

## ESTIMATIVA DA DESNITRIFICAÇÃO NO VALE DO PARAÍBA PARA A FONTE AGROPECUÁRIA — PROGRAMA NITROBAL

\* José Luiz Ramela Bértoli  
\*\* Newton Custódio Dias  
\*\*\* Leni Alves Ferreira

\* Engenheiro da Divisão de Estudos de  
Águas Subterrâneas — CETESB  
\*\* Tecnólogo da Divisão de Estudos de  
Águas Subterrâneas — CETESB  
\*\*\* Chefe da Divisão de Estudos de Impacto Ambiental — CETESB

### ABSTRACT

The preliminary study of the cycle nitrogen in Rio Paraíba valley area was realized for knowing the existance of the possible pollution in ground water and to limit areas of bigger or smaller danger.

To determine the pollution coming from agropecuary source, it was considered the actual use of defensive agriculture and fertilizer use in the area of each municipality and the application of these defensive, in accord of the habits of the studied region, in each of the 15 mathematics model cell. To each municipality belonged to Rio Paraíba valley, were utilized information defined by different types of surface cover and its respective areas in the model. Areas showed in the map without any cover definition, after a visit "in loco", were recognized as pasture-ground or possible overflow areas, corresponding, consequently, to rice cultivate.

Semi-maps were prepared, showing different areas of occupation, the nitrogen rate applied to the soils, the residual nitrogen after absorption by plants and finally the process of denitrification. Another semi-map was prepared which shows to maximum concentration, that can be found in the recharge waters, starting from this source of pollution.

The loco nitrogen concentrations found on these maps are attributed to the reduced development in these agricultural areas, considering that for an estimate of future development in this region, a standard agricultural level was assigned and a series of semi-maps were prepared.

The self cleaning capacity of the soil was estimated through a consideration of the clay contents, humidity, recharge volume and transit time. Originally, an equation correlating clay contents with humidity in the non saturated zone was used.

### APRESENTAÇÃO

Na região administrativa do Vale do Paraíba, cujos recursos hídricos subterrâneos constituem o objeto de estudo deste trabalho para avaliação dos efeitos de suas fontes potencialmente poluidoras, as atividades agropecuárias constituem, provavelmente, ameaça à qualidade daqueles recursos.

Os dados apresentados no presente trabalho referem-se ao ano agrícola de 1976/1977 e foram levantados junto às delegacias agrícolas de: São José dos Campos, Pindamonhanga, Guaratinguetã; subordinados à DIRA (Divisão Regional Agrícola) de Pindamonhanga, órgão da Secretaria da Agricultura, que dispõem de informações relacionadas com os 32 municípios do Vale.

Foram acrescentadas as informações de Guararema e Santa Izabel, cujos dados se encontram na DIRA de São Paulo, e que são de importância para o Projeto Rio Paraíba, dada sua localização no Vale.

Levantaram-se então informações para 34 municípios, originando um relatório técnico 06 "Levantamento de Dados da Agropecuária do Vale do Paraíba" - de junho de 1978.

Após o levantamento de dados agropecuários que foram conduzidos na região de estudo

o seu processamento, no sentido de estabelecer as quantidades (taxas de aplicação) de compostos químicos por unidade de área, resulta o presente trabalho com os dados do NITROBAL - Nitrogênio Proveniente da Agropecuária no Vale do Paraíba, elemento cuja importância, em termos de qualidade de água é discutida no texto.

#### OBJETIVOS

O desenvolvimento e evolução das atividades da agricultura e pecuária na referida região, vêm exigindo uma aplicação cada vez mais intensa de fertilizantes e defensivos agrícolas, devido a expansão da terra cultivada e intensificação da produção agrícola, o que implica na aplicação de grande quantidade de fertilizantes e defensivos por unidade de área.

O Projeto Rio Paraíba, CETESB-ENCO, estudou o potencial de poluição do recurso água no Vale do Paraíba, com ênfase na poluição da água subterrânea. Desta forma, recorrem-se, para fins de estudo, diversas fontes de poluição potencial de água subterrânea, e a elas têm sido dedicados estudos especiais, na tentativa de quantificar sua contribuição à referida poluição.

Entre as fontes de poluição citadas, as atividades da agropecuária, pela natureza dos compostos nela aplicados, constituem assunto de interesse especial, no sentido de estabelecer os dados da NITROBAL - Nitrogênio Proveniente da Agropecuária no Vale do Paraíba.

#### FONTES DE POLUIÇÃO POTENCIAL AGROPECUÁRIA

##### Poluição de Nitrogênio em Área de Agropecuária - Generalidades

O nitrogênio é um elemento muito importante e faz parte da molécula das proteínas, sem as quais não existe vida.

Apesar do ar atmosférico representar cerca de 80% em volume de nitrogênio, as plantas não podem utilizá-lo para seu desenvolvimento, pois que a molécula de nitrogênio é inerte.

São poucas as enzimas capazes de captar o nitrogênio do ar atmosférico e aproveitá-lo para sintetizar as proteínas. As bactérias *Rhizobium*, *Clostridium*, *Azotobacter* e algumas algas do tipo de algas azuis, possuem estes tipos de enzimas. Na natureza são estes microrganismos que fornecem o nitrogênio para as plantas. Como fonte adicional de nitrogênio, podemos citar os compostos deste elemento formados através de relâmpagos durante as tempestades, que pode atingir até alguns Kg/ha/ano.

Para suprir a falta de nitrogênio do solo, adiciona-se artificialmente em forma de fertilizantes, para melhorar a produção.

A poluição de águas subterrâneas pelos nitratos é de interesse especial das autoridades de saúde pública. Nitratos em excesso podem causar "crianças azuis" "Blue Babies" (methemoglobinemia).

Em adição, a possível formação de "Nitrosamine" cancerígeno no estômago é aumentada com o consumo de água potável. O limite da concentração em nitrato é de 45 mg/l (10 mg/l expresso em N) quase em todos os países. No Brasil, o padrão de qualidade para água de abastecimento é de 10 mg/l de nitrato como N, de acordo com Decreto Federal nº 79.397 e Portaria nº 56, do Ministério da Saúde.

