

ISSN 0101-708X

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

G BOLETIM GOIANO.de eografia

INSTITUTO DE QUÍMICA E GEOCIÊNCIAS – DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

VOL 9/10 Nº 1/2 - JAN/DEZ 1989/1990



CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTO EM SUSPENSÃO NO BAIIXO RIBEIRÃO JOÃO LEITE - GOIÂNIA-GO

Valter Casseti*
Deptº Geografia - UFG

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar o significado dos efeitos pluviais no comportamento da concentração de sedimento em suspensão no ribeirão João Leite, e consequentemente na descarga sólida, agravada sobretudo pelos impactos decorrentes do processo de apropriação e transformação da natureza.

Como universo de estudo definiu-se pelo ribeirão João Leite, localizado na porção setentrional de Goiânia, por se constituir em importante manancial de abastecimento público, que tem sentido os efeitos do processo de ocupação, evidenciado não só ao longo das vertentes imediatas, como também e principalmente, na própria planície de inundação, inclusive implicando na faixa de preservação estabelecida pela legislação de uso do solo.

Diante do mal uso ou da espontaneidade permitida pelo próprio poder municipal, tem-se registrado um acréscimo gradativo do processo de assoreamento, resultante dos efeitos pluvioerosivos evidenciados nas vertentes imediatas, o que é favorecido pelo gradiente incipiente do baixo curso (da ordem de 0,3%), além de pequena barragem (gabião), que tem por objetivo favorecer a captação de água para o referido abastecimento.

Considerando a tendência crescente da ocupação da mencionada sub-bacia, sobretudo no município de Goiânia, tem-se re

(*) Colaboração da Profa. Maria Helena Mello Cunha Santos, do Deptº de Geografia da UFG.

gistrado constante agravamento das condições hidrodinâmicas no processo de tratamento e inclusive colocando em risco o abastecimento público, não só determinado pela redução progressiva da vazão real, como também pela própria qualidade da água consumida, apesar do monitoramento sistemático realizado pela concessionária.

As evidências de assoreamento podem ser sentidas através da necessidade crescente de dragagem do lago de captação e a intensificação de enchentes, dada a suposta elevação do talvegue, inclusive com marcas sem precedentes, como a registrada no dia 22 de abril de 1988.

Apesar do referido estudo fundamentar-se basicamente nos efeitos pluvioerosivos detectados através de amostragens, que permitiram quantificar a concentração de sedimento em suspensão, responsável pela elevação da turbidez da água consumida no período das chuvas, assoreamento que tem implicado em dragagens crescentes do lago de captação, ou enchentes cada vez mais agressivas; necessário se faz a apresentação de denúncias, obtidas em campo, referentes ao emprego indiscriminado de agrotóxicos, que sem dúvida proporcionam risco à população, com conseqüente evidência do desaparecimento da ictiofauna.

Com o intuito de se correlacionar os efeitos pluvioerosivos com o comportamento torrencial determinado pelas alterações de uso das vertentes imediatas e mesmo planície aluvial, utilizou-se de metodologia própria, a ser descrita a seguir.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada fundamentou-se parcialmente nas "Normas e Recomendações Hidrológicas" editada pelo DNAE (1970).

Diante do objetivo de se coletar material em suspensão (formado por colóides e partículas de pequeno diâmetro), utilizou-se de garrafa expedita, com capacidade de um litro e diâmetro do bocal de entrada de uma polegada.

Foram coletadas 87 amostras, no período de dezembro de 1987 a novembro de 1988, considerando as fases de estabilidade

sazonal e temporária, momento inicial de chuvas e condições de chuvas contínuas, procurando amostrá-las em diferentes intensidades.

Deve-se observar que optou-se pelo método de integração, determinando-se apenas uma vertical (no centro da seção), independente portanto, da distribuição do material em suspensão, da velocidade absoluta da corrente ou da largura do curso d'água. O tempo de amostragem foi de aproximadamente 6 a 10 segundos, correspondendo a uma velocidade média, na vertical, de 1,5 a 2 segundos/metro, dependendo da condição do tirante e velocidade relativa da corrente.

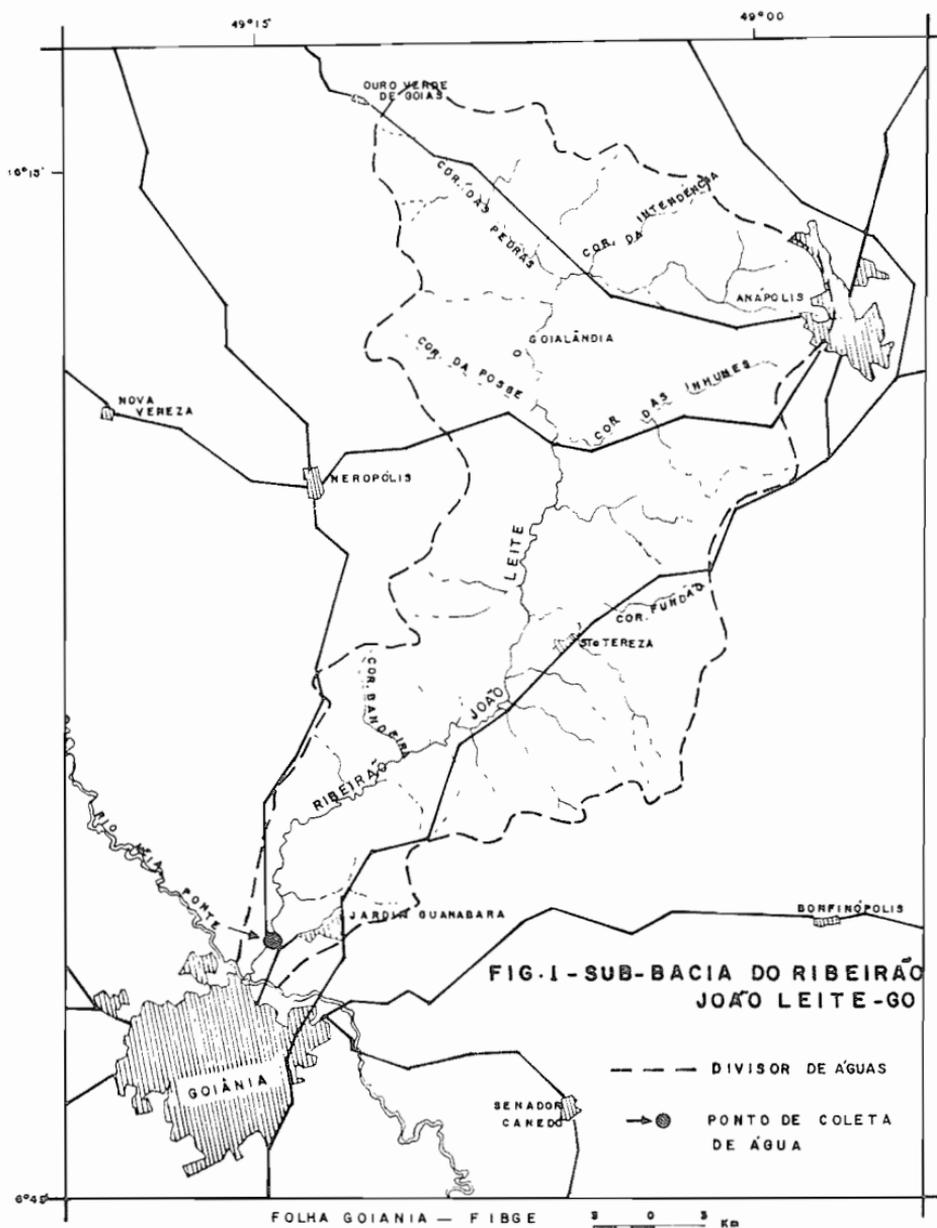
A quantificação do material foi determinado pelo método de filtração, para o que utilizou-se de funil de Buchner (\emptyset 90mm) acoplado a um frasco kitazato (1000 ml), auxiliado por bomba à vácuo. O papel filtrante empregado foi de baixa granulometria (peso 85g/m²), que após processo de filtração era submetido a dessecação em estufa, mantida entre 40/50°C.

