

255.1 69IN

II.332.1

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Higiene e Saúde Pública

hyg. 44

INVESTIGAÇÃO SÔBRE O COMPORTAMENTO E  
APLICABILIDADE DE FILTROS LENTOS NO BRASIL

ENG.º IVANILDO HESPANHOL

São Paulo

1969

255.1-69IN-4178

II. 332.1

827  
BR 69

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Faculdade de Higiene e Saúde Pública

# INVESTIGAÇÃO SÓBRE O COMPORTAMENTO E APLICABILIDADE DE FILTROS LENTOS NO BRASIL

ENG.º IVANILDO HESPANHOL

LIBRARY

Ref

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE  
CENTRE FOR WATER SUPPLY  
AND SEWERAGE  
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, 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, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

4178.  
255.1 69IN

São Paulo  
1969

*Trabalho realizado no Departamento de Saneamento da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo, com a colaboração da Organização Panamericana da Saúde/Organização Mundial da Saúde.*

ÍNDICE

	Página
Sumário	iv
Summary	v
1. Introdução.....	1
Histórico.....	1
Finalidades dêste trabalho.....	5
2. Filtração lenta-conceitos e tendências atuais.....	8
2.1 - Conceito.....	9
2.2 - Tendências atuais.....	13
a) Experiência brasileira.....	13
b) Experiência de Costa Rica.....	14
c) Experiência Soviética.....	26
3. Filtros lentos do Brasil .....	33
Relação dos filtros lentos segundo os Estados.....	34
4. Levantamento das condições dos filtros lentos no Brasil..	36
4.1 - Critério para a Seleção das Instalações a serem ins- peccionadas.....	37
4.2 - Elementos colhidos e análises efetuadas em cada ins- talação inspeccionada.....	38
4.2.1 - Elementos genéricos colhidos.....	38
4.2.2 - Análises e exames efetuados.....	39
4.3 - Instalações Inspeccionadas.....	40
5. Descrição das Instalações inspeccionadas e observações sô- bre suas características construtivas, de operação e manu- tenção.....	42
5.1 - Ribeirão das Neves (MG).....	42
5.2 - Bonsucesso (MG).....	45
5.3 - Claudio (MG).....	46

	Pág.
5.4 - Santo Antônio do Amparo (MG).....	49
5.5 - Itaúna (MG).....	50
5.6 - Rio Claro (RJ).....	51
5.7 - Lídice (RJ).....	53
5.8 - Queluz (SP).....	55
5.9 - Pariquera-Açu (SP).....	57
5.10- Jacupiranga (SP).....	60
5.11- Monteiro Lobato (SP).....	61
5.12- Nazaré Paulista (SP).....	61
5.13- Bom Jesus dos Perdões (SP).....	64
5.14- Louveira (SP).....	65
5.15- Cajamar (SP).....	67
5.16- Taquaritinga (SP).....	68
5.17- Nuporanga (SP).....	69
5.18- Cajuru (SP).....	71
5.19- Santo Antônio da Alegria (SP).....	72
5.20- Braúna (SP).....	74
6. Conclusões.....	76a
6.1 - Comportamento dos filtros.....	76a
6.1.1 - Características de projeto e construção....	76a
a) Número de unidades e área de filtração..	76a
b) Controladores de vazão.....	76b
c) Medidores da perda de carga.....	76c
d) Sistemas drenantes.....	76d
e) Entrada de água nas unidades filtrantes.	76d
6.1.2 - Características de operação.....	76e
a) Variação da altura de água sôbre a cama- da filtrante.....	76e
b) Contrôle da vazão.....	76e
c) Limites de perda de carga.....	76f
d) Lavagem e reposição da areia.....	76f
e) Maturação da areia.....	76f
f) Desinfecção da água filtrada.....	76g
g) Contrôle do efluente tratado .....	76g
h) Período de filtração entre lavagens.....	76g

	Pág.
6.1.3 - Características de manutenção.....	76h
a) Aspecto estético.....	76h
b) Reposição de aparelhos e acessórios...	76i
c) Reposição de material filtrante.....	76i
d) Produtos químicos para desinfecção....	76j
6.2 - Aplicabilidade de filtros lentos no Brasil.....	76j
6.3 - Pesquisas Programadas.....	76n
a) Estudo biológico da camada superficial.....	76o
b) Cobertura das unidades filtrantes.....	76o
c) Emprêgo de pré-filtros.....	76p
d) Emprêgo de antracito como material filtrante..	76p
e) Emprêgo de sistemas mistos.....	76p
f) Decantação de água floculada sôbre as camadas filtrantes.....	76q
g) Remoção de nematóides.....	76q
h) Remoção de vírus.....	76r
Referências Bibliográficas.....	76s
Anexo nº 1 - Exame Microscópico das amostras de areia cole tadas nos diversos filtros lentos inspecionados..	77
Anexo nº 2 - Informações genéricas e características cons- trutivas dos filtros inspecionados.....	79
1 - Ribeirão das Neves (MG).....	79
2 - Bonsucesso (MG).....	82
3 - Claudio (MG).....	85
4 - Santo Antônio do Amparo (MG).....	88
5 - Itaúna (MG).....	91
6 - Rio Claro (RJ).....	93
7 - Lídice (RJ).....	96
8 - Queluz (SP).....	100
9 - Pariquera-Açu (SP).....	104
10 - Jacupiranga (SP).....	108
11 - Monteiro Lobato (SP).....	111
12 - Nazaré Paulista (SP).....	111
13 - Bom Jesus dos Perdões (SP).....	115
14 - Louveira (SP).....	118
15 - Cajamar (SP).....	120
16 - Taquaritinga (SP).....	121
17 - Nuporanga (SP).....	123
18 - Cajuru (SP).....	126
19 - Santo Antônio da Alegria (SP).....	128
20 - Braúna (SP).....	131

## SUMARIO

Existê no Brasil uma quantidade muito grande de instalações de filtros lentos para tratamento de água de abastecimento público de pequenas comunidades.

O desconhecimento das condições de operação e manutenção dêsse sistemas e do grau de purificação que possibilitam às águas de consumo público tem deixado os engenheiros projetistas e as autoridades sanitárias em dúvida sobre a conveniência do emprêgo de filtração lenta.

Procurando fazer uma investigação do comportamento dêsse sistemas foram pesquisadas as diversas tendências e estágios de evolução da filtração lenta em diversos países. Paralelamente foram levantados, no Brasil, os sistemas em operação, em execução e em projeto, realizando-se visitas de inspeção a aproximadamente vinte por cento do total das instalações identificadas.

Concluiu-se que, apesar das características insatisfatórias verificadas nos projetos e nas instalações em funcionamento e mal gradadas as péssimas condições de operação, manutenção e administração constatadas, a filtração lenta se constitui num tratamento, principalmente do ponto de vista biológico, suficiente para satisfazer às exigências sanitárias das águas de abastecimento público dos pequenos centros populacionais do Brasil.

Entretanto a recomendação para a utilização em larga escala de filtros lentos, fica condicionada a uma melhoria dos níveis de projeto, a um aumento das possibilidades técnicas dos operadores e finalmente a um aprimoramento da mentalidade administrativa das autoridades diretamente vinculadas aos sistemas municipais de tratamento.

São apresentadas ao final novas pesquisas programadas, visando: melhor compreensão dos fenômenos desenvolvidos durante as diversas etapas da filtração lenta; extensão de sua aplicabilidade a águas mais turvas e poluídas e redução dos custos de instalação.

## SUMMARY

There are in Brazil a great number of slow sand filter plants for public water treatment in small communities.

The lack of knowledge of the operational conditions and maintenance of these systems, and of the degree of purification made possible to the public waters, has brought some doubt to the sanitary authorities and design engineers about the feasibility and modern applicability of slow sand filtration.

In order to study the behavior of such filters, a research was carried out on the trends and stages of slow filtration development in several countries.

At the same time, in Brazil, the systems in operation, in construction or only in the design stage, were considered in inspection visits to nearly 20% of the known plants.

In spite of unsatisfactory characteristics that were found in the design and in the working systems, very bad operation conditions of even maintenance and administration, it was concluded that slow sand filtration, from a biological viewpoint, is a kind of treatment quite feasible to meet the demand of good quality water in small Brazilian communities.

Nevertheless, the recommendation for a large scale use of slow sand filtration is conditioned to improvement of design, to an increase of the technical abilities of the operators, and last, to an improvement of the administrative aptitude of the authorities related to municipal treatment systems.

As a conclusion, there were introduced new planned researches for a better comprehension of slow filtration processes, their use on muddy and polluted waters and decreases in installation costs.



## 1. INTRODUÇÃO

### HISTÓRICO

A observação, pelo homem, da pureza e limpidês das aguas de fonte e a consideração de que estas tenham adquirido - tais características devido à sua passagem pelos solos naturais, talvés o tenham levado a criar os processos de potabilização que consistem na sua passagem através de leitos de areia convenientemente dispostos e estratificados.

O primeiro a utilizar tal processo foi John Gibb que construiu, no ano de 1804 em Paisley, Escócia, pequenos leitos filtrantes de areia.

Sòmente 24 anos depois, em 1828, James Simpson construiu grandes leitos filtrantes de areia com a finalidade de melhorar a qualidade da água de abastecimento de Londres, captada no Rio Tâmissa, pela concessionária dos serviços, a Chelsea Water Company of London.

Com êsses filtros pioneiros não se pretendia nada mais do que a remoção da turbidez, não havendo ainda a mais remota especulação sôbre os demais fenômenos que ocorriam paralelamente ao simples efeito físico de retenção de partículas suspensas nos interstícios do material filtrante.

Condicionados a essa modesta aspiração, os resultados obtidos foram considerados animadores, a ponto de levar a administração dos serviços de águas de Londres tornar obrigatória a pós 1855, a filtração de tôda a água superficial fornecida à população.