##### Transformações do Nitrogênio no Solo

O nitrogênio incorporado ao solo, como já referido inicialmente, está sujeito a uma série de reações bioquímicas de síntese, onde o desdobraimento, conforme o processo em que esteja envolvido, pode estar se ligando a compostos cada vez mais complexos ou mais simples. Os principais processos que podem ocorrer no solo, subsequentemente são os seguintes (Figura 1):

- a. Mineralização - Os vegetais superiores não absorvem o nitrogênio ligado a matéria orgânica à exceção de alguns compostos como certas amidas e ácidos nucleicos, fato esse porém de importância prática desprezível. São pois de máxima importância, os processos através dos quais a matéria orgânica do solo se desdobra em compostos mais simples, até atingir as formas amoniacal e nítrica. Por mineralização do nitrogênio, admitem-se, geralmente, os processos de transformação da matéria orgânica até a forma amoniacal.

- b. Imobilização - A imobilização do nitrogênio no solo resulta da assimilação microbiana, ou seja, da transformação de amônia e nitrato em compostos orgânicos celulares, tais como proteínas e ácidos nucleicos. Evidentemente essa imobilização não é permanente, uma vez que esse nitrogênio é liberado pela morte e decomposição dos microrganismos, ficando sujeito novamente aos processos de mineralização.
- c. Fixação - Neste processo o nitrogênio elementar transforma-se por redução em nitrogênio orgânico.
- d. Nitrificação - Neste processo o nitrogênio amoniacal é oxidado em duas fases, por dois grupos de bactérias autotróficas de finalidade especiais que obtêm quase toda a energia de que necessitam da oxidação de compostos inorgânicos. O nitrogênio reduzido oxida-se para nitrato ( $\text{NO}_3$ ).
- e. Desnitrificação e Volatilização - São determinadas condições que incluem principalmente drenagem e aeração deficientes do solo; o nitrogênio nítrico pode ser reduzido a formas gasosas, que podem passar para a atmosfera. A desnitrificação consiste no conjunto de reações de redução dos nitratos, enquanto o termo volatilização aplica-se mais apropriadamente à passagem do nitrogênio para a atmosfera.
- f. Variabilidade do Teor de Nitratos no Solo - O teor de nitratos no solo está sujeito a flutuações que, durante o ano, podem apresentar amplitude considerável entre os seus valores extremos. Tais variações estão bastante associadas aos regimes pluviométricos e de temperatura da região, como era de esperar, tendo em vista a influência do calor e da umidade sobre a atividade microbiana.

O nitrogênio que se incorpora ao solo através de qualquer processo e sob qualquer forma, está sujeito a diversos caminhamentos; ora constitui compostos mais complexos, ora se envolve em processos de desdobramento para compostos mais simples, até ser liberado novamente na forma elementar. De qualquer modo, acaba retornando à atmosfera, quer volatilizando-se do solo, quer despreendendo-se de organismos em decomposição ou de suas excreções.

Mesmo o nitrogênio arrastado por percolação na forma de sais solúveis, acabará atingindo o lençol freático; daí, passará para um curso de água, até atingir um lago ou oceano, de onde retornará à atmosfera pela decomposição do organismo que o tiver incorporado.

Esse caminhamento atmosfera-solo-atmosfera que o nitrogênio executa, constitui o ciclo de nitrogênio e representa uma das pedras angulares do estabelecimento e da manutenção da vida na terra. As diversas fases do ciclo do nitrogênio no solo não são exclusivas nem se desenvolvem segundo uma sequência invariável e irreversível. Às vezes, ocorrem simultaneamente, e há apenas predominância de uma ou de outra, conforme as condições que prevaleçam no sistema.

Estimativa da Poluição Potencial em Nitrogênio nas Áreas Cultivadas Representadas nos Mapas Topográficos. Taxa de Aplicação dos Fertilizantes, Densidade da Pecuária e Concentração de Nitratos nas Águas subterrâneas.

O estudo preliminar do ciclo do nitrogênio na área do Vale do Paraíba, é uma estimativa para conhecer a existência de um possível perigo de poluição nas águas subterrâneas e para delimitar áreas de maior e menor perigo. Para esta finalidade foram utilizados dados de diferentes tipos de cobertura de superfície, com definições que se encontram no Mapa Topográfico 1:50.000. As 10 definições encontram-se na Tabela 3.1.

Na Tabela 3.2, encontram-se dados referentes as 10 definições para cada município, ocupado em áreas, no modelo. Exemplo: No modelo, a área total é de 2.352  $\text{km}^2$ . O município maior no modelo é de Pindamonhangaba, com 395  $\text{km}^2$  de onde 89  $\text{km}^2$  são ocupados pela definição MTAC.

Em seguida, considerando as 10 definições verificadas no campo, foram estabelecidos dois grupos principais.

Áreas representadas no mapa sem nenhuma definição de cobertura, após visita no campo, foram verificadas como áreas de pastagem e áreas de possível inundação, correspondendo ao cultivo de arroz.

A representação sumária destes dados encontra-se na Tabela 3.3. De acordo com esta Tabela, o total de áreas cultivadas é de 32.800 hectares e de pastagem 120.050 hectares.

TABELA 3.1 - DEFINIÇÕES DA COBERTURA DE SUPERFÍCIE NO VALE DO PARAÍBA, CORRESPONDENTE AO MAPA TOPOGRÁFICO 1:50.000

ABREVIÇÃO	CÓDIGO	CONVENÇÃO
MFAC	1	Mata, floresta, cerrado, macega, caatinga (cheia)
MPAR	2	Mata, floresta, cerrado, macega, caatinga (parcialmente cheia)
CLTP	3	Cultura permanente
CLTT	4	Cultura temporária
INDF	5	Não definido (uso para pastagem)
URBI	6	Área urbana ou industrial
INUD	7	Área de inundação ou mangue (pântano)
APIN	8	Área de possível inundação (uso para arroz)
LAGO	9	Lagos, lagoas e represas
AREI	10	Areia