Após a secagem, o material era pesado em balança analítica, subtraindo-se o peso do papel, conhecido previamente. A partir de então, obtida a concentração de sedimento em suspensão por litro d'água amostrado (mg/l), calculava-se a descarga sólida (ton/dia), com base na descarga líquida (m³/seg) inferida. A estimativa da descarga líquida foi feita a partir das medidas de régua ajustadas à curva de calibração, construída com base em levantamentos de campo (vazão) amostrados trimestralmente pelo 8º DNAAE.

Os valores obtidos foram submetidos a tratamento estatístico, que permitiram o estabelecimento de índices de correlação, cálculos de regressão e demais medidas descritivas simples. Os gráficos referentes ao ajustamento de reta foram desprezados, considerando a ausência de maior consistência, sobretudo entre a variável independente, atribuída à precipitação (chuva), em relação às variáveis dependentes (concentração de sedimento em suspensão, descarga líquida e descarga sólida) integrantes da análise.

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

A sub-bacia do ribeirão João Leite localiza-se entre 16°13'/16°39'S e 48°57'/49°11'W, abrangendo parte dos municí-



pios de Goiânia, Anápolis, Ouro Verde de Goiás, Nerópolis e Goianápolis, correspondendo a uma área de 770,44km² (Figura 1).

O limite setentrional é feito pela Serra dos Pirineus, onde se constata remanescentes do pediplano de cimeira regional (1.000-1.100 metros), grande divisor das bacias Platina (rio Paranaíba) e Amazônica (rio Tocantins). A partir de então, o curso em questão e seus tributários drenam o Planalto de Goiânia, caracterizado pelo cinturão granulítico.

O referido complexo estrutural caracteriza-se pelo alto grau de metamorfismo, onde os dados gravimétricos configuram a existência de "faixa móvel", denominada de "cinturão móvel de Alfenas". Caracteriza-se por exposições granulíticas, com variedades litológicas representadas por hornblenda-piroxênico-gnaisses, granada-biotita-gnaisses, granulitos básicos bandados e gabos-piroxenitos, entre outras, que refletem o domínio de formas convexizadas ou suavemente convexizadas, associadas aos efeitos morfoclimáticos tropicais.

A imposição estrutural responde pela drenagem do tipo dendrítico, além de ocorrência de angularidades ou orientações tectônicas, como no baixo ribeirão, próximo à confluência com o rio Meia Ponte, representada pela cota dos 700 metros.

A maior extensão superficial da mencionada bacia encontra-se ocupada por pastagens e em menor proporção por cultivos cíclicos (hortifrutí), além da tendência crescente de implantação de residências e demais atividades humanas, decorrentes da expansão urbana, como dos municípios de Goiânia e Anápolis.

A título de exemplo da tendência crescente da ocupação na referida sub-bacia, em decorrência da expansão urbana, representou-se, com base em fotointerpretação e reambulação, o baixo ribeirão João Leite (Figura 2), onde se pode constatar a quase destruição total da mata ciliar e ocupação intensiva da planície de inundação.

Apesar do estabelecimento de uma faixa de 100 metros como Zona Verde de Preservação, pela legislação em vigor (Lei 5.735/80), constata-se que enquanto na margem esquerda as chácaras

tem como limite o próprio curso d'água e que inclusive são aproveitadas para cultivos (anteriores a 1966, conforme fotografias aéreas da USAF, Projeto AST-10), na margem direita foi aprovado, posterior à referida lei, loteamento denominado Goiânia 2, correspondente a uma área de 202,7984ha. Portanto, constata-se que a legislação não atenuou o processo de ocupação indevida dos compartimentos de risco, o que tem implicado em continuidade de degradação da cobertura vegetal reduzida, ampliação do espaço de ocupação como suporte através de aterro da planície aluvial, corte de pedúnculos de meandros, pela própria Saneago, com intuito de aumentar a vazão do rio, e emprego crescente de agrotóxicos em praticamente todo e qualquer tipo de plantio. Tudo isso sem contar com o crescimento populacional estimado, decorrente de inúmeros parcelamentos, que sem dúvida, persistindo as condições atuais, implicarão em agravamento das condições ambientais comprometidas, colocando em risco o abastecimento público pela tendência de assoreamento e contaminação da água.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS E SUAS IMPLICAÇÕES

Após um ano de observações e coleta de amostras de água (de dezembro de 1987 a novembro de 1988), no baixo ribeirão João Leite, Goiânia, procurando estabelecer relações entre os efeitos pluvioerosivos na concentração de sedimento em suspensão, obtve-se os resultados adiante considerados (Tabela 1) e transcritos graficamente (Figura 3), responsáveis pela interpretação da presente análise.

Num primeiro momento pode-se estabelecer certa vinculação com o comportamento pluviométrico. Conforme pode-se constatar, a oscilação da curva de concentração de sedimento em suspensão (CSS) apresenta um certo retardo em relação às ocorrências pluviométricas, o que demonstra evidente participação da "capacidade de campo" (conforme Mota, 1981, a capacidade de campo, "é o total de água retida no solo depois que o excesso de água tenha sido drenado e a razão do movimento descendente tenha decrescido materialmente; um estado usualmente atingido em dois ou três dias, depois da chuva ou irrigação").