Porém, por volta de 1870, quando os métodos eficien -

tes de análise química da água desenvolvidos nos anos anteriores passaram a ser utilizados para a verificação da eficiência da filtração, uma grande onda de decepção minou o crescente entusiasmo dos construtores de filtros. A constatação de que uma purificação muito restrita do ponto de vista químico era efetiva pelos leitos filtrantes provocou o ceticismo e o desapontamento dos sanitaristas de então, uma vez que a matéria orgânica em si era considerada a principal causadora das doenças.

A fase negativa principiou a ser atenuada em 1881, quando Louis Pasteur isolando o *Bacillus anthracis*, causador do carbúnculo hemático, eliminou as teorias da geração espontânea e demonstrou que grande parte das doenças eram transmitidas através de germes específicos.

Logo em seguida, com o rápido desenvolvimento da microbiologia e devido à aplicação da moderna técnica bacteriológica à filtração das águas, pelo Professor P.F. Frankland em 1885, os filtros de areia passaram a ser encarados sob um aspecto absolutamente inédito e animador, pois as deficiências constatadas na purificação química eram compensadas pela magnífica redução de bactérias que os mesmos possibilitavam.

Firmados nessa moderna conceituação científica, os filtros de areia encontraram grande e rápida expansão não apenas na Inglaterra como também em toda a Europa e América.

Os filtros de areia, ou mais especificamente, os filtros lentos de areia que foram, cronologicamente os primeiros a serem desenvolvidos e cujo valor como unidade de potabilização de água é universalmente reconhecido, apresentam como justificativa clássica de sua eficiência, os tristes e célebres acontecimentos ocorridos em Hamburgo e Altona no século passado.

Hamburgo e Altona eram cidades adjacentes e ambas se serviam do rio Elba para seus abastecimentos públicos de água . Hamburgo distribuía aos seus habitantes a água do Elba sem nenhum tratamento e lançava seus esgotos no mesmo rio, na extremidade de jusante da cidade nos pontos 1, 2 e 3 indicados na Figura nº 1.

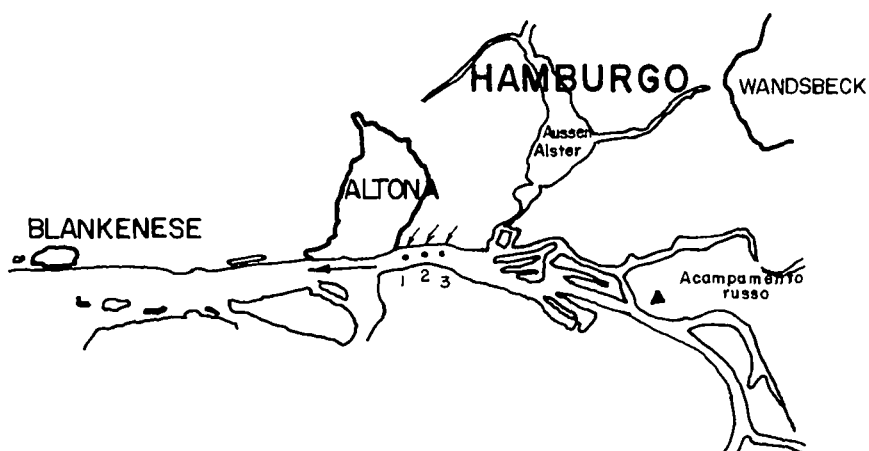


Figura nº 1 - Hamburgo e Altona na época da grande epidemia de cólera

A aproximadamente 13 quilômetros a jusante desses pontos, em Blanknese, as autoridades de Altona construíram uma tomada direta no Rio Elba, cujas águas, após captadas, passavam por um sistema de filtros lentos de areia para depois serem distribuídas aos seus habitantes.

O ano de 1892 foi caracterizado por terrível pandemia de cólera que atravessou o Vale do Ganges através da Pérsia, indo para a Rússia, Alemanha, Austria, França, Bélgica, Holanda, chegando a apresentar casos em cidades da America do Norte.

Nêste ano, um grupo de emigrantes russos, doentes ou convalescentes de cólera, em viagem para os Estados Unidos, acampados às margens do Elba, a aproximadamente 10 quilômetros a montante de Hamburgo, lançavam seus dejetos no rio, contaminando com o vibrio cólera as águas já enormemente poluídas.

Devido a isso, de 17 de agosto a 23 de outubro de 1892 foram registrados em Hamburgo 17.000 casos de cólera, evidentemente causados pela elevada contaminação do Rio Elba e pelas características do sistema público de abastecimento de água.

Os relativamente poucos casos ocorridos em Altona se originaram da zona limite entre as duas cidades, tendo provavelmente ocorrido com pessoas que tiveram acesso a água não filtrada distribuída à população de Hamburgo.

Isso é evidenciado pelas pesquisas epidemiológicas de Kock na Hamburger Platz, situada em Hamburgo, na região limítrofe entre as duas cidades que devido à dificuldades locais, se abastecia da água filtrada de Altona, através da rede existente em uma rua próxima. Esta era a única zona de Hamburgo que recebia água de Altona, e também a única área de Hamburgo que não apresentou um único caso de cólera, embora em suas vizinhanças se tivessem constatado uma grande incidência da doença.

O quadro abaixo, resume as características da epidemia nas duas cidades referidas:

Q U A D R O N º 1

EPIDEMIA DE C LERA DE HAMBURGO E ALTONA

CIDADE	POPULA O	N MERO DE MORTOS	MORTOS POR 10.000 hab.
HAMBURGO	640.400	8.605	134,4
ALTONA	143.000	328	23,0

FINALIDADES D STE TRABALHO

A introdu ção do filtro r pido de areia nos Estados Uni  
dos, pelos irm os Hyatts, por E.B. Weston, George W. Fuller e  
outros, em t rno do ano de 1883 e a sua ado ção em larga escala a  
partir de 1900, sobretudo nas grandes comunidades, trouxeram co  
mo conseq  ncia o gradativo abandono da utiliza ção de filtros  
lentos em sistemas p blicos de abastecimento de gua.

O desenvolvimento indiscriminado das id ias de que s o  
necess rias áreas excessivamente grandes, de que o investimento  
inicial  muito elevado quando comparado aos modernos filtros -  
r pidos de gravidade, ou ainda de que os processos de limpeza em  
pregam excessiva m o de obra e demandam grande disp ndio de tem  
po, ou que o processo n o  aplic vel para guas que possuem e  
levadas quantidades de mat ria suspensa, constituiu a base dos  
argumentos contr rios  ado ção de filtros lentos de areia.

Evidentemente, os filtros r pidos de areia constituem  
uma not vel contribui ção ao tratamento de água, tanto do ponto  
de vista pr tico e t cnico-científico como do ponto de vista e  
con mico-financeiro. Seus desenvolvimentos mais recentes que pos  
sibilitam taxas de filtra ção elevadíssimas, com a utiliza ção de  
camadas filtrantes duplas ou triplas e com o empr go de poliele

trólitos como auxiliares de coagulação e de filtração, vem revolucionando grandemente a técnica do tratamento das águas de abastecimento.

Entretanto, êsses processos altamente técnicos e especializados, impostos pelas condições de progresso e desenvolvimento humanos, também têm, paradoxalmente, suas possibilidades de aplicação ou utilização, limitadas por condições do progresso e desenvolvimentos humanos.

Nas zonas pouco desenvolvidas, ou em fase de desenvolvimento, como são os casos de enormes áreas do Brasil, que incluem também áreas do Estado de São Paulo, as disponibilidades técnicas avançadas ou mesmo ortodoxas são inexistentes. Nesses locais, de baixa densidade populacional, não existe especulação imobiliária tornando o custo dos terrenos praticamente nulos, e a oferta de trabalho, incrementada pelo êxodo rural faz com que o custo da mão de obra seja praticamente insignificante.

Êssas considerações comprovadas nos levantamentos de campo realizados eliminam dois dos grandes argumentos evocados contra a utilização da filtração lenta em pequenas comunidades.

Os outros dois, baseados no custo inicial das obras e na impossibilidade da utilização de água com turbidez muito elevada, estão ambos condicionados à pesquisa experimental orientada no sentido de melhoria das condições de projeto, e na elevação das taxas de filtração.

O que parece pouco justo, pelo menos do ponto de vista científico e econômico é que um processo de tratamento, de eficiência biológica largamente comprovada, seja, indiscriminadamente condenado e abandonado sem que se estude a sua aplicabilidade em casos específicos e sem que se verifique as suas enormes qualidades potenciais à luz da moderna pesquisa experimental.

O Seminário Inter-Regional de Purificação e Desinfecção de Água de Abastecimento (Inter-Regional Seminar on Purification and Disinfection of Drinking Water), realizado sob a égide da Organização Mundial da Saúde em Moscou e Kiev no período de 2 a 24 de setembro de 1968, embora convocado para discussão dos processos modernos de tratamento de água, dedicou diversas de suas sessões ao assunto de filtros lentos de areia. Numa dessas o Dr. H.J. Boorsma, Consultor da Organização Mundial da Saúde em assuntos de abastecimento de água e Chefe do Departamento de Química e Bacteriologia do Instituto Governamental de Abastecimento de Água da Holanda, abordou o problema dos filtros lentos sob um ponto de vista bastante objetivo e que coaduna perfeitamente com as condições reinantes em largas áreas de nosso País.

Utilizando as próprias palavras do Dr. Boorsma

"It is sure that water purifications plants will be built but it will take time and money. During the accelerated - development process there will be a shortage of skilled people whereas there will be plenty of unskilled people. As long as the training process has not met the needs for skilled people use should be made, if possible, of the excess of unskilled people".

"The modern treatment processes of surface water or ground water are mostly based on using a disinfectant as a safeguard. But the dosing of chlorine gas can fail if the supply of gas cylinders is stagnant for any reason or if spare parts for the technical equipment are not available on short notice".

