizadas adubações adequadas para garantir o suprimento ideal dos nutrientes às culturas. O controle da erosão deve ser feito por meio de práticas conservacionistas vegetativas e edáficas, visando

aumentar a cobertura vegetal nos solos das áreas com maior declividade e textura arenosa.

## REFERÊNCIAS

Alho, D.R.; Júnior, J.M.; Campos, M.C.C. **Caracterização física, química e mineralógica de Neossolos Litólicos de diferentes materiais de origem.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias v.2, n.2, p.117-122, 2007.

Baruqui, A.M. **Comentários sobre a descrição e resultados analíticos de um perfil de solo.** Informe Agropecuário, v.9, n.105, 1983.

Bayer, C. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. FERTBIO, 26, 2004, Lages. **Anais...** Lages: UDESC e Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

Bayer, C; Mielniczuk, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Camargo, F.A., Santos, F.A. (Ed) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 1. ed. Porto Alegre: Gênese, cap. 2, p.09-26, 1999.

Cantalice, J. R. B. Escoamento e erosão em sulcos e entressulcos em distintas condições de superfície do solo. 2002. 141p. **Tese** (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.UFRG, 2002.

Carvalho, N. O. Assoreamento de reservatórios – conseqüências e mitigação dos efeitos. **In:** Encontro Nacional de engenharia de Sedimentos, 4, 2000. Santa Maria.

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco. **Relatório de mapeamento e monitoramento dos processos erosivos nas encostas do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaparica.** 2008. 205p.

Dias, L. E.; Franco, A. A.; Campello, E. F. C. Fertilidade do solo e seu manejo em áreas degradadas, **SBCS**, 2007. Fertilidade do solo, 1017p. (Eds. Novasi, R. F., Alvarez, V., Barros, V. H., Fontes, N. F., Cantarutti, R. B., Neves, J. C. L.).

Eltz, F. L. F.; Rovedder, A. P. M. Revegetação e temperatura do solo em áreas degradadas no sudeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrociência**, v.11, n.2, p.193-200, 2005.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Avaliação da fertilidade dos solos do Distrito Federal.** Rio de Janeiro, 1980. 11p. (Boletim Técnico 74).



EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos**. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro RJ, 1997.212p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, 1988. 119p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2006. 306p.

Falleiro, R. M.; Souza, C. M.; Silva, C. S. W.; Sediya, C. S.; Silva, A. A.; Fagundes, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28: 953-964, 2004.

Janzen, H. H. Soil carbon: A measure of ecosystem response in a changing world?. **Canadian Journal of Science**, Toronto, Canadá, v.85, n. 4, p. 467-480, 2005.

Jenkins, A.; Peters, N. E.; Rodhe, A. Hydrology. In: Moldan, B.; Cerny, J. (ed.). **Biogeochemistry of small catchments: A tool for environmental research**. (Scope 51). Chichester: John Wiley, 1994, p.31-34.

Jensen, J. R. **Introductory digital image processing – a remote sensing perspective**. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1986. 380p.

Ker, J. C.; Pereira, N. R.; Carvalho Júnior, W. de. & Carvalho Filho, A. de. Cerrados: Solos, Aptidão e Potencialidade Agrícola. In: Simpósio sobre Manejo e Conservação do Solo no Cerrado, Goiânia, GO, Ed. Fundação Cargill, p. 1 – 19, Goiânia, GO, 1990.

LAMEPE – Laboratório de Meteorologia de Pernambuco. Extraído do site: <http://www.itep.org.br/lamepe>, em 29 de abril de 2009.

Lemos, R. C. de; Santos, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Campinas: SBCS/SNLCS, 1996. 83p.

Lindoso, G. S. Cerrado Sensus Stricto sobre neossolo quartzarênico: fitogeografia e conservação. 2008. **Tese** (Mestrado em Ecologia). Universidade de Brasília (UnB), 186p. 2008.

Maia, A. G. As conseqüências do assoreamento na operação de reservatórios formados por barragens. 2006.

271p. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil, Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo (USP), 271p, 2006.

Mello, F. A.; Sobrinho, M. O. C. B.; Arzolla, S.; Silveira, R. I.; Neto, A. C.; Kiehl, J. C. **Fertilidade do solo**. 3.ed. São Paulo: Nobel, 1983, 400p.

Oliveira, J. B.; Jacomine, P. K. T.; Camargo, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para o seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992, 210p.

Oliveira, J. B. **Pedologia Aplicada**. 2.ed. Piracicaba, FEALQ, 2005.574p.

Sampaio, E. V. S. B.; Sampaio, Y.; Araújo, S. B.; Sampaio, G. R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Ed. Universitária, 2003.202p.

Scopel, I.; Peixinho, D.M.; Souza, M. S.; Mariano, Z.F.; Assunção, H.F. Formação de areais e perspectivas de uso e manejo de Neossolos quartzarênicos em Serranópolis (GO). **Boletim Goiano de Geografia**, v.25, n 1-2, p.11-17, 2005.

Silva, A. M.; Schulz, H.E. & Camargo, P.B.; **Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos: Editora RIMA, 2ª Edição. 2007.

Silva Júnior, A. M.; Borges, E. N.; Souza. M. A. S.; Sousa, G. M.; Guimarães, E. C.; Borges, E. V. S. Carbono orgânico em diferentes sistemas de manejo no Triângulo Mineiro. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 15. 2004, Santa Maria. Anais... Santa Maria: UFSM, 2004.

Souza, A. D. indicadores de sustentabilidade em sistemas agroecológicos por agricultores familiares do semi-árido cearense. **Tese** (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Ceará (UFC), 104p, 2006.

Raij, B. Van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba, Ceres, Potafos, 1991. 343p.

Rhoden, A. C.; Silva, L.S.; Britzke, D.; Ranno, S. K. **Relações entre as características de solos de várzeas e absorção de nitrogênio pelo arroz irrigado em dois cultivos sucessivos em casa de vegetação**. Revista Brasileira de Agrociência, v. 12, n. 3, p. 325-331, jul-set, 2006.

Valladares, G. S.; Pereira, M. G.; Anjos, L. H. C.; Ebeling, A. G. **Caracterização de solo brasileiros com elevados teores de material orgânico**. Magistra, v. 20, n. 1, p. 95-104, 2008.