Assim, pode-se inferir que as ocorrências pluviométricas, após período de estiagem prolongada, inicialmente respon-

TABELA 1 - DADOS RELATIVOS A (1) Concentração de Sedimento em Suspensão (mg/l); (2) Altura de Régua (Cm); (3) Precipitação (mm); (4) Descarga Líquida (m³/seg) e (5) Descarga Sólida (ton/dia). Ribeirão João Leite, em Goiânia-GO, no período de 08.12.87 a 02.12.88.

Coluna:	1	2	3	4	5
Obs 1	44.20	222.00	12.40	18.20	69.50
Obs 2	36.80	301.00	1.60	24.40	77.60
Obs 3	51.20	231.00	3.30	16.00	70.80
Obs 4	152.90	231.00	2.70	16.00	211.40
Obs 5	92.70	217.00	16.20	14.20	113.70
Obs 6	59.90	219.00	1.50	17.50	90.50
Obs 7	47.00	233.00	37.30	16.30	66.20
Obs 8	156.90	207.00	0.00	15.40	208.70
Obs 9	309.20	200.00	1.20	12.60	336.60
Obs 10	94.20	199.00	10.90	13.00	105.80
Obs 11	140.30	214.00	25.90	14.20	172.20
Obs 12	95.90	243.00	0.90	19.70	163.20
Obs 13	108.70	199.00	0.00	13.00	122.10
Obs 14	48.20	232.00	0.20	16.20	67.40
Obs 15	226.80	230.00	7.20	15.10	294.80
Obs 16	82.50	251.00	0.00	19.90	141.80
Obs 17	62.70	197.00	16.30	14.30	77.50
Obs 18	233.20	224.00	10.90	22.00	424.60
Obs 19	143.60	231.00	34.90	16.00	198.50
Obs 20	69.80	268.00	70.20	21.90	132.10
Obs 21	106.40	360.00	6.00	35.00	321.70
Obs 22	94.20	268.00	21.10	21.80	177.40
Obs 23	56.00	248.00	0.00	19.20	92.70
Obs 24	106.20	279.00	17.00	24.90	228.50
Obs 25	50.20	295.00	12.60	27.00	117.10
Obs 26	88.30	270.00	14.20	23.50	179.30
Obs 27	93.30	286.00	6.10	25.50	205.60
Obs 28	49.40	301.00	15.50	28.80	122.90
Obs 29	38.20	296.00	43.30	27.10	89.40
Obs 30	4.90	340.00	15.20	33.00	14.00

Cont. TABELA 1

Obs 31	41.90	287.00	3.10	25.80	93.40
Obs 32	52.70	256.00	0.00	21.00	95.60
Obs 33	32.20	243.00	0.70	19.30	58.70
Obs 34	64.30	246.00	0.00	19.90	110.50
Obs 35	47.40	419.00	21.10	17.90	73.30
Obs 36	44.20	196.00	0.00	13.00	49.60
Obs 37	51.10	192.00	0.00	12.70	56.00
Obs 38	72.30	204.00	3.20	14.00	87.40
Obs 39	23.20	272.00	41.40	24.00	48.00
Obs 40	38.80	293.00	6.60	26.50	88.80
Obs 41	60.10	317.00	22.10	29.90	155.30
Obs 42	274.60	339.00	0.00	32.50	771.10
Obs 43	51.50	391.00	0.00	40.00	178.00
Obs 44	62.80	389.00	0.00	39.50	214.30
Obs 45	9.60	299.00	0.00	27.50	22.80
Obs 46	53.90	234.00	0.00	16.40	76.40
Obs 47	54.80	226.00	0.00	17.20	81.40
Obs 48	42.60	228.00	0.00	17.40	64.00
Obs 49	46.40	239.00	0.00	19.00	76.20
Obs 50	37.80	252.00	0.00	20.90	68.30
Obs 51	66.30	240.00	0.00	19.30	110.60
Obs 52	46.40	232.00	0.00	18.00	72.20
Obs 53	38.30	232.00	0.00	18.00	59.60
Obs 54	37.10	220.00	0.20	16.50	52.90
Obs 55	45.00	213.00	0.00	15.50	60.30
Obs 56	70.10	210.00	0.00	15.30	92.70
Obs 57	40.10	210.00	0.00	15.30	53.00
Obs 58	39.40	207.00	0.00	14.80	50.40
Obs 59	24.20	208.00	0.00	14.90	31.20
Obs 60	16.70	200.00	0.00	14.00	20.20
Obs 61	8.30	196.00	0.00	13.50	9.70
Obs 62	5.80	192.00	0.00	12.80	6.40
Obs 63	4.00	188.00	0.00	12.50	4.30
Obs 64	4.60	174.00	0.00	10.00	4.20
Obs 65	4.40	170.00	0.00	10.30	3.90
Obs 66	4.10	168.00	0.00	10.00	3.50
Obs 67	5.00	168.00	0.00	10.00	4.30
Obs 68	3.90	158.00	0.00	8.90	3.00
Obs 69	7.50	150.00	0.00	8.00	5.20
Obs 70	4.40	144.00	0.00	7.30	2.80

Cont. TABELA 1

Obs 71	10.30	147.00	0.00	7.70	6.90
Obs 72	11.90	122.00	0.00	4.80	4.90
Obs 73	25.70	174.00	6.70	10.60	23.50
Obs 74	19.30	162.00	0.40	9.20	15.30
Obs 75	20.40	149.00	0.00	7.90	13.70
Obs 76	18.40	150.00	0.00	8.00	12.70
Obs 77	103.00	181.00	0.00	11.50	102.30
Obs 78	83.00	190.00	1.50	12.70	91.10
Obs 79	97.00	233.00	0.50	18.30	153.40
Obs 80	208.00	245.00	22.80	20.00	359.40
Obs 81	111.70	246.00	0.50	20.20	194.90
Obs 82	176.90	231.00	0.00	17.90	273.60
Obs 83	264.20	198.00	0.00	13.80	315.00
Obs 84	78.00	205.00	23.00	14.50	97.90
Obs 85	70.00	199.00	0.00	13.90	84.10
Obs 86	52.60	197.00	13.90	13.70	62.30
Obs 87	79.40	198.00	2.30	13.80	94.70

dem pelo armazenamento hídrico superficial do solo, para em seguida influenciar no acréscimo da concentração de sedimento em suspensão, pela tendência crescente do fluxo por terra. Contudo, o solo encontrando-se saturado, mesmo em função de baixa pluviometria os efeitos na concentração de sedimento em suspensão podem ser significativos, o que justifica a ausência de correlação a ser considerada oportunamente (Tabela 2).