"In tropical climates calcium hypochlorite is not durable after the tins are opened and the contents are in contact with humid air. The decay has to be checked by a laboratory and this is not always possible in isolated areas".

"There should be a second barrier in the interests of

health safety. For this reason it is really a pity that the biological system of slow sand filtration is slowly disappearing. Its merits are no longer understood because of the vast surface that is needed for it, and because of the labour-consuming upkeep of a slow sand filter to keep it in condition. This is understandable in highly developed industrial countries, where unskilled labor is scarce and expensive. The situation is not the same in younger developing countries, as long as there is still an over-supply of unskilled people".

"And what is more, the slow sand filter system is a barrier for health protection that is safer than any mechanical equipment".

Com a elaboração deste trabalho pretende-se verificar qual a verdadeira situação brasileira no que se refere ao tratamento de água em pequenas comunidades e estudar as características de projeto, o estado das instalações existentes, as condições de operação e manutenção e a mentalidade administrativa preponderantes nos serviços públicos de abastecimento de água que empregam filtros lentos de areia.

As informações obtidas nesse levantamento, desejamos que sejam como uma primeira contribuição para a compreensão das verdadeiras condições dos serviços de purificação de água das pequenas cidades de nosso interior, e que as conclusões delas induzidas possam trazer maiores elementos para julgar a viabilidade da utilização de filtros lentos de areia para abastecimento público de água em pequenas comunidades.

## 2. FILTRAÇÃO LENTA - CONCEITO E TENDÊNCIAS ATUAIS.

Como observado no primeiro item deste trabalho, os -



filtros lentos de areia foram introduzidos procurando imitar os processos naturais de filtração. Evidentemente pretendia-se unicamente uma ação puramente física ou mecânica, que consistiria na retenção, pelas camadas filtrantes, de partículas maiores que os interstícios existentes entre os grãos de areia. Agora se sabe que o que sucede realmente é uma enorme complexidade de fenômenos físicos, químicos, biológicos e bioquímicos, que embora estejam sendo estudados continuamente, ainda não apresentam explicação global satisfatória.

## 2.1 - Conceito

Conceitualmente, os filtros lentos de areia, são instalações com processos de tratamento, que através da passagem da água com velocidade reduzida por camadas de areia de granulometria especial e convenientemente estratificadas possibilitam a melhoria de suas características físicas, químicas e bacteriológicas, a ponto de torná-la própria para o consumo público.

O primeiro fenômeno que ocorre em um filtro lento de areia é a sedimentação das partículas suspensas na água sobre a superfície dos leitos filtrantes.

Admitindo-se uma velocidade de filtração de 0,2m/h e uma altura de água sobre a superfície da areia igual a 1 metro, ter-se-ia um período de detenção de 5 horas no próprio filtro, tempo suficiente para a sedimentação de uma parte das partículas suspensas. O próprio leito de areia, devido à pequena velocidade de filtração e aos numerosos e minúsculos "decantadores" constituídos pelos interstícios entre grãos, remove as partículas mais finas que não ficam retidas na superfície. A medida que os interstícios vão sendo obstruídos processa-se a retenção de partículas cada vez menores chegando à retenção de

partículas com dimensões submicroscópicas.

O material retido, constituído inclusive de matéria orgânica, torna-se gradativamente um "habitat" ideal para a proliferação de imensa variedade de microorganismos tais como bactérias, algas e protozoários. Paralelamente, a decomposição aeróbica da matéria orgânica provocada por bactérias aeróbicas, produz bióxido de carbono e água que permitem a síntese parcial de carboidratos e proteínas. A energia de respiração oriunda da decomposição em bióxido de carbono e água é utilizada na síntese de células de diversas substâncias.

O nitrogênio resultante dessas decomposições orgânicas é oxidado pelo oxigênio elaborado pela fotosíntese das algas.

A eliminação da matéria orgânica presente pode também ser justificada pelos fenômenos de adsorção que ocorrem simultaneamente, o que explicaria inclusive a redução da cor da água causada pela presença de substâncias corantes em solução.

O equilíbrio vital é mantido pela presença dos protozoários que subsistem mediante à ingestão das milhares de bactérias que proliferam no meio ambiente e que são deixadas na passagem da água através dos interstícios.

Tôda essa série de fenômenos complexos processa-se, normalmente numa camada de poucos milímetros de espessura, na superfície da areia. Muito raramente, a não ser que as características granulométricas da areia sejam diferentes das recomendadas, ocorre a penetração de microorganismos unicelulares a profundidades maiores.

É portanto, nessa camada biológica superficial que ficam retidas as impurezas incluindo as bactérias presentes na água.

Uma demonstração bastante evidente da grande quantidade de bactérias que ficam retidas nos primeiros milímetros da areia a medida que se processa o "amadurecimento" da zooglea, está contida no seguinte quadro:

Q U A D R O N.º 2

NÚMERO TOTAL DE BACTÉRIAS EXISTENTES NO EFLUENTE DE UM FILTRO LENTO DE AREIA ANTES E DEPOIS DA RETIRADA DA CAMADA SUPERFICIAL. (Extraído de C.E. Marshall, Microbiology 3ª edição; Philadelphia: P. Blakiston's & Co. 1921-página 324).

Condição da Camada	Bactérias por cm <sup>3</sup>
Antes da limpeza	42
1 dia após a limpeza	1.880
2 dias " " "	752
3 " " " "	208
4 " " " "	156
5 " " " "	102
6 " " " "	84

Procurando verificar quais as características biológicas das camadas gelatinosas que proliferam na superfície dos leitos filtrantes em operação no Brasil, e comprovar os conceitos já de âmbito universal que demonstram a eficiência dos filtros lentos na redução do conteúdo bacteriológico das águas de abastecimento, foram tomadas amostras de areia de tôdas as instalações visitadas para os correspondentes exames microscópicos.

Êstes exames realizados pelo Dr. Samuel Murgel Blanco

e Dra. Helena A.S.L. Pereira, respectivamente, Professor e Assistente da Disciplina Autônoma de Hidrobiologia do Departamento de Saneamento da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo, constaram das seguintes partes:

- a) Exame da areia, com microscópio estereoscópico, para permitir uma visão de conjunto e observação detalhada dos grãos de areia e possível aderência de matéria gelatinosa.

Este exame demonstrou que, ao contrário do que é mencionado por grande maioria dos autores que se preocupam com a biologia dos filtros lentos de areia, a matéria coloidal existente, nunca está aderente aos grãos de areia. Ocorrem apenas, grande quantidade de flocos que se situam, livremente, entre os grãos. Análogamente, as algas e os demais organismos presentes também não aderem aos grãos de areia, existindo livremente, entre eles.

- b) Observação ao microscópio bacteriológico do material da estrutura dos flocos para identificação e contagem de microorganismos presentes.
- 

Para isso realizava-se agitação enérgica do material, e, após a rápida sedimentação da areia observava-se o material em suspensão ao microscópio bacteriológico e se procedia à contagem dos flocos e das algas presentes.

Notou-se a presença de uma grande quantidade de flocos de matéria gelatinosa, de flocos de ferro e ainda de flocos mistos, com núcleo de ferro e envoltória de matéria gelatinosa contendo grande número de microorganismos.

Entre os microorganismos presentes havia predominância de algas diatomáceas, principalmente de suas frústulas ou carapaças silicosas que, resistindo aos processos de oxidação e decomposição biológica, tendem a permanecer possivelmente col-

matando os interstícios entre os grãos de areia.

O número de flocos e o número de algas por mililitro assim determinados são apresentados no Anexo nº 1.

Os resultados desse exame microscópico são aqui apresentados, unicamente como ilustração, pois constituem parte do trabalho que desenvolvemos em cooperação com o Prof. Samuel Murgel Blanco, no qual se pretende em um filtro experimental, acompanhar o desenvolvimento da camada biológica que se forma na superfície da areia dos filtros lentos.

## 2.2 - Tendências Atuais

Atualmente muitos pesquisadores em diversas partes do mundo têm se dedicado não unicamente a desvendar os intrincados fenômenos que se desenvolvem na película biológica, mas também a melhorar as condições de projeto, procurando o aproveitamento de águas que são, segundo nossa concepção atual, impróprias para serem tratadas através de filtração lenta. Achamos conveniente destacar por serem bastante significativos os resultados de algumas experiências que estão sendo, ou foram levadas a efeito no Brasil, Costa Rica e União Soviética.

### a) Experiência Brasileira

No Brasil, uma experiência que tem trazido bons resultados tanto do ponto de vista técnico como econômico é a das chamadas estações mistas. Algumas dessas, em operação no Estado de Minas Gerais foram projetadas pelo Departamento Nacional de Endemias Rurais (D.N.E.R.), destacando-se as de Bonsucesso, Viçosa, e Medina.

Essas estações de tratamento, além do filtro lento de

areia possuem pequena casa de química com equipamentos dosadores de sulfato de alumínio e de cal, misturadores, floculadores e decantadores. Durante os períodos de chuva, em que a água a ser tratada tem as suas características de turbidez e coloração agravadas, processa-se à coagulação e decantação antes de encaminhar a águas aos leitos filtrantes.

A estação de Bonsucesso, cuja descrição e detalhes a apresentamos no item 2 do Anexo nº 2 deste trabalho, utiliza o processo descrito durante dois, ou no máximo três meses por ano. Os meses restantes a água é filtrada diretamente, havendo unicamente sedimentação simples.

Infelizmente, a inexistência de contabilização de despesas não permitiu neste e nos demais filtros visitados, que se tivesse ordem de grandeza dos custos de instalação, de operação e de manutenção envolvidos, para que se pudesse afirmar com segurança sôbre as características econômico-financeiras do empreendimento. As informações prestadas sôbre a viabilidade - dêsses sistemas são muito vagas, uma vez que a entidade projetista e construtora (DNERu), executa as obras dentro de recursos orçamentários.