TABELA 3.2 - CONVENÇÃO (Km<sup>2</sup>) DE ACORDO COM OS MUNICÍPIOS

MUNICÍPIOS	ABREV.	MTAC	MPAR	CLJP	CLJT	INDF	URBI	INUD	APIN	IACO	AREI	TOTAL
Caçapava	CACV	9,4	5,4	7,1	12,7	183,9	14,1	13,8	17,8	5,5	0,3	270,0
C. Paulista	CHPT	3,2	1,1	0,0	11,7	87,7	6,8	17,1	5,0	1,8	0,7	135,0
Cruzeiro	CRUZ	0,0	0,0	2,7	1,2	58,8	10,8	0,0	1,5	2,7	0,3	78,0
Guararema	GUAM	39,2	65,6	0,0	1,0	83,7	9,4	0,0	8,1	0,0	0,0	207,0
Guaratinguetá	GUAT	2,7	2,7	15,9	14,6	160,4	15,5	22,5	14,3	6,5	1,4	256,5
Jacareí	JACR	9,2	7,4	11,1	0,0	86,2	19,8	14,7	12,5	2,1	0,5	163,5
Lorena	LORN	1,3	1,4	1,5	6,2	85,5	11,3	21,3	10,1	3,7	0,6	143,0
Pindamonhangaba	PIND	6,9	1,1	40,6	34,5	156,3	18,6	120,3	4,0	8,0	4,8	395,0
Roseira	ROSR	0,1	1,7	2,1	7,7	10,1	0,5	30,9	1,3	1,7	1,4	57,5
São José dos Campos	SJCA	10,6	3,1	10,3	6,5	176,5	60,9	44,1	38,9	6,9	0,8	358,5
Taubaté	TAUB	2,4	2,5	5,9	1,3	88,1	48,1	26,5	12,5	2,7	0,1	190,0
Tremembé	TREM	4,5	0,9	0,5	6,3	27,5	11,6	32,9	0,9	6,6	5,9	97,5
TOTAL		89,0	93,0	98,0	104,0	1.205,0	227,0	344,0	127,0	48,0	17,0	2.352,0

TABELA 3.3 - ÁREAS CULTIVADAS E NÃO CULTIVADAS\* (POR MUNICÍPIOS)

NOME DOS MUNICÍPIOS	ABREV	CULTIVÁVEL						NÃO CULTIVÁVEL						TOTAL
		CULTURA			STOT1	PAST	STOT2	MATA	INUD	LAGO	AREI	URBI	STOT3	
		CLTP	CLTT	APIN										
Caçapava	CACV	7,1	12,7	17,8	37,6	183,9	221,8	14,7	13,8	5,5	0,3	14,1	48,4	270,0
C. Paulista	CHPT	0,0	11,7	5,0	16,7	87,7	104,4	4,3	17,1	1,8	0,7	6,8	30,6	135,0
Cruzeiro	CRUZ	2,7	1,2	1,5	5,4	58,8	64,2	0,0	0,0	2,7	0,3	10,8	13,8	78,0
Guararema	GUAM	0,0	1,0	8,1	9,1	83,7	92,8	104,9	0,0	0,0	0,0	9,4	114,2	207,0
Guaratinguetã	GUAT	15,9	14,6	14,3	44,8	160,4	205,2	5,4	22,5	6,5	1,4	15,5	51,3	256,5
Jacareí	JACR	11,1	0,0	12,5	23,6	86,2	109,8	16,6	14,7	2,1	0,5	19,8	53,7	163,5
Lorena	LORN	1,5	6,2	10,1	17,8	85,5	103,4	2,7	21,3	3,7	0,6	11,3	39,8	143,0
Pindamonhangaba	PIND	40,6	34,5	4,0	79,1	156,3	235,4	8,0	120,3	8,0	4,8	18,6	159,6	395,0
Roseira	ROSR	2,1	7,7	1,3	11,1	10,1	21,2	1,8	30,9	1,7	1,4	0,5	36,2	57,5
S. José dos Campos	SJCA	10,3	6,5	38,9	55,7	176,5	232,2	13,7	44,1	6,9	0,8	60,9	126,3	358,5
Taubaté	TAUB	5,9	1,3	12,5	19,6	88,1	170,6	4,9	26,5	2,7	0,1	48,1	82,4	190,0
Tremembé	TREM	0,5	6,3	0,9	7,6	27,5	35,1	5,4	32,9	6,6	5,9	11,6	62,4	97,5
TOTAL		98.	104.	127.	328.	1205.	1533.	182.	344.	48.	17.	227.	819.	2352.

TABELA 3.4 - USO DO SOLO POR MUNICÍPIOS, COMPARAÇÃO DOS DADOS ANTIGOS E RECENTES

MUNICÍPIO	ÁREA TOTAL (ha)	ÁREA OCUPADA NO MODELO MATEMÁTICO (ha)	PORCENTAGEM DA ÁREA DO MODELO / TOTAL	MODELO MATEMÁTICO (DADOS ANTIGOS)							
				CLTP		CLIT		APIN (ARROZ)		PAST	
				ha.	% Tot.	ha.	% Tot.	ha.	% Tot.	ha.	% Tot.
Caçapava	36.500	27.000	74	710	2,62	1.270	4,70	1.780	6,59	18.390	68,11
C. Paulista	27.900	13.500	48	0	0	1.170	8,67	500	3,70	8.770	64,96
Cruzeiro	33.100	7.800	24	270	3,46	120	1,54	150	1,92	5.880	75,38
Guararema	26.200	20.700	79	0	0	100	0,48	810	3,91	8.370	40,43
Guaratinguetã	82.500	25.650	31	1.590	6,20	1.460	5,69	1.430	5,58	16.040	62,53
Jacareí	46.300	16.355	35	1.110	6,8	0	0	1.250	7,6	8.620	52,72
Lorena	45.200	14.300	32	150	1,05	620	4,34	1.010	7,06	8.550	59,79
Pindamonhangaba	71.900	39.500	55	4.060	10,28	3.450	8,73	400	1,01	15.630	39,57
Roseira	13.900	5.750	41	210	3,65	770	13,39	130	2,26	1.010	17,57
S.J. Campos	111.800	35.850	32	1.030	2,9	650	1,8	3.890	10,85	17.650	49,23
Taubaté	65.500	19.000	29	590	3,11	130	0,68	1.250	6,58	8.810	46,37
Tremembé	17.400	9.750	56	50	0,51	630	6,46	90	0,92	2.750	28,21
TOTAL	578.200	235.200	$\bar{X}=40$	11.030	-	10.370	-	12.690	-	120.470	-