A título de exemplo, pode-se observar que o máximo de CSS registrado no dia 4 de janeiro de 1988 (309,2mg/l) não foi explicitado pela pluviófase imediata, representada por índices inferiores a 40mm/dia, mas pelo comportamento prévio que evidenciava estado de saturação hídrica da superfície. O exemplo do dia 22 de abril de 1988 (274,6mg/l) retrata bem o "efeito retardo", que inclusive implicou na enchente registrada.

Se por um lado a correlação entre a concentração de sedimento em suspensão-precipitação (P) é fraca, a concentração de sedimento em suspensão-descarga sólida (DS) é expressiva (Tab. 2), sobretudo quando as ocorrências pluviométricas refletem na descarga líquida (DL) ou vazão. Portanto, observa-se uma estreita correspondência entre as curvas de distribuição com a CSS e consequentemente a DS, inclusive com estreita correspondência entre os excedentes definidos pelas médias das respectivas séries.

Diante dessa primeira relação constata-se que o agravamento na CSS resulta sobretudo do processo de ocupação da referida sub-bacia, principalmente das vertentes imediatas ao curso principal, que tem implicado em substancial degradação da cobertura vegetal, como nos setores de expansão decorrentes do processo de urbanização.

Se se considerar aleatoriamente a média da série da CSS (69,09mg/l) como referencial de limite biotásico (conceito de Erhart, 1956, para caracterizar a condição de equilíbrio geocológico), constata-se de imediato que o período de chuvas implica num comportamento sazonal resistásico, o que demonstra um excedente de carga sólida que sem dúvida ultrapassa a própria capacidade de transporte. Tais índices podem ser caracterizados pelos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, em menor proporção, associados às ocorrências pluviométricas, que implicam no acréscimo do fluxo por terra e consequente efeitos erosionais.

TABELA 2 - COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE PEARSON

	VAR 1	VAR 2	VAR 3	VAR 4	VAR 5
Var 1	1,0000 (P = -)	0,1561 (P = 0,1488)	0,0927 (P = 0,3932)	0,1622 (P = 0,1332)	0,8862 (P = 0,0000)
Var 2	0,1561 (P = 0,1488)	1,0000 (P = -)	0,2870 (P = 0,0070)	0,9247 (P = 0,0000)	0,4100 (P = 0,0001)
Var 3	0,927 (P = 0,3932)	0,2870 (P = 0,0070)	1,0000 (P = -)	0,2410 (P = 0,0245)	0,1103 (P = 0,3093)
Var 4	0,1622 (P = 0,1332)	0,9247 (P = 0,0000)	0,2410 (P = 0,0245)	1,0000 (P = -)	0,4529 (P = 0,0000)
Var 5	0,8862 (P = 0,0000)	0,4100 (P = 0,0001)	0,1103 (P = 0,3093)	0,4529 (P = 0,0000)	1,0000 (P = -)

NOTA: Var. 1, concentração de sedimento em suspensão

Var. 2, altura de régua

Var. 3, precipitação (chuva)

Var. 4, descarga líquida (vazão)

Var. 5, descarga sólida

P = Probabilidade

TABELA 3 - MEDIDAS DESCRITIVAS SIMPLES

VAR.	MÉDIA	MEDIANA	VARIÂNCIA	DESV. PADRÃO	ERRO PADRÃO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
1	69,096	51,20	4.038,72	63,55	6,81	3,90	309,20
2	231,275	226,00	3.234,22	56,87	6,09	149,0	419,00
3	6,598	0,00	150,42	12,26	1,31	0,00	70,20
4	17,702	16,20	49,75	7,05	0,75	4,80	39,50
5	111,710	84,10	13.313,41	115,38	12,37	2,80	771,10

Com base em algumas medidas descritivas simples, referentes às variáveis envolvidas na presente análise (Tab. 3), pode-se perceber uma distribuição mais regular nas variáveis 4 (descarga líquida) e 3 (precipitação) e maior variação com relação a variável 5 (descarga sólida), motivada sobretudo pela variável 1 (concentração de sedimento em suspensão).

Partindo do princípio de que a precipitação implica no comportamento da concentração de sedimento em suspensão e na descarga líquida, as quais refletem no estado de descarga sólida, estabeleceu-se o coeficiente de correlação entre as variáveis envolvidas, cujos resultados encontram-se transcritos na Tabela 2.

Conforme se observou anteriormente, a correspondência entre precipitação e concentração de sedimento em suspensão se manifesta de forma mediata, o que implica em baixa correlação.

Alta correlação pode ser observada entre a concentração de sedimento em suspensão e descarga sólida, como era de se esperar, uma vez que a última resulta da relação entre a referida concentração com a descarga líquida. Tal fato pode ser comprovado através da representação considerada (Figura 1), que permite inferir um transporte médio de sedimento em suspensão, da ordem de 111,71 ton/dia. A mencionada correlação justifica inclusive a anomalia registrada no dia 22 de abril de 1988, quando de ocorrência de enchente, momento que se estimou perda de 771,10 ton de sedimento em suspensão (amostra nº 42).

Com o intuito de se demonstrar o grau de significância da chuva (x) na concentração de sedimentos em suspensão, bem como nas demais variáveis dependentes (y), elaborou-se cálculo de regressão simples entre as mesmas, cujos resultados encontram-se abaixo relacionados:

$$\text{Var. 01: } Y = 65,869x + 0,476$$

$$\text{Var. 02: } Y = 222,494x + 1,330$$

$$\text{Var. 04: } Y = 16,787x + 0,138$$

$$\text{Var. 05: } Y = 104,865x + 1,037$$

Deve-se observar que em função da baixa correlação entre as referidas variáveis, desconsiderou-se a necessidade de apresentar ajustamento de reta.

As variáveis correlacionáveis (Var. 01 x 05 e Var. 04 x 02) não foram representadas graficamente por serem dependentes, contudo, a título de informação, apresentaram a seguinte regressão:

$$\text{Var. 05: } Y = 0,537x + 1,608$$

$$\text{Var. 02: } Y = 99,483x + 7,447$$

Em síntese pode-se ratificar que a ausência de correlação entre a precipitação e demais variáveis dependentes encontra-se justificada sobretudo pelo comportamento hídrico do solo, que implica em reflexos imediatos, considerado "efeito retardo", conforme observou-se anteriormente. Contudo, apesar dos índices obtidos, através de análise particularizada de pluviófases, constata-se correlação elevada e imediata à partir do momento que a capacidade de campo é atingida, instante que o fluxo por terra implica numa relação praticamente direta da concentração de sedimento em suspensão.