#### b) Experiência de Costa Rica

A experiência fornecida pelas condições de operação dos filtros lentos de San José da Costa Rica, durante a emergência vulcânica de 1963 a 1964, é poderoso argumento para o estímulo da pesquisa no que se refere a tratamento de águas com turbidez elevada através de floculação prévia e filtração lenta.

A cidade de Costa Rica, construiu em 1930, uma estação de filtros lentos na localidade de Três rios que tratava as

águas do Rio Tiribi. Constava de dois decantadores, cada um com 50 metros de comprimento, 40 metros de largura e 5 metros de profundidade média, dois filtros lentos, cada um com 50 metros de comprimento por 32 metros de largura.

A camada filtrante de areia tinha as seguintes características:

Espessura	- 0,90 m
tamanho efetivo	- 0,30 mm
Coefficiente de uniformidade	- 2,15

A produção desta instalação era de 200 l/s, o que, - corresponde a uma taxa de filtração de  $5,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$ . dia.

Em 1964, foi ampliada a captação do Rio Tiribi e se construíram mais três decantadores, dois deles com 60 metros de comprimento, 20 de largura, e 5 de profundidade média, e outro com 55 metros de comprimento por 14 de largura e 5 metros de profundidade média e mais três filtros lentos adicionais, cada um com 65 metros de comprimento por 30 de largura.

A produção deste novo conjunto era de 300 l/s e que equivalia a uma taxa de filtração de  $4,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$  / dia.

Durante os anos de 1963 e 1964, o vulcão Irazú, voltando após longo período, à atividade, passou a despejar cinzas tanto sobre a bacia do Rio Tibiri como sobre as instalações de tratamento.

Uma análise das águas do manancial, antes das erupções apresentava os seguintes resultados:

Q U A D R O N º 3

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS DO RIO TIBIRI ANTES DAS ERUP-  
CÕES VULCÂNICAS

TURBIDEZ	15 ppm
TEMPERATURA	18,5 °C
PH	7,6 ppm
SÓLIDOS TOTAIS	191 "
ALCALINIDADE	44 "
DUREZA TOTAL (em CaCO <sub>3</sub> )	60 "
CLORETOS	1,9 "
SULFATOS	2,4 "
FERRO TOTAL	0,0 "

Além de uma série enorme de danos provocados na bacia de drenagem e nas obras de captação, a água do Rio Tibiri passou a apresentar, quando a queda de cinzas coincidiu com o período de máximas precipitações pluviométricas, turbidez de 50.000 ppm, densidade de 1,62 e sólidos totais de 107 gramas por litro.

Duas amostras de água, coletadas sob o efeito de grandes descargas de cinza são apresentadas nos quadros seguintes.



Q U A D R O N º 4

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA BRUTA, COLETADA 12 HORAS APÓS A GRANDE DESCARGA DO DIA 11 DE JUNHO DE 1964.

TURBIDEZ	1.300 ppm
TEMPERATURA	17,7 °C
pH	7,5 ppm
SÓLIDOS TOTAIS	5,289 ppm
ALCALINIDADE	26 ppm
DUREZA TOTAL (CaCO <sub>3</sub> )	138 ppm
CLORETOS	21 ppm
SULFATOS	30 ppm
FERRO TOTAL	0,2 ppm

Q U A D R O N º 5

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA BRUTA, COLETADA DURANTE A GRANDE DESCARGA DO DIA 24 DE NOVEMBRO DE 1969

TURBIDEZ.....	12.120,00 ppm
pH.....	5,20 "
ÍNDICE DE LANGELIER.....	-4,28 "
ALCALINIDADE (ALARANJADO DE METILA)	2,00 "
SÓLIDOS TOTAIS.....	48.870,00 "
DUREZA TOTAL.....	323,00 "
CLORETOS.....	132,00 "
DUREZA DE CARBONATOS.....	2,00 "
DUREZA DE CÁLCIO.....	203,00 "
DUREZA DE MAGNÉSIO.....	120,00 "
SÓLIDOS DISSOLVIDOS.....	688,00 "

Devido a essas condições excepcionais, os desarenadores existentes juntos à captação passaram a funcionar com exces

siva sobrecarga, permitindo, às vezes a passagem de material se dimentado para os decantadores. Êstes, em poucas horas de operação ficavam repletos de sedimentos, havendo períodos que o excesso de volume de lodos impedia seu funcionamento normal.

Os períodos de funcionamento entre limpezas dos filtros lentos que normalmente eram de 25 dias antes da erupção, passaram a ser de 12 horas durante a emergência, chegando por vezes a ser de apenas 8 horas. Além disso houve considerável queda de vazão dos filtros, devido ao acúmulo de partículas muito finas nas camadas filtrantes.

Para contornar o imenso problema criado pelas cinzas vulcânicas, o Serviço Nacional de Aquedutos e Alcantarillado de San José (SNAA), instalou uma bateria de filtros rápidos automáticos, que, utilizando os antigos decantadores transformados em floculadores passou a produzir aproximadamente 150 l/s de á gua filtrada.

Simultaneamente, foi proposto o uso de água floculada também nos filtros lentos, sem decantação prévia. Os ensaios, (realizados nos filtros mais antigos), trouxeram resultados surpreendentes, pois os períodos de funcionamento entre limpezas de apenas algumas horas passaram a 4, 5 e às vezes até a 11 dias.

Suspeitava-se, entretanto, que esta seria uma condição transitória, pois devido à contínua penetração dos flocos nos leitos filtrantes, estes estariam colmatados e inutilizados em um pequeno período de utilização.

Para verificar essa possibilidade, determinou-se, através de um processo químico, a profundidade de penetração do hidróxido de alumínio, quando se utilizava água floculada com sulfato de alumínio.

Um dos filtros continuou a ser operado sem água floculada para um exame comparativo dos resultados.

O quadro seguinte mostra as diversas quantidades de  $Al^{+++}$ , provenientes do hidróxido de alumínio, determinadas nos leitos filtrantes a várias profundidades.

Q U A D R O N º 6

QUANTIDADES DE  $Al^{+++}$  DETERMINADAS NOS FILTROS DE SÃO JOSÉ DA COSTA RICA A DIVERSAS PROFUNDIDADES.

AMOSTRA N º 1		AMOSTRA N º 2		AMOSTRA N º 3		AMOSTRA N º 4 (Filtro sem água flocu- lada)	
PROFUN- DIDADE	$Al^{+++}$	PROFUN- DIDADE	$Al^{+++}$	PROFUN- DIDADE	$Al^{+++}$	PROFUN- DIDADE	$Al^{+++}$
(cm)	(mg)	(cm)	(mg)	(cm)	(mg)	(cm)	(mg)
2	175	2	140	2	125	2	200
4	140	4	55	4	83	4	200
6	68	6	43	6	55	6	185
8	43	8	43	8	50	8	185
10	43	10	43	10	50	10	185
12	43	12	43	12	50	12	185

Êsses valôres demonstraram que a penetração de flocos ficou restrita aos primeiros centímetros da superfície da areia.

Portanto, a retirada contínua das camadas superficiais removia também os flocos, não prejudicando a parte profunda dos leitos filtrantes.

Os quadros seguintes demonstram as vantagens trazidas pela utilização direta da água floculada nos filtros lentos

comparando-se os dados de turbidêz e volumes produzidos nos quatro meses de maior precipitação pluviométrica nos anos de 1962 (antes da emergência), 1964 (durante a emergência) e 1965 (após a emergência).

Q U A D R O N.º 7

TURBIDÊS MÉDIA DA ÁGUA BRUTA E PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA  
NO ANO DE 1962 (ANTES DA EMERGÊNCIA)

<u>MÊS</u> <u>CARAC.</u>	<u>JULHO</u>	<u>AGÔSTO</u>	<u>SETEMBRO</u>	<u>OUTUBRO</u>
<u>TURBIDÊS</u> <u>(ppm)</u>	12	12	13	13
<u>PRODUÇÃO</u> <u>(MILHÕES DE</u> <u>LITROS/DIA)</u>	40,3	40,2	40,4	40,2

Q U A D R O N.º 8

TURBIDÊS MÉDIA DA ÁGUA BRUTA E PRODUÇÃO MÉDIA  
DIÁRIA NO ANO DE 1964 (DURANTE A EMERGÊNCIA).

<u>MÊS</u> <u>CARAC.</u>	<u>JULHO</u>	<u>AGÔSTO*</u>	<u>SETEMBRO</u>	<u>OUTUBRO</u>
<u>TURBIDÊS</u> <u>(ppm)</u>	415	110	207	332
<u>PRODUÇÃO</u> <u>(MILHÕES DE</u> <u>LITROS/DIA)</u>	20,0	29,0	29,7	28,7

(\*) Filtração lenta com água floculada a partir deste mês.

Q U A D R O N º 9

TURBIDEZ MÉDIA DA ÁGUA E PRODUÇÃO MÉDIA DIÁRIA NO ANO DE 1965  
(APÓS A EMERGÊNCIA)

<u>MÊS</u> <u>CARAC.</u>	<u>JULHO</u>	<u>AGÔSTO</u>	<u>SETEMBRO</u>	<u>OUTUBRO</u>
TURBIDEZ (ppm)	37	26	100	79
PRODUÇÃO (MILHÕES DE LITROS/DIA)	40,00	41,2	40,3	41,8

Com os elementos fornecidos pelo quadro nº8 pode-se estimar as taxas de filtração utilizadas com água floculada e comparar cada uma delas com a turbidez respectiva.

Admitiu-se que as vazões mencionadas foram obtidas - nas cinco unidades filtrantes existentes o que corresponde a u ma área total de filtração de 9050m<sup>2</sup>.