TABELA 3.4.a - USO DO SOLO POR MUNICÍPIOS, COMPARAÇÃO DOS DADOS ANTIGOS E RECENTES

MUNICÍPIO	ESTATÍSTICA (DADOS RECENTES)								FACTOR DE CORREÇÃO DE ÁREA			
	CLTP		CLTT		ARROZ		PAST		(F) CLTP	(F) CLTT	(F) ARROZ (APIN)	(F) PAST (INDF)
	ha.	% Tot.	ha.	% Tot.	ha.	% Tot.	ha.	% Tot.				
Caçapava	2.329	8,05	1.230	3,37	1.800	4,93	18.390	50,38	3,07	0,72	0,75	0,74
C. Paulista	718	0,88	810	2,90	200	0,72	8.770	31,43	1	0,33	0,19	0,48
Cruzeiro	256	0,77	690	2,08	250	0,76	5.880	17,76	0,22	1,35	0,40	0,24
Guararema	4.870	18,59	770	2,94	-	0	8.370	31,95	1	6,13	0	0,79
Guaratinguetã	3.523	4,27	2.885	3,50	1.600	1,94	16.040	19,44	0,69	0,62	0,35	0,31
Jacareí	9.190	19,85	2.150	4,64	1.200	2,59	8.620	18,62	2,92	1	0,34	0,35
Lorena	-	0	370	0,82	400	0,88	8.550	18,92	0	0,19	0,12	0,32
Pindamonhangaba	8.962	12,46	2.296	3,19	2.000	2,78	15.630	21,74	1,21	0,37	2,75	0,55
Roseira	35	0,25	642	4,62	600	4,32	1.010	7,27	0,07	0,35	1,91	0,41
S.J. Campos	2.100	1,88	2.285	2,04	2.100	1,88	17.650	15,79	0,65	1,13	0,17	0,32
Taubaté	1.748	2,67	2.960	4,52	1.600	2,44	8.810	13,45	0,86	6,65	0,37	0,29
Tremembé	540	3,10	800	4,60	1.800	10,34	2.750	15,80	6,08	0,71	11,2	0,56
TOTAL	34.410	-	17.888	-	13.550	-	120.470	-	-	-	-	-



Os dados apresentados na Tabela 3.3, para cada célula do modelo matemático, referem-se às definições de acordo com mapas topográficos da década de sessenta.

Na Tabela 3.4 e 3.4.a, apresentam-se dados recentes para cada município. Esses dados foram comparados com os da Tabela 3.3, e foi calculado um fator de correção. Esse fator é usado no programa de computador para corrigir as áreas de cada célula cultivada.

#### Estimativa da Poluição Potencial em Nitrogênio Elaborado pelo Programa de Computador NITROBAL

O Programa "NITROBAL" foi feito na linguagem FORTRAN IV, para estimar a poluição potencial do nitrogênio em áreas agrícolas. Em princípio, este programa calcula também o balanço de água subterrânea pelos dados hidrológicos, e calcula a possível concentração de nitrogênio na água de infiltração. Os resultados são gravados em fita magnética e serão utilizados para imprimir semi-mapas do modelo matemático.

A operação do programa é a seguinte:

- a. Ler os dados de entrada para cada município: nome, taxa de aplicação de nitrogênio para cada cultura, fator de correção de área para cada município e cada tipo de cultura;
- b. Ler os dados de proporção de nitrogênio utilizados pelas plantas, para cada tipo de planta;
- c. Ler o coeficiente caracterizando a desnitrificação na área total;
- d. Imprimir, para conferir os dados de entrada;
- e. Ler os dados hidrológicos e de cobertura de terra da primeira célula. Calcular a recarga e o balanço do nitrogênio. Gravar os resultados na fita magnética e repetir para todas as células (1.549), do modelo matemático;
- f. Usar a sub-rotina GRID F1 para impressão dos resultados nos semi-mapas do modelo matemático.

Na Tabela 3.5, apresentam-se os dados de entrada do computador para cada tipo de cultura, para cada município. No caso da área de pastagem (pecuária) a taxa de nitrogênio foi calculada para o número de cabeça por hectare no material líquido e sólido eliminado pelos animais, apesar de que, no caso das plantas, 50% está sendo absorvido e volatilizado, no caso de pastagem somente 10% fica no solo como excesso e 90% será absorvido outra vez pelas plantas e volatilizado.

Os resultados da operação do programa são apresentados na Tabela 3.6 e 3.6.a. Tais dados referem-se a quantidade total de nitrogênio recebido pelo solo da área agropecuária, sem levar em consideração sua absorção pelas plantas e a volatilização.

Os mesmos balanços estão apresentados nos semi-mapas Figura 1.A e 1.B (concentração provável de nitrogênio na recarga) e os dados das taxas de aplicação dos compostos nitrogenados, conforme Figura 2.A e 2.B.

#### Estimativa da Nitrificação

A concentração de nitrato na água subterrânea em condição de "estado estável", ficará na mesma concentração do que na recarga.

O teor de nitrato na água subterrânea depende de dois processos principais:

- a. Absorção pela planta para produção de proteínas e;
- b. Desnitrificação.

As concentrações encontradas na área de pastagem representam teores referentes a pastagem natural. Nesses resultados de concentração na recarga, no caso de 30%, a desnitrificação é maior que os resultados efetivos nas análises de campo (Figura 3.5).

Para tentar calibrar o modelo de acordo com os dados de campo, o programa de computador foi rodado com uma taxa de desnitrificação de 70%. Os resultados desta maneira, ficaram mais próximos aos encontrados efetivamente no campo, e parecem mostrar que o processo de desnitrificação naquela área é bastante alta. Isto pode ser devido ao fato de que os solos são compostos de partículas finas e a existência de pluviosidade intensa na região.