4.1. ASSOREAMENTO

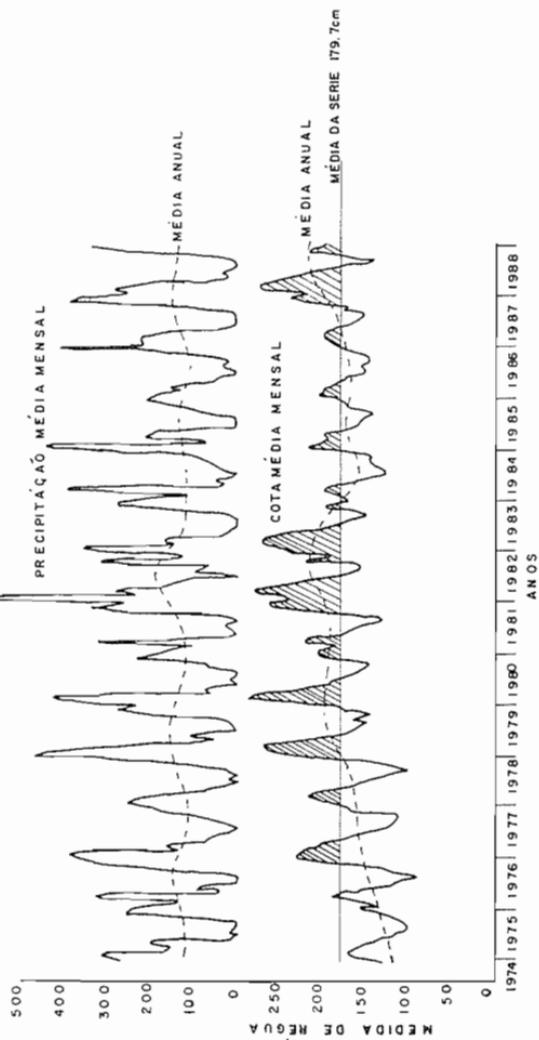
A análise das perdas, resultantes dos efeitos pluvioerosivos, que evidenciam condições resistânicas sazonais, permite inferir a possibilidade de tendência crescente de assoreamento, sobretudo ao se considerar o baixo ribeirão João Leite, onde o gradiente é inexpressivo (3m/km), momento que se desenvolve processo de meandração e respectivo desenvolvimento de planícies alveolares.

Considerando um transporte anual de 40.774,15 ton. de sedimentos em suspensão para uma sub-bacia de.....770,4375 km² (77.043,75ha), estima-se uma perda de aproximadamente 0,529ton/ha/a (tonelada/hectare/ano) de material.

Com base em pesquisa experimental realizada por Casseti (1983) na referida sub-bacia, constatou-se os seguintes índices de perdas por efeitos pluvioerosivos, conforme comportamento da cobertura:

Área total da Mata Tropical Estacional:	0,21 ton/ha/a
Área total de Pastagem:	0,130 ton/ha/a
Área de Cultivo (arroz):	41,650 ton/ha/a

FIG.4 - COTAS MÉDIAS MENSIS RIB. JOÃO LEITE . em CAPTAÇÃO J LEITE - GOIÂNIA



Tomando os valores acima como referenciais de análise, admite-se que apesar da sub-bacia do ribeirão João Leite encontrar, em sua maior proporção caracterizada por pastagens, os valores inferidos permitem concluir que as referidas perdas são agravadas pelas áreas destinadas a cultivo (presença significativa de horticultura), e em maior proporção, das próprias condições de uso relacionado a expansão de atividades urbanas.

Admitindo a possibilidade de assoreamento, considerando a descarga sólida estimada e a condição do gradiente, referido anteriormente, tentou-se a comprovação do fenômeno através de inferências indiretas. Para tal, representou-se o comportamento das cotas médias mensais obtidas na captação João Leite, referente ao período de 1975/88 (Figura 4). Conforme pode-se observar, entre 1975/82, é sensível a tendência crescente das referidas cotas, momento que se constata abrupto declínio (1983), para em seguida retomar a mencionada condição.

Com a intenção de se verificar a possibilidade de correlação entre o comportamento das cotas médias mensais com o ritmo das chuvas, transcreveu-se ou justapôs-se os referidos valores (precipitação média mensal), que refutaram tal relação. Diante disso, torna-se possível admitir que a ruptura na curva de tendência crescente esteja relacionada a própria dragagem do lago de captação, realizada sistematicamente, localizada nas imediações da estação pluviométrica.

Diante do exposto, tal fato de certa forma justifica o assoreamento admitido, o que também pode ser comprovado por moradores ribeirinhos que atestam a ausência de enchentes precedentes nas proporções da ocorrida entre os dias 22 e 24 de abril de 1988 (máximo de régua de 400cm), o que pode ser ratificado pela apresentação que se segue (Figura 5). Tais aspectos levam a entender a possibilidade de elevação do nível de base local, uma vez que não podem ser justificados pelas simples disritmias pluviométricas.

Ainda, um agravamento no nível de denúncias públicas pôde-se sentir, sobretudo no final de 1987, relativas ao elevado grau de turbidez contido na água distribuída à população. Conforme informações de funcionários da concessionária responsável pelo fornecimento de água para parte de Goiânia (Saneago), o tratamento era insuficiente para eliminar a total turbidez decorrente

da elevada concentração de sedimentos em suspensão. Ainda, a intensidade de assoreamento do lago de captação, motivado principalmente pela existência de gabião transverso (Figura 2) que permite o referido represamento, tem implicado na necessidade crescente de se proceder dragagem do mesmo.

Em síntese, através dos resultados de descarga sólida obtida, as condições morfológicas apresentadas (conforme já se considerou, o baixo curso encontra-se com declive em torno de 3m/km) e as evidências levantadas, torna-se possível admitir a existência de assoreamento, o que sem dúvida tem implicado em acréscimo de gastos públicos, visando manter as condições da água nos padrões de qualidade estabelecidos pela OMS. Deve-se observar contudo, que tais efeitos encontram-se relacionados principalmente ao grau de apropriação e uso indevido das vertentes que integram a referida sub-bacia, bem como da própria planície de inundação.

Além do agravamento do estado de saída dos sedimentos, que tem implicado em assoreamento, as atividades antropogênicas consideradas, tem inclusive promovido a contaminação das águas fluviais da referida sub-bacia, sobretudo pelo emprego de agrotóxicos.