Q U A D R O N º 10

TAXAS DE FILTRAÇÃO MÉDIAS ESTIMADAS PARA OS FILTROS DE SAN JOSE, UTILIZANDO ÁGUA FLOCULADA SEM DECANTAÇÃO PREVIA - ANO DE 1964

<u>MÊS</u> <u>CARAC.</u>	<u>AGÔSTO</u>	<u>SETEMBRO</u>	<u>OUTUBRO</u>
TURBIDEZ (ppm)	110	207	332
VAZÃO MILHÕES DE LITROS/DIA	29,0	29,7	28,7
TAXAS DE FILTRAÇÃO m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia	3,2	3,3	3,2

O quadro apresentado em seguida estabelece uma comparação entre os períodos de funcionamento entre limpezas (T) dos filtros operando com água floculada sem decantação prévia, e operando com decantação simples prévia; durante parte do ano de 1964.

Q U A D R O N º 11

COMPARAÇÃO ENTRE OS PERÍODOS DE FUNCIONAMENTO ENTRE LIMPEZAS (T) DOS FILTROS LENTOS DE SAN JOSÉ NO ANO DE 1964, OPERANDO COM ÁGUA FLOCULADA SEM DECANTAÇÃO PRÉVIA E ÁGUA APENAS DECAN-  
TADA

DATA	TURBIDEZ DA ÁGUA BRUTA (ppm)	FILTRO COM ÁGUA FLOCULADA DOSAGENS APLICADAS (T)			FILTRO COM ÁGUA DECAN- TADA. (DIAS)
		Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) (ppm)	Ca(OH) <sub>2</sub> (ppm)	(dias)	
16- 7-64	400	55	25	4	2
24- 7-64	450	45	25	6	5
4- 8-64	700	80	25	5	3
10- 8-64	200	40	5	5	2
19- 8-64	400	40	15	8	4
27- 8-64	800	75	25	6	4
2- 9-64	250	40	20	4	2
10-9- 64	170	30	10	n7	3
26- 9-64	800	80	30	5	2
7-10-64	300	35	8	8	2 1/2
15-10-64	650	75	40	5	4
20-10-64	1000	90	45	5	1 1/2
25-10-64	700	85	25	5	2
31-10-64	150	25	10	6	2

Como se nota neste quadro, para turbidez muito elevada é maior o período de funcionamento entre limpezas (T) no filtro com água floculada, quando comparada com o filtro com água simplesmente decantada.

As autoridades do Serviço Nacional de Acueductos y Alcantarillado de San José, após a cessação da atividade do vulcão e o retorno do manancial às condições semelhantes às das anteriores às erupções, devido aos bons resultados conseguidos com a floculação e filtração lenta sem decantação prévia em águas com turbidez muito elevada, continuaram as investigações para determinar até quais valores mínimos de turbidez, seria interessante do ponto de vista econômico e de produção, utilizar coagulantes.

No ano de 1966, dois filtros foram ensaiados, um dos quais recebendo água floculada e o outro água simplesmente decantada.

Os resultados obtidos estão indicados no quadro seguinte.

A observação desses resultados permite concluir, que, para turbidez relativamente baixa (valores menores do que 100 ppm), os períodos do funcionamento entre limpezas são bem maiores quando se utiliza água apenas com decantação simples, apesar de que os filtros com água floculada apresentam uma redução bacteriológica mais elevada.

Nota-se também que os períodos de funcionamento entre limpezas com água floculada são muito curtos e praticamente constantes independentemente da turbidez original. Esses valores são muito importantes e podem, se forem considerados isoladamente, sugerir o abandono do método ensaiado.

Entretanto, acreditamos que novas pesquisas devem ser levadas a efeito, com observações em períodos de tempo maiores e, principalmente, comparando a aplicação direta sobre os filtros lentos de água floculada, com a aplicação direta de água bruta, eliminando a sedimentação simples prévia realizada

Q U A D R O Nº 12

COMPARAÇÃO ENTRE OS PERÍODOS DE FUNCIONAMENTO ENTRE LIMPEZAS (T) E EFICIÊNCIA DOS FILTROS LENTOS DE S. JOSÉ OPERANDO COM ÁGUA FLOCULADA SEM DECANTAÇÃO PREVIA E ÁGUA APENAS DECANTADA

DATA	TURBIDEZ MÉDIA DA ÁGUA BRU TA (ppm)	FILTRO COM ÁGUA FLOCULADA	DOSAGENS APLICADAS $H_2(SO_4)_3$ Ca(OH) <sub>2</sub>	(T) (DIAS)	EFICIÊNCIA BACTER. (%)	FILTRO COM ÁGUA SEDI- MENTADA (T) (DIAS)	EFICIÊNCIA BACTE. (%)
5- 7-66	84	45	15	4	98,0	14	95,0
19- 7-66	100	50	18	4	97,5	29	97,5
19- 8-66	12	30	10	4	99,8	27	97,4
16- 9-66	50	45	15	4	99,5	15	96,0
1-10-66	80	45	15	5	99,6	8	98,0
9-10-66	23	40	15	4	99,6	10	98,0
19-10-66	19	30	12	4	99,6	15	98,0



no caso apresentado. Assim ter-se-ia eliminado a influência (e os custos de instalação e operação) do decantador comparando-se unicamente os resultados obtidos no filtro, com e sem floculação preliminar.

Uma estimativa de custo mensal de operação realizado durante o período em que o uso de coagulantes ampliou os períodos de funcionamento entre limpezas dos filtros de San José é apresentada em seguida no QUADRO Nº 13.

Q U A D R O      N º    13

CUSTO MENSAL DE OPERAÇÃO DOS FILTROS LENTOS DE  
COSTA RICA COM E SEM FLOCULAÇÃO PRÉVIA.

<u>FILTRO COM COAGULANTES</u> (*)	CUSTO	¢	RECEITA
Água produzida - 208.000m <sup>3</sup> a ¢ 0,18			¢ 37.440,00
Mão de obra (4 limpezas dos filtros)	1.024,00		
Sulfato de Alumínio - 12.000 Kg a ¢ 0,48	¢ 5.760,00		
Cal - 4.600Kg. a ¢ 0,085	¢ 391,00		
			<hr/>
TOTAIS	¢ 7.175,00	¢ 37.440,00	
			<hr/>
SUPERAVIT (**)	¢ 30.265,00		

(\*) Os valores são apresentados em ¢ (Colon, moeda de Costa Rica equivalente, a aproximadamente US\$ 0,15.

(\*\*) Superavits relativos, pois não foram computados os demais custos de operação, comuns a ambos os filtros considerados.

<u>FILTRO SEM COAGULANTES</u>	CUSTO	Ø	RECEITA
Água produzida - 160.000m <sup>3</sup> a Ø 0,18		Ø	28.800,00
Mão de obra - (10 limpezas)	Ø 2.560,00		
	<hr/>		
TOTAIS	Ø 2.560,00		Ø 28.800,00
SUPERAVIT (**)			\$26.240,00

Como se deduz dos resultados acima apresentados, o aumento do volume de água produzido pela floculação compensa amplamente os custos relativos ao consumo do coagulante.

### c) Experiência Soviética

Os documentos oriundos do Seminário Inter Regional Sobre Purificação e Desinfecção da Água de Abastecimento (Inter Regional Seminar on Purification and Desinfection of Drinking Water), realizado em Moscou e Kiev, de 2 a 24 de setembro de 1968, sob a égide da Organização Mundial da Saúde, demonstraram um surpreendente desenvolvimento da União Soviética no campo da filtração lenta.

De maneira geral os técnicos russos não utilizam tratamento químico com filtros lentos de areia, preferindo nos casos de água com quantidade excessiva de material suspenso, utilizar filtros grosseiros preliminares e, ou tanques de sedimentação simples.

Toda a chamada zona rural, que incluye as Capitais de Distrito, os Conjuntos Empresariais Agrícolas, Corporações Agrário-Industriais e as Comunidades de Fazendas Coletivas ou Estaduais, possuem abastecimento de água semelhante aos das grandes cidades sendo o tratamento realizado segundo o QUADRO Nº 14 apresentado em seguida.

Q U A D R O N º 14

COMPOSIÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO DE  
ÁGUA DA ZONA RURAL RUSSA (SEGUNDO E.A.SILLIN)

ESTRUTURAS BÁSICAS	CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA Materia Suspensa (ppm)	ÁGUA côr (ppm)	PRODUÇÃO DIÁRIA m <sup>3</sup> /dia
<u>Tratamentos com Coagulantes:</u>			
Filtros de Pressão	até 50	até 70	até 3.000
Clarificadores de contato	150	150	opcional
Clarificadores de Sedimentos suspen- sos + filtrorápido	de 100 a 2500	desde 150	2.000 a 50.000
Tanques de sedimen- tação vertical + filtrorápido	opcional	opcional	até 3.000
Tanques de sedimen- tação horizontal + filtro rápido	opcional	opcional	acima de 30.000
<u>Tratamentos sem Coagulante:</u>			
Filtros Lentos	até 50	até 50	opcional(*)
Filtros Preliminares +filtros lentos	de 50 a 250	até 50	"
Tanques de sedimenta- ção+filtros lentos	de 250 a 500	até 50	"
Tanques de sedimenta- ção + filtros preli- minares+filtros lentos	500	até 50	"

(\*) - Produção determinada em função da melhor relação Benefí-  
cio/custo.

O Instituto Governamental de Pesquisas, Planejamento e Levantamento (Giprovodkhoz) demonstrou, através de estimativas de relações benefício/custo, que estações de tratamento, até o limite de produção de 5.000 m<sup>3</sup>/dia (aproximadamente 60 l/s) devem ser construídas com filtros lentos. (Taxas de filtração entre 2,4 a 4,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia). Estes, conforme as características da água, são construídos para operação isolada, ou em conjunto com filtros preliminares (ou grosseiros com taxas de filtração compreendidas entre 24 a 48 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia).

Os filtros lentos são largamente difundidos na Rússia, principalmente na zona rural, devido às suas características de facilidade de operação e manutenção e emergência na purificação.