#### Comentários

Um comportamento de semi-mapas Tabela 1, preparado na suposição de um processo de des

TABELA 3.5 - PROGRAMA NITROBAL (DADOS DE ENTRADA)

MUNICÍPIO	FATOR DE CORREÇÃO DE ÁREA				TAXA DE NITROGÊNIO (Ton/ha)			
	CLTP	CLTT	ARROZ	PECUAR.	CLTP	CLTT	ARROZ	PECUAR.
Caçapava	3.070	720	750	790	17	18	8	17
C. Paulista	1.000	330	190	480	27	13	15	14
Cruzeiro	220	1.350	400	240	1	13	0	13
Guararema	1.000	6.130	0	790	0	12	0	26
Guaratinguetã	690	620	350	310	0	18	16	14
Jacareí	2.920	1.000	340	350	19	23	16	16
Lorena	0	190	120	320	0	14	16	15
Pindamonhangaba	1.210	370	2.750	550	30	23	16	16
Roseira	70	350	1.910	410	0	20	16	16
S. José dos Campos	650	1.130	170	320	38	40	40	12
Taubaté	860	6.650	370	290	24	14	16	16
Tremembé	6.080	710	11.200	560	47	16	28	14

OBS.: 1. Taxa de Desnitrificação = 30%

2. Consumo pelas plantas CLTP, CLTT, Arroz = 50%, Pecuar. = 90%

TABELA 3.6 - NITROGÊNIO PROVENIENTE DA AGROPECUÁRIA (Ton/ano)

(TAXA DE APLICAÇÃO ATUAL)

MUNICÍPIO	ABRV	CLTP	CLIT	ARROZ	STOTAL	PECUAR.	TOTAL
Caçapava	CACV	12,1	16,5	10,7	39,3	248,5	287,8
Cachoeira Paulista	CHPT	0,0	5,0	1,4	6,4	59,8	66,2
Cruzeiro	CRUZ	0,1	1,6	0,0	1,6	18,5	20,1
Guararema	GUAM	0,0	1,2	0,0	1,2	173,9	175,1
Guaratinguetã	GUAT	0,0	16,3	8,0	24,3	68,8	93,1
Jacareí	JACR	21,2	0,0	6,8	27,9	48,9	76,8
Lorena	LORN	0,0	1,6	1,9	3,6	41,1	44,7
Pindamonhangaba	PIND	121,9	29,4	6,4	157,6	137,5	295,1
Roseira	ROSR	0,0	5,4	2,0	7,4	6,6	14,0
São José dos Campos	SJCA	25,6	26,0	26,4	78,0	67,8	145,8
Taubaté	TAUB	12,1	1,7	7,4	21,2	40,9	62,1
Tremembé	TREM	2,4	7,1	2,4	11,9	21,6	33,5
TOTAL	-	195,	112,	73,	381,	934,	1315,

TABELA 3.6.a - NITROGÊNIO PROVENIENTE DA AGROPECUÁRIA (Ton/Ano)

(TAXA DE APLICAÇÃO FUTURA)

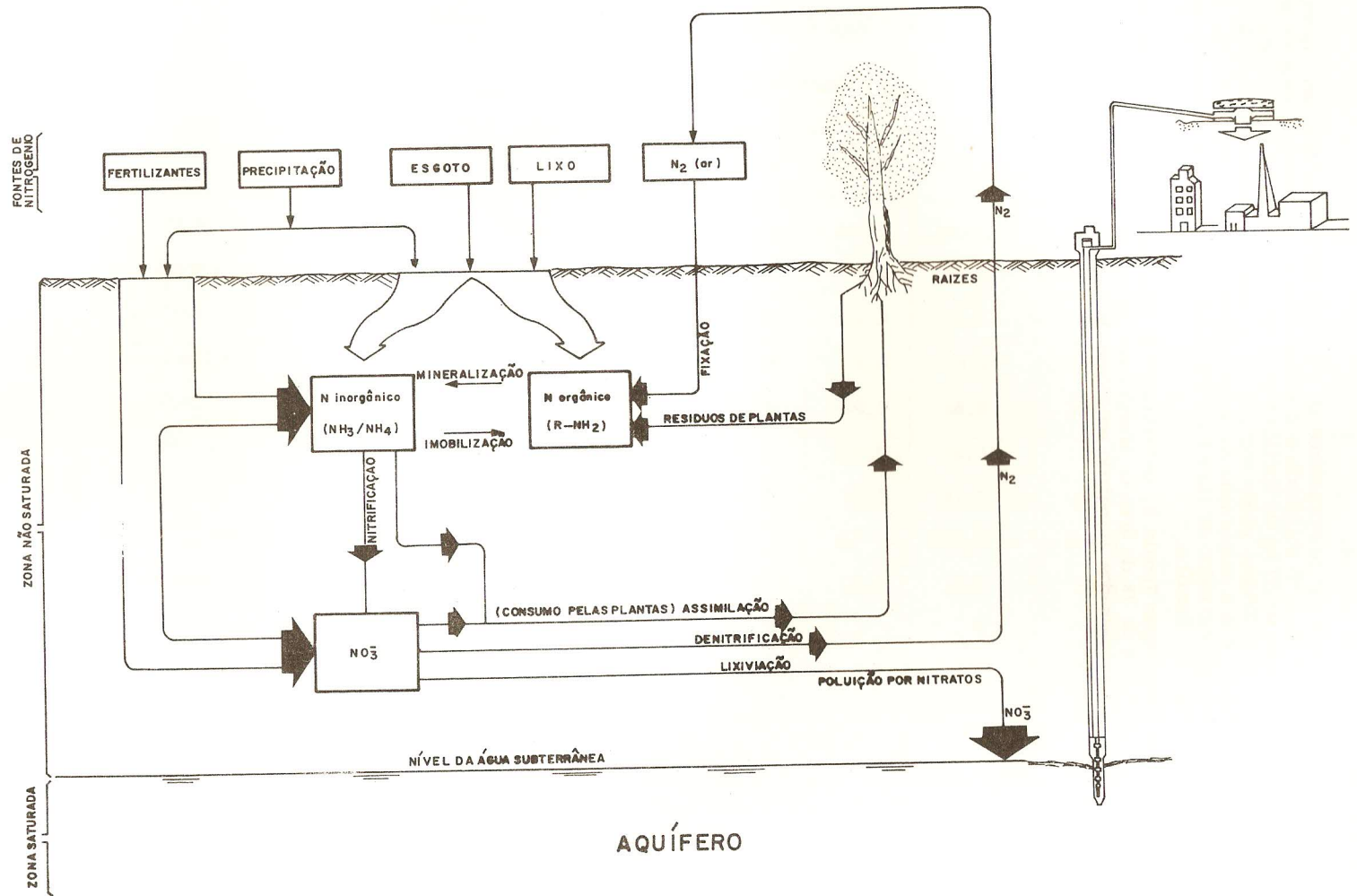
MUNICÍPIO	ABRV	CLTP	CLIT	ARROZ	STOTAL	PECUAR.	TOTAL
Caçapava	CACV	57,0	73,2	106,8	237,0	248,5	485,5
Cachoeira Paulista	CHPT	0,0	30,9	7,5	38,4	59,8	98,2
Cruzeiro	CRUZ	4,8	9,6	4,8	19,2	18,5	37,6
Guararema	GUAM	0,0	8,0	0,0	8,0	173,9	181,9
Guaratinguetã	GUAT	87,8	72,2	40,0	200,0	68,8	268,7
Jacareí	JACR	89,1	0,0	33,9	123,0	48,9	171,9
Lorena	LORN	0,0	9,4	9,7	19,1	41,1	60,2
Pindamonhangaba	PIND	325,0	102,1	32,0	459,1	137,5	596,6
Roseira	ROSR	1,2	21,7	10,0	32,9	6,6	39,5
São J. dos Campos	SJCA	53,8	52,0	52,9	158,7	67,8	226,5
Taubaté	TAUB	40,4	10,0	36,9	87,3	40,9	128,1
Tremembé	TREM	4,0	35,5	7,0	46,5	21,6	68,1
TOTAL	-	663,	425,	341,	1429,	934,	2363,