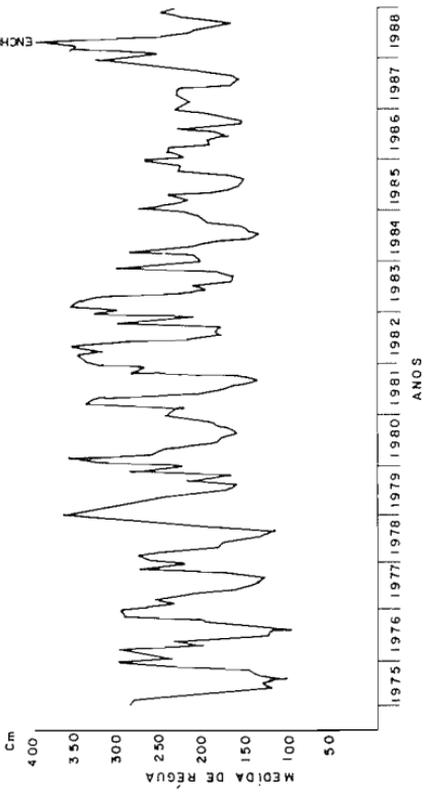
4.2. QUALIDADE DE ÁGUA

Com base em análises de qualidade de água no ribeirão João Leite, realizada pela Saneago (1987/89), selecionou-se alguns elementos que se julgou de importância para comentar, os quais foram transcritos em representação que se segue (Figura 6).

Diante dos valores obtidos, pode-se admitir que as referidas águas encontram-se com teor de oxigênio disponível acima do mínimo permissível (5ml/l), ou seja, em torno de 6,6 a 8,6mg/l. Contudo, deve-se observar a possibilidade de uma tendência decrescente a partir de 1989, o que também se constatou entre o final de 1987 e início de 1988, considerando a média da série calculada (7,2mg/l).

Ainda deve-se constatar que apesar dos valores representados encontrarem-se acima do índice mínimo permitido, os mes

FIG.5 - COTAS MÁXIMAS MENSAIS RIB. JOÃO LEITE (C.J.LEITE)
1975/88



mos não eliminam a possibilidade de eutroficação progressiva, sobretudo ao se admitir o crescimento generalizado do emprego de nitratos e fosfatos no cultivo de alimentos.

O pH próximo ao neutro (média de 7,5), encontra-se aquém do índice máximo permissível que é de 9,0, quando o teor de alcalinidade propicia o desenvolvimento de algas, implicando em possibilidade de eutroficação.

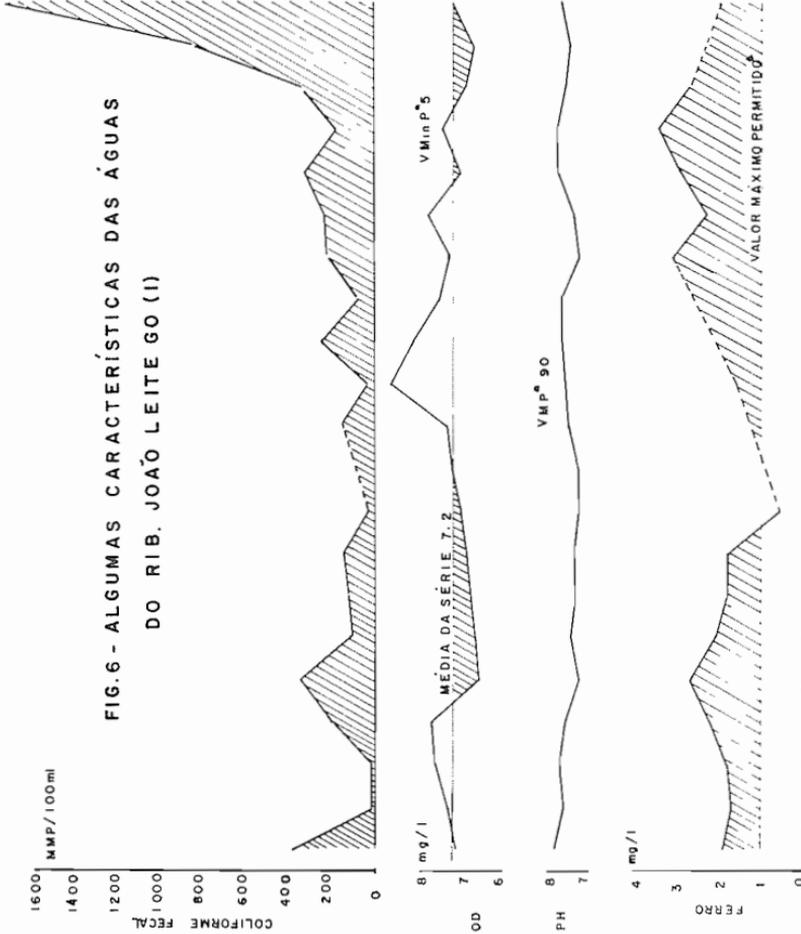
Os demais elementos representados (Figura 6) evidenciam preocupação. Os teores de ferro total contido nas águas ultra passam o valor máximo permissível que é de $1\text{mg}/\ell$, quando se constata média de $2,2\text{mg}/\ell$. Observa-se ainda, que o mesmo apresenta uma provável tendência crescente, o que pode ser inferido através da média da série: "superavit" à partir de setembro de 1988, que atinge um máximo de $3,4\text{mg}/\ell$ em janeiro. Tais índices contudo, podem ser, de certa forma, justificados pela significativa presença de magnetita nas litovariâncias do complexo gábrico, o que ratifica a tendência crescente do assoreamento estimado.

Por último deve-se evidenciar o elevado teor de coliforme fecal contido nas águas do ribeirão (média da série de 2.923 NMP/100 ml), que apresenta uma tendência crescente, estimada sobretudo à partir de fevereiro de 1989, com índice máximo de 17.994 NMP/100 ml em abril. Tal fato constitui grande preocupação, uma vez que mesmo no período de elevada vazão a concentração é significativa, momento que deveria estar reduzida por diluição.

Conforme levantamento realizado em propriedades agrícolas ao longo do ribeirão João Leite e seus tributários, entre março à agosto de 1984, a SEMAGO constatou o emprego de 73 produtos agrotóxicos nas 81 propriedades entrevistadas (Tabela 4). Observa-se que dos referidos produtos, 42,5% são representados por inseticidas e inseticidas acaricidas, os quais encontram-se proporcionalmente relacionados à seguir (Tabela 5).