Após a filtração, realiza-se a desinfecção da água pelo de cloro ou raios ultra-violeta.

Na presente década, uma nova tecnologia de filtros lentos foi desenvolvida pelos diversos institutos de pesquisas hidráulico-sanitárias.

Entre êsses merecem ser citados:

c-1) Filtro lento desenvolvido pelo Instituto de Hidrotecnologia e Aperfeiçoamento da União Soviética.

Este Instituto desenvolveu um sistema de tanque de sedimentação de fluxo horizontal e filtros lento de areia conjugados em uma mesma estrutura como mostra a FIGURA Nº 2.

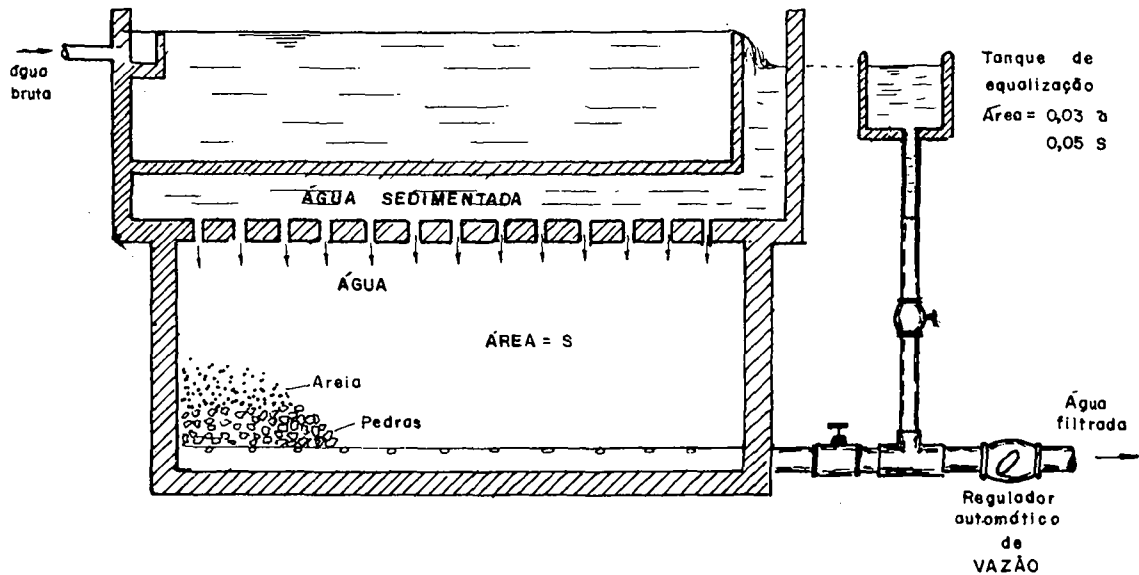


Figura nº 2 - ESTRUTURA COMBINADA-TANQUE DE SEDIMENTAÇÃO DE FLUXO HORIZONTAL E FILTRO LENTO DE AREIA.

Esse sistema permite o tratamento de água bruta com aproximadamente 500 mg/l de matéria em suspensão, além de reduzir de 15 a 20% a área necessária para a instalação, e de eliminar as perdas de carga existentes entre os tanques de sedimentação e os filtros.

Êsses sistemas combinados são também equipados com "tanques de equalização" dimensionados com área igual a 0,03 até 0,05 da área de cada unidade e com um novo tipo de regulador automático de vazão, que traz, lentamente, a vazão do filtro para a vazão pré-fixada, nas primeiras 12 a 24 horas de funcionamento, mantendo-a constante através do período de fun

cionamente entre lavagens, que atinge 20,30 ou mais dias.

A função dos "tanques de equalização" é proteger a película biológica contra os choques que ocorrem durante o reinício de operação após limpeza, até que se regularize a taxa de filtração além de estabilizar o escoamento através de toda a superfície das unidades filtrantes.

Outra grande vantagem desse sistema duplo é que não há necessidade de limpeza manual da superfície do filtro, pois esta é realizada através de um sistema de lavagem que utiliza diretamente a água da bacia de sedimentação colocada na parte superior. O consumo de água para a recuperação do leito filtrante após cada período de funcionamento é estimado entre - 1,0 a 1,2 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de área filtrante, e o tempo necessário para a lavagem não ultrapassa de 2 a 6 horas, dependendo das dimensões de cada unidade e do sistema de lavagem adotado.

c-2) Filtro lento desenvolvido pelo Instituto Novocherkassk de Aperfeiçoamento e Engenharia.

Foi desenvolvido com critérios completamente diferentes dos filtros normais, para tratar águas com aproximadamente 400mg/l de turbidez.

Nessas condições o período de funcionamento entre limpezas é de apenas 20 a 30 horas, o que significa que o efeito de purificação é exclusivamente físico, pois o período de filtração é muito curto para permitir a formação da película biológica. O lodo que se forma na superfície, não tem tempo para se solidificar e é, quando se encerra o turno normal de filtração, lavado através de um fluxo horizontal de água. O consumo da água de lavagem varia de 1,2 a 1,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de área de filtração.

O Instituto desenvolveu também sistemas elétricos e hidráulicos para a operação automática das unidades filtrantes.

C-3) Filtro lento desenvolvido pelo Instituto Ucrâniano de Pesquisa de Aperfeiçoamento e Hidrotecnologia e pelo Instituto de Engenharia Civil de Odessa.

Foi concebido para funcionar sem a camada suporte de pedras, sendo a areia assente diretamente sobre placas drenantes de concreto poroso.

Esse tipo de drenagem reduz a espessura dos leitos de areia de 30 a 40% e a altura das unidades filtrantes de 13 a 20%.

Quando se utiliza areia para as camadas filtrantes com diâmetros variando entre 0,3 a 1,0 mm, as placas de concreto poroso são construídas com os seguintes componentes e características:

Cascalho - 8 a 10 mm

Consumo de cimento Portland - 155 kg por m<sup>3</sup> de cascalho

Relação água/cimento - 0,4

Porosidade média do concreto - 36%

Tamanho das placas - 0,50 x 0,50 m

Espessura das placas - 7 a 7,5 cm

Esse sistema de drenagem não é recomendado para águas que possibilitam depósitos de carbonato ou que contenham mais do que 6 miligramas por litro de ácido carbônico.

C-4) Filtros lentos com escoamento contínuo de água sôbre a superfície da areia para purificação das águas turbidas de canais e valos.

Nesses filtros, montados sob o próprio leito dos canais, o escoamento horizontal da água se faz à velocidade de 0,3 a 0,5 m/s, enquanto a taxa de filtração é de aproximadamente  $6 \text{ m}^3/\text{m}^2$ . dia, permitindo um aproveitamento de até 5% da vazão disponível.

O movimento contínuo da água sôbre a superfície do leito filtrante remove parcialmente o material sedimentado que tenderia a se acumular nos filtros comuns.

No projeto de Airepetov, os filtros são utilizados unicamente para eliminação da matéria suspensa, e são isolados para limpeza cada 2 ou 4 dias de operação.

Nos filtros desse tipo também experimentados pelo Instituto de Hidrotecnologia e Aperfeiçoamento da União Soviética, se constata além da remoção de turbidez da água, uma eficiência bacteriológica de 95 a 98%. O funcionamento de cada unidade é interrompido cada 10 a 20 dias, para a lavagem superficial pulsante automática.

C-5) Filtros lentos com lavagem e vibração da camada de areia. A operação de lavagem desses filtros é realizada através de um fluxo horizontal de água, acompanhada por vibrações simultâneas do leito de areia.

As vibrações são transmitidas ao leito de areia através da água e o tempo de duração da lavagem depende da espessura de película formada na superfície, sendo em média de 10 minutos.



Um sistema de vibração fixo é utilizado em filtros de áreas reduzidas (4 a 6 metros quadrados). Para filtros de grandes dimensões é utilizado um sistema de vibração móvel.

### 3. FILTROS LENTOS DO BRASIL

Os trabalhos de levantamento de filtros de areia em operação, em obras ou em projeto em todo o Brasil, através dos arquivos de varias entidades federais e estaduais, (entre os quais a Fundação do Serviço Especial de Saúde Pública, o Departamento Nacional de Endemias Rurais, e o Fundo Estadual de Saneamento Básico), de informações de pessoas isoladas e de viagens de observação, nos conduziram a um número muito grande de instalações, não somente para abastecimentos públicos e particulares, mas também para o tratamento de água de consumo e de processamento em diversos tipos de indústrias.

Neste trabalho, entretanto, onde se visa exclusivamente descrever as condições e características dos filtros lentos de abastecimento público, não foram consideradas as instalações isoladas particulares e industriais.

Os filtros estão designados segundo o nome da cidade ou distrito que abastecem. A figura nº 3 mostra a posição geográfica dos filtros, indicando ainda se se trata de instalação em operação, em obras ou em projeto.

RELAÇÃO DOS FILTROS LENTOS DO BRASIL SEGUNDO OS ESTADOS

ALAGOAS - Em operação

Anadia, Colonia Leopoldina, Palmeira dos Indios, Traipú e União dos Paleiares.

AMAZONAS - Em operação

Campo Florido e Coarí

BAHIA - Em operação

Barra, Barreiros, Jacobina e Palmas de Monte Alto.

ESPÍRITO SANTO - Em operação

Acioli, Fundão, Ibiriçú, Ibituba, João - Neiva, Laginha do Pancas (Município de - Pancas), Santa Tereza, São Domingos (Município de Colatina) e Sobreiros (Município de Afonso Cláudio).