nitrificação de 70%, e baseado no nível atual baixo de desenvolvimento na agricultura, mostram que somente em áreas isoladas, o limite permissível em nitratos será ultrapassado na água de recarga.

Supõe-se que no futuro com melhoramentos de técnicas na agricultura, uma quantidade maior de fertilizantes será utilizada e a razão média de aplicação alcançará uma taxa normal ao elevado de 80 kg de fertilizantes (N), por hectares/ano. Ainda, estudos de campo mais detalhados, podem mostrar que a razão de desnitrificação de 70% calculada teoricamente com a calibração do modelo NITROBAL é um número otimista, e razões de 30 - 35% (encontrados em Israel e outros países) podem ser esperados em várias áreas do Vale do Paraíba.

O conjunto de semi-mapas Tabela 2, calculados com base nestas suposições extremas, mostram que em cerca de 7% de área do modelo, os limites de concentração de 10 mg/l (N), podem ser ultrapassados atingindo em alguns lugares, o número máximo de 40 - 43 mg/l de nitratos (N).

Fig. 1 - CICLO DO NITROGÊNIO



CONTOURUL PRINCIPAL DE ESTIMARE AL REZERVII UNICE

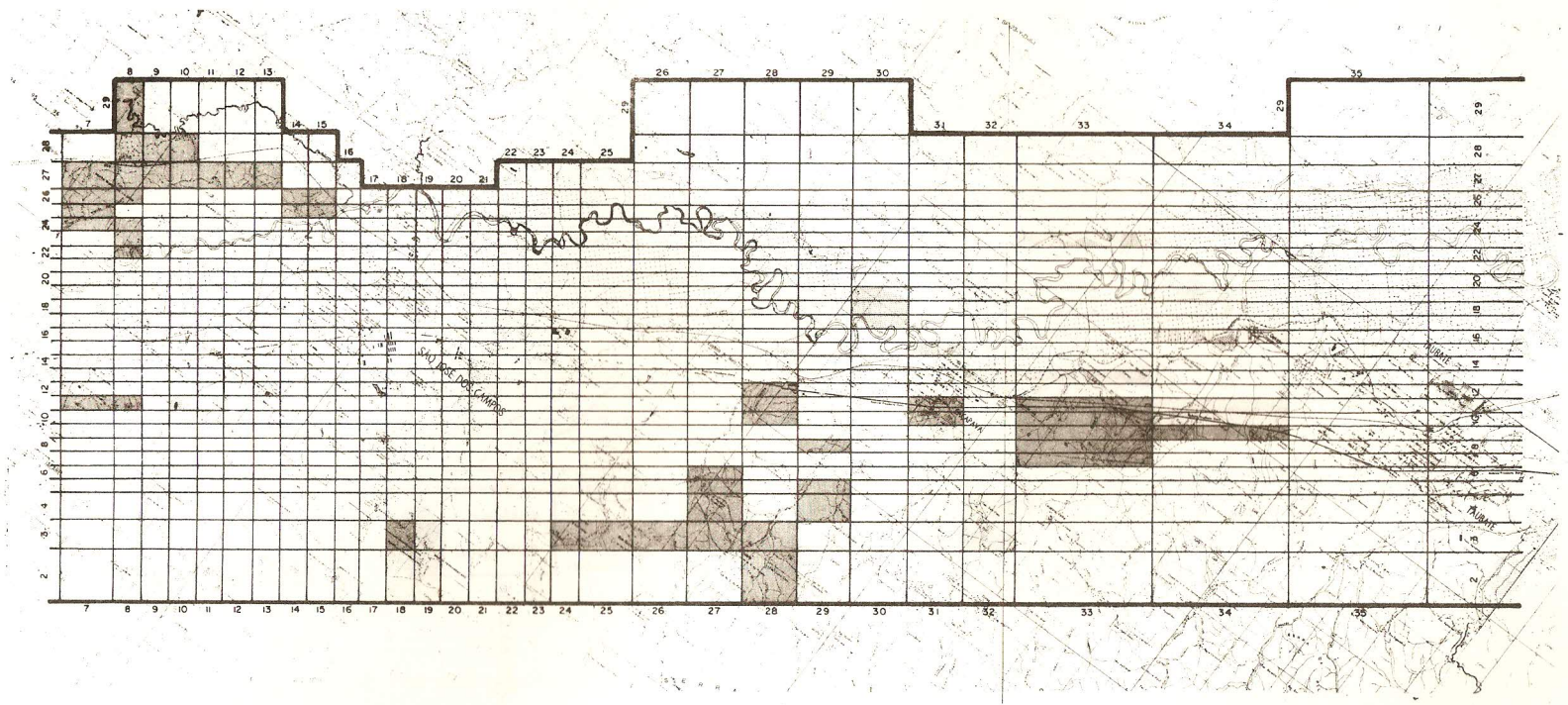
CLASĂ (MKS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	