Conforme pode-se constatar ainda (Tabela 6), dentre os agrotóxicos levantados na Tabela 4, os inseticidas e inseticidas acaricidas encontram-se representados por 45,2% dos produtos pertencentes à classe toxicológicas I (altamente tóxicos), 45,2% à II (mediamente tóxicos) e 9,7% à classe III (pouco tóxicos). Em

FIG.6 - ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS
DO RIB. JOÃO LEITE GO (II)



CF. PORTARIA 36/889/77-MB
(I) MÉDIA C/ BASE EM 8 PONTOS DE COLETA AO LONGO DO RIBERÃO J. LEITE.

TABELA 4 - PRODUTOS QUÍMICOS LEVANTADOS DE ACORDO COM CLASSIFICAÇÃO E PERCENTAGEM EM RELAÇÃO AO Nº TOTAL DE PRODUTOS

PRODUTOS QUÍMICOS	Nº PRODUTOS	% NPC	NPrPd	%NPrPd
Inseticida e Inset. acaricidas	31	42,5%	163	201,2%
Fungicidas e Fung. acaricidas	22	30,1%	107	132,1%
Herbicidas	4	5,5%	14	17,3%
Adubos	12	16,4%	71	87,6%
Espalhantes adesivos(adjuvantes)	3	4,1%	9	11,1%
Calcáreos	1	1,4%	1	1,2%
TOTAL	73	100%	364	450,5%

TABELA 5 - INSETICIDAS ACARICIDAS LEVANTADOS

PRODUTOS QUÍMICOS	Nº PRODUTOS	% NPC	NPrPD	%NPrPd
Fosfo-clorado	2	6,5%	2	2,5%
Carbamato	3	9,4%	22	27,2%
Carbamato Clorado	1	3,2%	15	18,5%
Clorados	5	16,1%	17	21,0%
Fosforados	16	51,6%	86	106,2%
Dinitrocompostos	1	3,2%	1	1,23%
Piretróide	3	9,7%	20	24,7%
TOTAL	31	42,5%	163	201,2%

NOTA: NPC = nº produtos pertencentes a essa classificação dividido pelo número total de produtos levantados

NPrPd = nº propriedades que utilizam esse produto dividido pelo número de propriedade total (81)

TABELA 6 - LD₅₀ ORAL AGUDA (mg/kg PARA RATOS BRANCOS) DOS AGROTÓXICOS LEVANTADOS NA TABELA 4(**)

AGROTÓXICOS	I	% *	II	% *	III	% *	IV	% *
Inset. e Inset.Acaric.	14	45,2%	14	45,2%	3	9,7%	0	0
Fung.e Fung. Acaric.	1	4,5%	2	9,1%	2	9,1%	17	77,3%
Herbicidas	1	25%	2	50%	1	25%	0	0

TABELA 7 - LD₅₀ ORAL AGUDA (mg/kg PARA RATOS BRANCOS) DOS INSETICIDAS E INSETICIDAS ACARICIDAS LEVANTADOS NA TABELA 5(**)

INSETICIDAS E INSETICIDAS ACARICIDAS	I	% *	II	% *	III	% *	IV	% *
Fosfo-clorado	2	100%	0		0		0	0
Carbamato	1	33%	0		2	67%	0	0
Carbamato clorado			1	100%				0
Clorados	1	20%	4	80%	0		0	0
Fosforados	10	62,5%	5	31,3%	1	1,4%		0
Dinitrocompostos	0		1	100%	0		0	0
Piretróide	0		3	100%	0		0	0
TOTAL	14	45,5%	14	45,5%	3	9,7%	0	0

* Percentagem de cada classe em relação ao total de produtos pertencentes a mesma classificação.

** Classificação baseada no catálogo dos Defensivos Agrícolas, do Ministério da Agricultura: Fonte: SEMAGO, 1984.

segundo lugar vem os herbicidas, com 25,0% dos produtos pertencentes à classe toxicológica I, 50,0% à II e 25% à classe III.

Dos produtos listados (Tabela 4), constata-se um domínio dos fosforados, correspondente a 51,6% dos inseticidas acaricidas. Ainda, 62,5% dos fosforados (Tabela 7), pertencem a classe toxicológica I, 31,3% à II e apenas 1,4% a classe III. Deve-se observar, ainda, que apesar da baixa representação dos fosfo-clorados (6,5% dos inseticidas acaricidas), todos integram a classe toxicológica I.

Entrevistas mantidas com proprietários de pequenas áreas de plantio revelaram o emprego maciço de fertilizantes e agrotóxicos do tipo Herbadox e Furadan. Sabe-se que a concentração de nitratos e fosfatos implicam em eutroficação, respondendo pelo acréscimo de DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e tendência de extermínio da ictiofauna.

Conforme Compêndio de Defensivos Agrícolas (1985), o Herbadox, empregado no controle de ervas daninhas, tem como princípio atuante o Pendmethalin, que responde pela classe toxicológica III, enquanto o Furadan, que tem como princípio ativo o carbofuran, pertencente ao grupo dos carbamatos, integra a classe toxicológica I (altamente tóxico). Apesar dos carbamatos não possuírem atividade tóxica sobre o sistema nervoso, como os organo-fosforados, o efeito toxicológico do mesmo se manifesta imediatamente após o contato; portanto, a sintomatologia sempre será precoce, e os níveis sanguíneos muito aquém da dose letal média. Ainda, deve-se observar que os carbamatos são solúveis em água, o que agrava as condições no estudo de caso, uma vez que o uso do Furadan coincide com o início das chuvas, proporcionando grande possibilidade de contaminação, favorecida por ocorrência de enchentes.

Tal fato reflete ainda que mesmo os pequenos proprietários não estão isentos da dependência que a produção agrícola possui em relação às indústrias químicas, consequência das próprias relações de produção capitalista.

5. CONCLUSÕES

Com base nos valores apresentados, a correlação relativa entre a precipitação e a concentração de sedimentos em suspensão bem como a descarga sólida, evidenciam dois momentos da análise: 1) existência de correlação imediata, no período de chuva contínua, onde as estiagens são insignificantes, o que demonstra o efeito na própria capacidade de campo, responsável pelo fluxo por terra correspondente; 2) existência de correlação imediata, constatada após estiagens periódicas, responsáveis pela deficiência hídrica da superfície. A segunda situação, também vinculada à capacidade de campo, demonstra que após período de estiagem periódica ou sazonal, a deficiência hídrica do solo reduz o escoamento, sem contudo implicar numa relação direta de perda de sedimento, sobretudo no início das chuvas, quando muitas vezes o solo encontra-se mecanicamente desagregado por aração, visando o plantio cíclico, que implica em propensão dos efeitos pluvioerosivos. Contudo, após saturação do solo, o escoamento se intensifica e automaticamente implica na correspondência do acréscimo da concentração de sedimento em suspensão, o que se entendeu como "efeito retardo".