MARANHÃO - Em operação

Caxias

MINAS GERAIS - Em operação

Simples : Açucena, Andradas, Caparaó, Cláudio, Crucilândia, Itavina, Juramento, Monte Santo Patrocínio, Ribeirão das Neves, Sabi-nopolis, Santa Margarida, Santo Antônio da Grama, Santo Antônio do Amparo, Santo Antonio do Monte

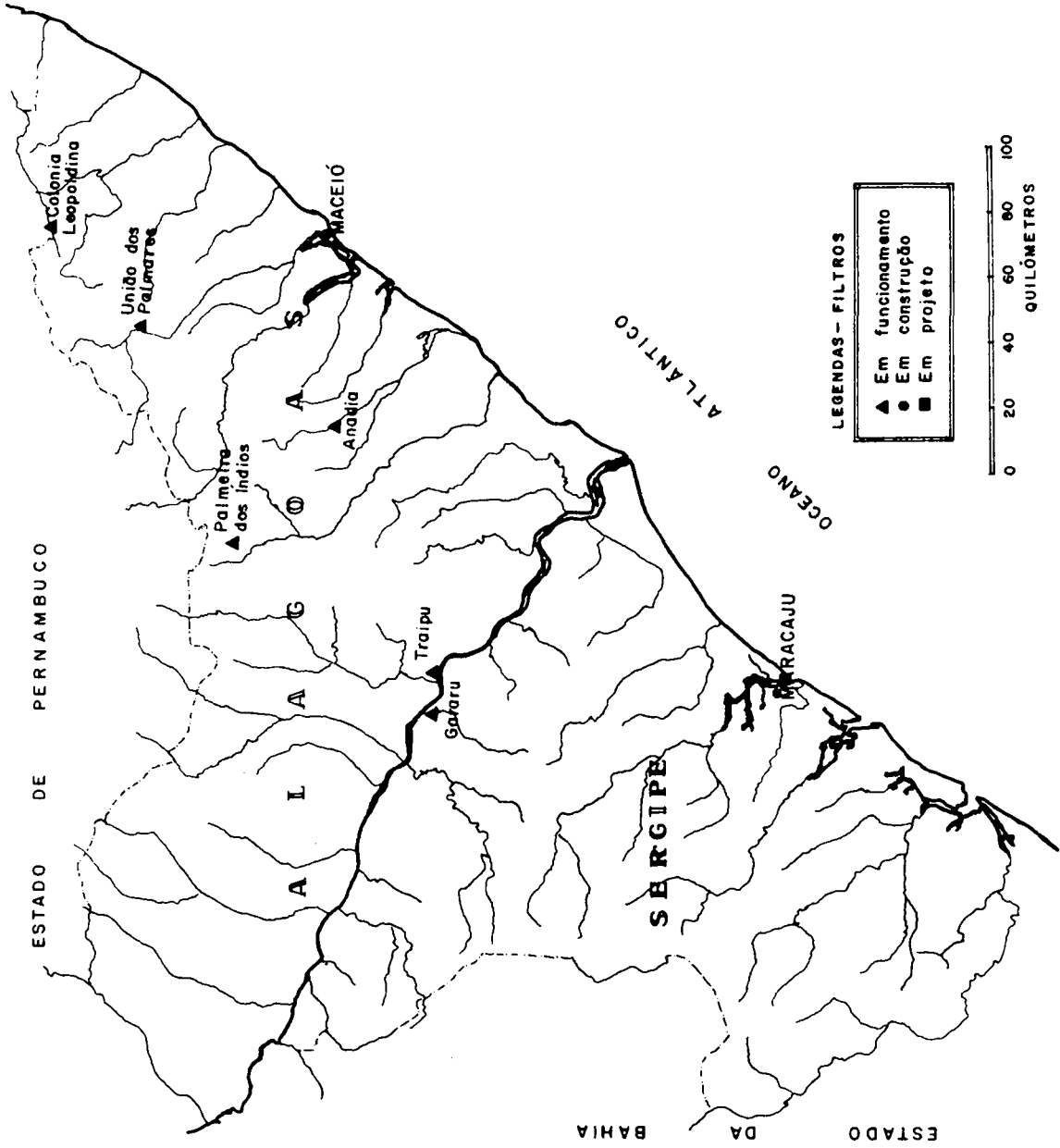


FIGURA Nº 3 - Filtros Lentos dos Estados de Alagoas e Sergipe