# Semimapa 1

CONTOURUL PRINCIPAL DE ESTIMARE AL REZERVII UNICE

CLASĂ (MKS)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	

# Semimapa 2



**FIGURA 1a**  
**POLUIÇÃO AGROPECUÁRIA**

Concentração provável de nitrogênio

LEGENDA

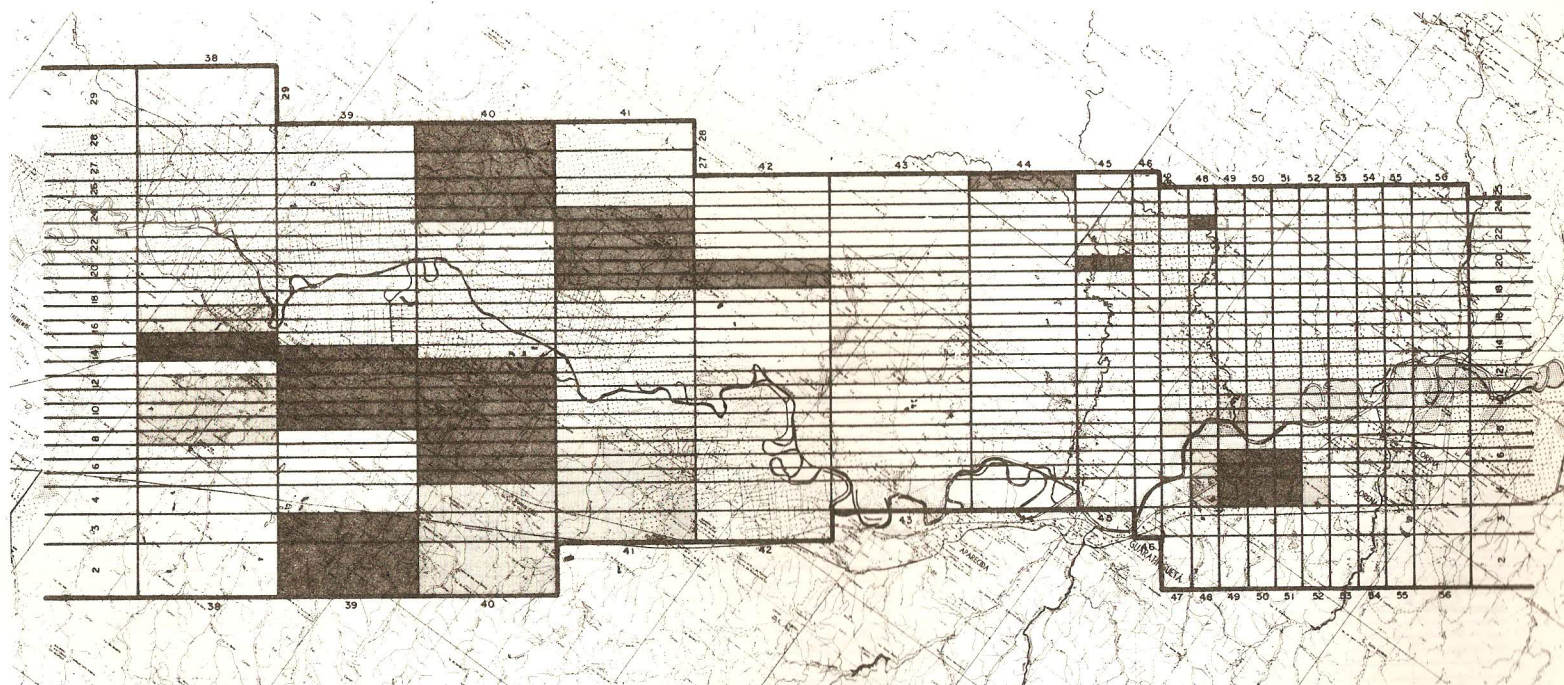
0 - 5 mg/l

5 - 10 mg/l

> 10 mg/l

denitrificação 30%








**FIGURA 1b**  
**POLUIÇÃO AGROPECUÁRIA**

Concentração provável de nitrogênio

LEGENDA

0 - 5 mg/l 

5 - 10 mg/l 

> 10 mg/l 

denitrificação 30%

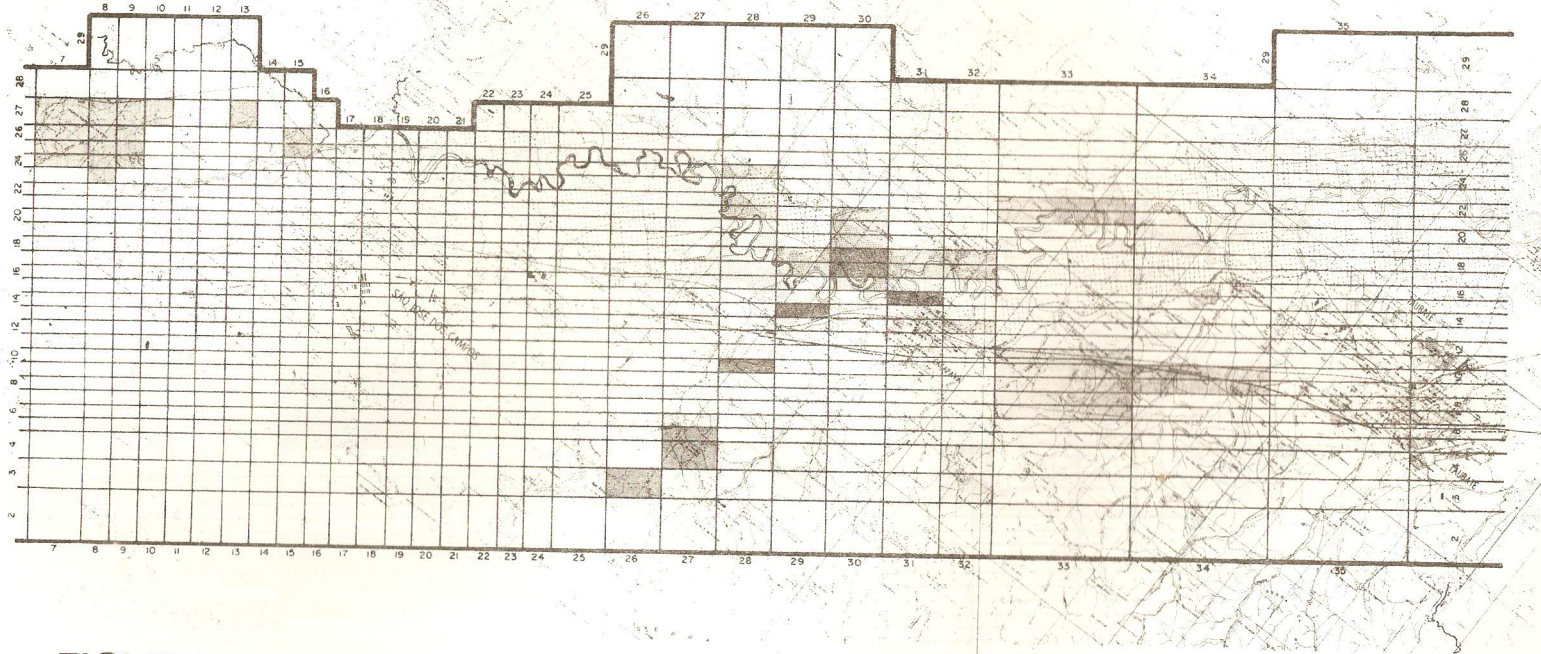


FIGURA 2a  
 POLUIÇÃO AGROPECUÁRIA

Taxa de aplicação de nitrogênio

LEGENDA

- 0 - 20 kg ha·ano
- 20 - 40 kg ha·ano
- > 40 kg ha·ano

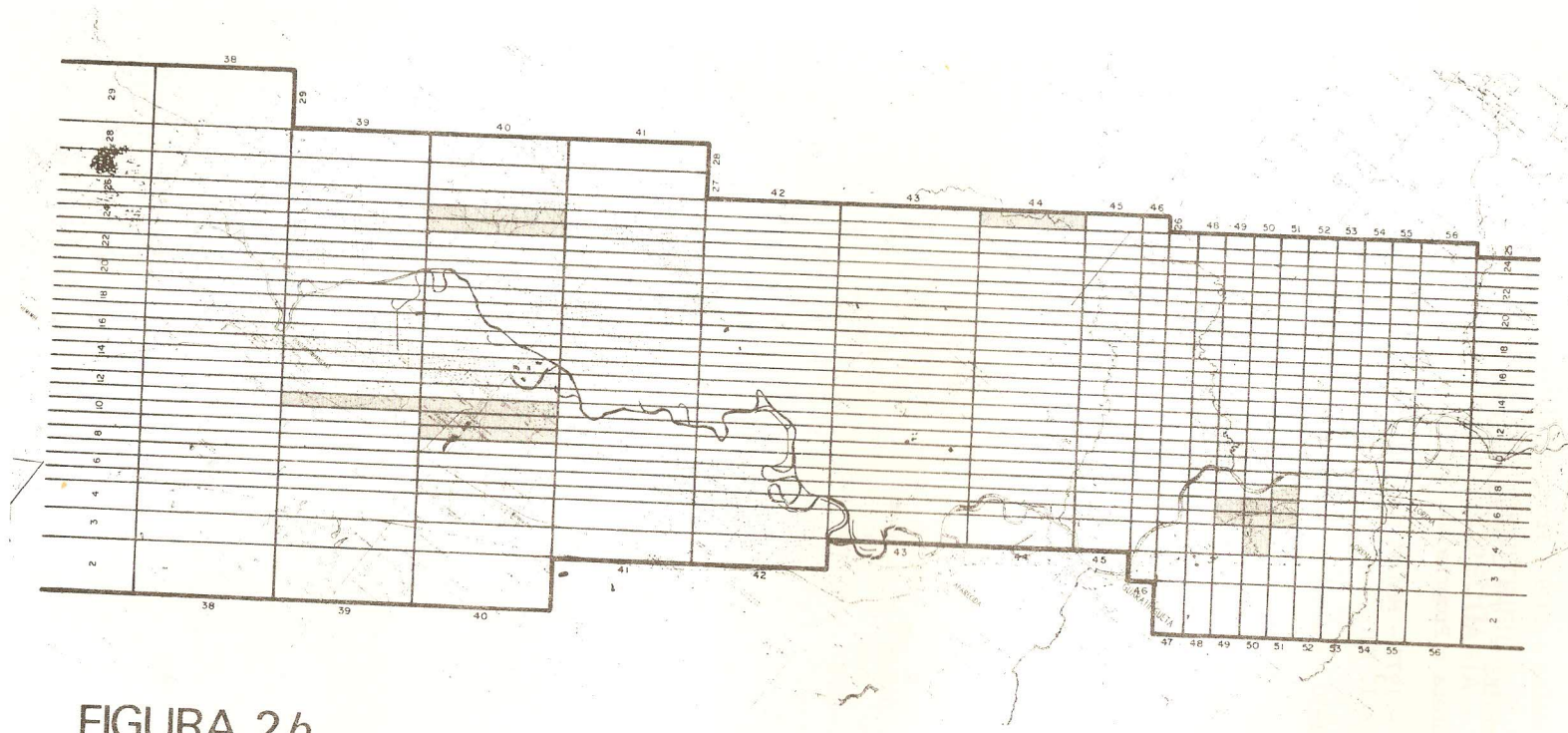


FIGURA 2b  
 POLUIÇÃO AGROPECUÁRIA

Taxa de aplicação de nitrogênio

LEGENDA

- 0 - 20 kg ha·ano
- 20 - 40 kg ha·ano
- > 40 kg ha·ano

BIBLIOGRAFIA

CETESB - Projeto Vale do Paraíba - 1978 - Levantamento Agropecuário - R.T. 06.

CETESB - Projeto Vale do Paraíba - 1979 - Programa Nitrobal - R.T. 08

CETESB - Projeto Vale do Paraíba - 1978 - Programa LUVAP - R.T. 03

BUCKMAN/BRADY - 1974 - Natureza e Propriedade dos Solos - 3.<sup>a</sup> Ed., 594 p.

KURT VON HERIWING, et alli - 1977 - Manual de Herbicidas, Desfolhamentos, Dessecantes e Fitorreguladores - 1.<sup>a</sup> Ed.

GALLO DOMINGOS, et alli - 1970 - Manual de Inseticidas, Pragas das Plantas e seu Controle - 1.<sup>a</sup> Ed.