A resposta mediata ou praticamente imediata do grau de concentração de sedimento em suspensão com o respectivo comportamento pluviométrico demonstra o significado do fluxo por terra, resultante do processo de apropriação e transformação das vertentes e mesmo da planície aluvial. Tal fato implica em desmatamento generalizado, inclusive da própria mata ciliar ou galeria, eliminando os dispersores naturais dos efeitos morfogenéticos pluviais; ocupação das vertentes imediatas aos cursos d'água bem como da planície de inundação por cultivos; abertura de ruas decorrentes da indevida aprovação de novos loteamentos, além da construção de aterros em plena planície de inundação, que permitem a ampliação das áreas "susceptíveis" a ocupação, sem falar de cortes de pedúnculos de meandros, que agravam os efeitos erosivos decorrentes das alterações hidrodinâmicas.

Considerando os valores anômicos observados, em grande parte justificados pelas derivações impostas pelo homem, bem como as condições morfológicas observadas, como o fraco gradiente, acredita-se na possibilidade de tendência crescente de assoreamento, o que responde pela elevação do talvegue, implicando na qualidade física da água, bem como na intensificação dos fenômenos de

enchentes, como a registrada em 22 de abril de 1988, sem precedentes.

Deve-se considerar aqui que tanto a planície de inundação como determinados setores das vertentes imediatas, se constituem em áreas de grande risco, que deveriam ser preservadas ou utilizadas de forma racional. Conforme Hoyt (1942) "...em muitas áreas, o problema das enchentes não poderá ser completamente resolvido enquanto nossos cidadãos não reconhecerem que a natureza formou leitos fluviais, vales e áreas de transbordamento para o armazenamento temporário e para a evacuação das águas de enchentes. Enquanto o homem continuar a utilizar e ocupar esses leitos e planícies inundáveis como lares, fazendas, estradas e concentrações urbanas, serão inevitáveis os estragos materiais e as perdas de vida inflingidas pelas enchentes".

O uso agrícola das vertentes e planícies alveolares tem também proporcionado a concentração de agrotóxicos no leito, que além de representar prejuízo ao produtor rural, altera a composição da água e aumenta o risco de contaminação, considerando que parte significativa de Goiânia utiliza a mesma para o abastecimento público.

Com base nas observações consideradas, torna-se indispensável atenuar os efeitos pluvioerosivos, através da reconstrução da cobertura vegetal das áreas de risco e manejo do solo que prioriza as práticas conservacionistas. O emprego de agrotóxicos tem que ser contido, sobretudo aqueles de classes toxicológicas I e II, além do necessário esclarecimento aos proprietários quanto ao emprego de técnicas alternativas que atenuem os efeitos considerados.

A tendência crescente do processo de ocupação exige portanto um controle mais sério por parte das autoridades, no sentido de coibir a espontaneidade de uso e da agressividade ambiental observada, o que inclusive começa a refletir no acréscimo dos índices de cloriforme fecal. Tal fato exige providências que impliquem em alternativas técnicas naturais de pré-limpeza biológica de esgotos, como o uso de lama de clarificação e clarificação final por juncos e raízes em águas pré-depuradas.

Necessário se faz, acima de tudo, um planejamento de uso do solo que parta da definição de áreas de risco e respectivas formas de ocupação, e que o mesmo seja respeitado, sobretudo por uma administração séria.

Em síntese, pode-se concluir que o agravamento das condições ambientais encontram-se vinculadas aos seguintes fatores:

a) a aprovação de loteamentos em plena planície de inundação ou compartimentos de risco, que retratam o poder econômico das grandes incorporadoras e a dependência do "poder" municipal, que além de não possuir uma política séria de uso do solo, reflete o grau de dominação das relações de produção;

b) o uso do solo agrícola nos referidos compartimentos, com o emprego de agrotóxicos, que caracteriza o grau de irresponsabilidade dos proprietários, que muitas vezes ignoram as implicações ambientais e até mesmo a possibilidade de contaminação do próprio homem;

c) a inoperância dos órgãos responsáveis pelo controle de preservação ou proteção ambiental, que por encontrarem-se vinculados ao próprio poder municipal ou estadual, são estiolados pelas ditas relações de produção.

Concluindo, a propriedade privada da terra nas relações de produção capitalista responde pela "mercantilização" do espaço, ampliando o "espaço-mercadoria", independente das implicações de risco; o uso agrícola reflete a espontaneidade e imediatismo próprio do sistema vigente, cujo emprego crescente de agrotóxicos demonstra o grau de dependência da produção agrícola às respectivas relações de produção capitalista.

Enquanto o processo de organização indispensável para se atingir os desejos de uma existência digna e de respeito aos recursos oferecidos pela natureza não se concretize, necessário se faz sensibilizar a sociedade para o confronto através de lutas políticas, que se oponham à tendência de espontaneidade. Para tal, deve-se ressaltar que os recursos da natureza e as condições naturais da vida dos homens são patrimônio de todo o povo, mesmo num

sistema de produção onde os meios de produção são privados, o que faz com que os detentores dos referidos meios, ou detentores do capital, sejam responsabilizados pelos resultados de seu funcionamento. Ou ainda, conforme Feldman (1988) "o exercício do direito de propriedade está subordinado ao bem-estar da coletividade, conservação de recursos naturais e proteção do meio ambiente".

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASSETI, V. Estudos dos Efeitos Morfodinâmicos Pluviais no Planalto de Goiânia. Tese de Doutorado. FFLCH-USP, S. Paulo, 1983.
- ERHART, H. La Theorie bio-rexistesique et les problemes biogeographiques et paleobiologiques. Soc. Biogeogr., France, CNR(288): 43-53, 1956.
- FELDMAN, F. Ecologia não é Poseia. Rev. Senhor, S. Paulo (363) : 10-19, 1988.
- HOYTH, W. G. Discussion of BSCE. Flood Committes Report. Jour. Boston Society of Civil Eng., XXIX (2), 1942..
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Normas e Recomendações Hidrológicas. Anexo III - Sedimentometria. DNAEE, Brasília, 1970.
- MOTA, F. S. da. Metereologia Agrícola. Livr. Nobel S.A., S. Paulo, 1981.
- SANEAGO - Saneamento de Goiás S.A. Boletins de Controle de Qualidade de Água. Goiânia, 1987/88.
- SEMAGO - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Boletins relativos a levantamento de produtos químicos na sub-bacia do Ribeirão João Leite, Goiânia, 1984.