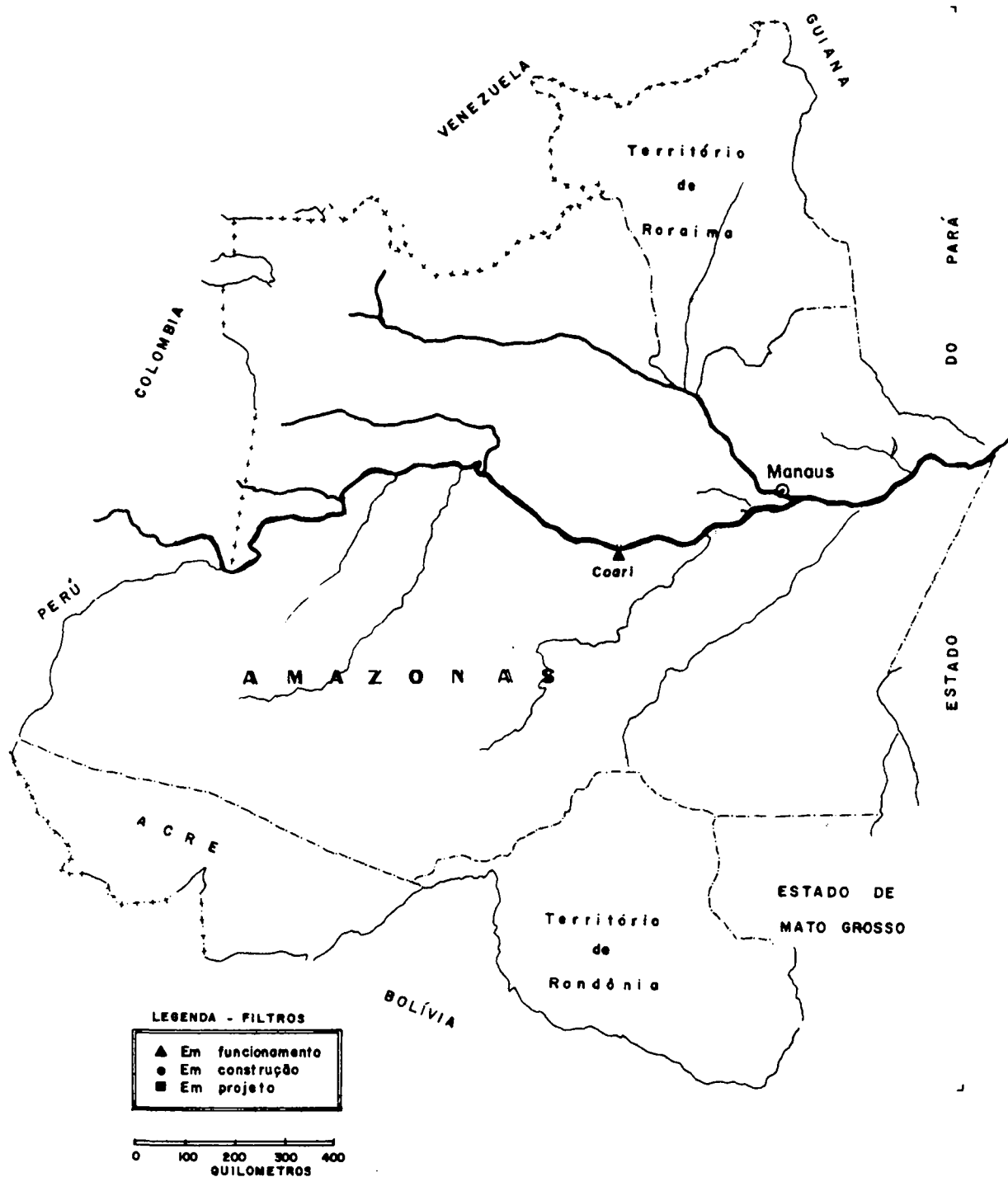


FIGURA Nº 3-A - Filtros Lentos do Estado da Amazonia

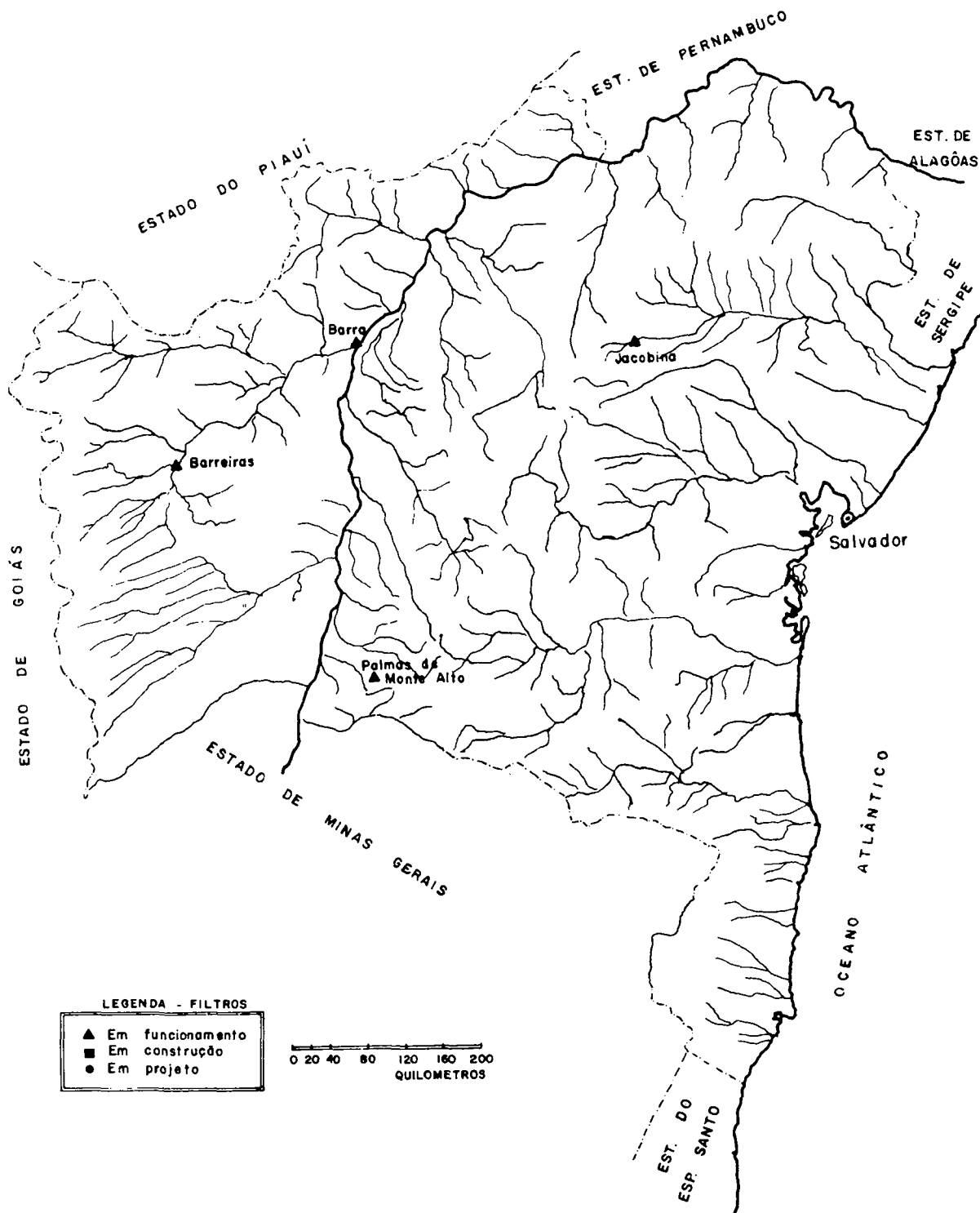


FIGURA Nº 3-B - Filtros Lentos do Estado da Bahia

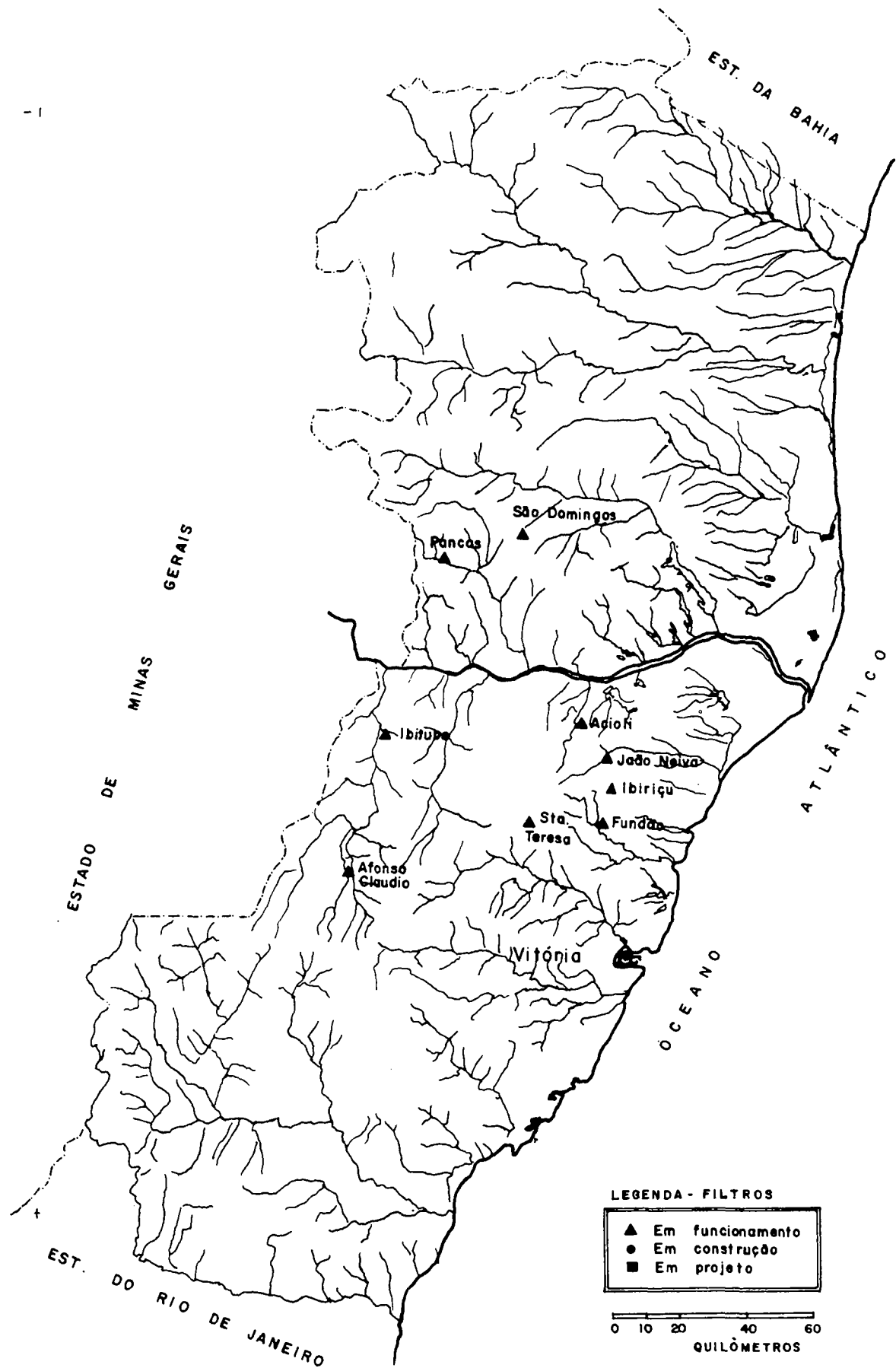


FIGURA Nº 3-C - Filtros Lentos do Estado de Espírito Santo

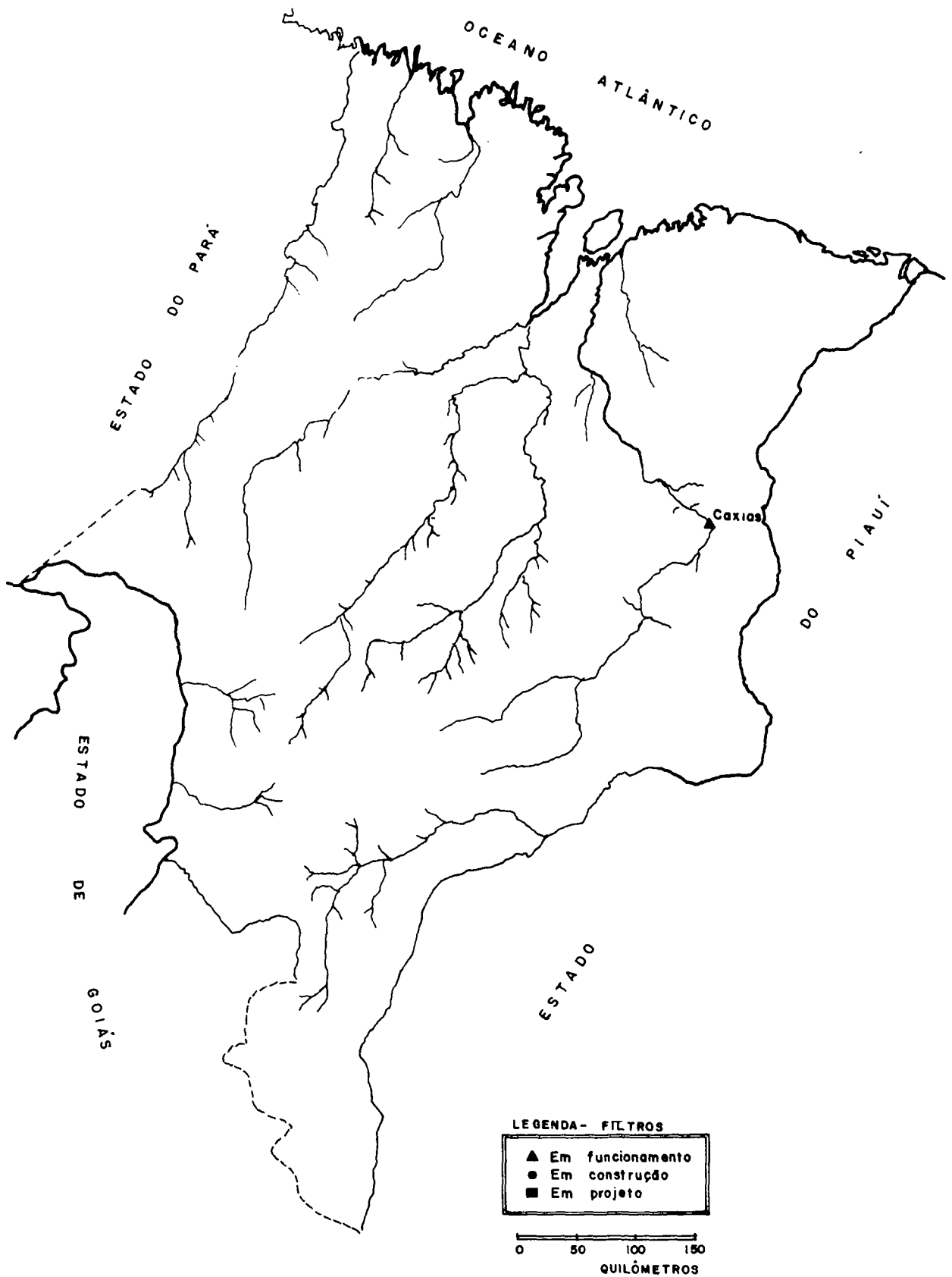
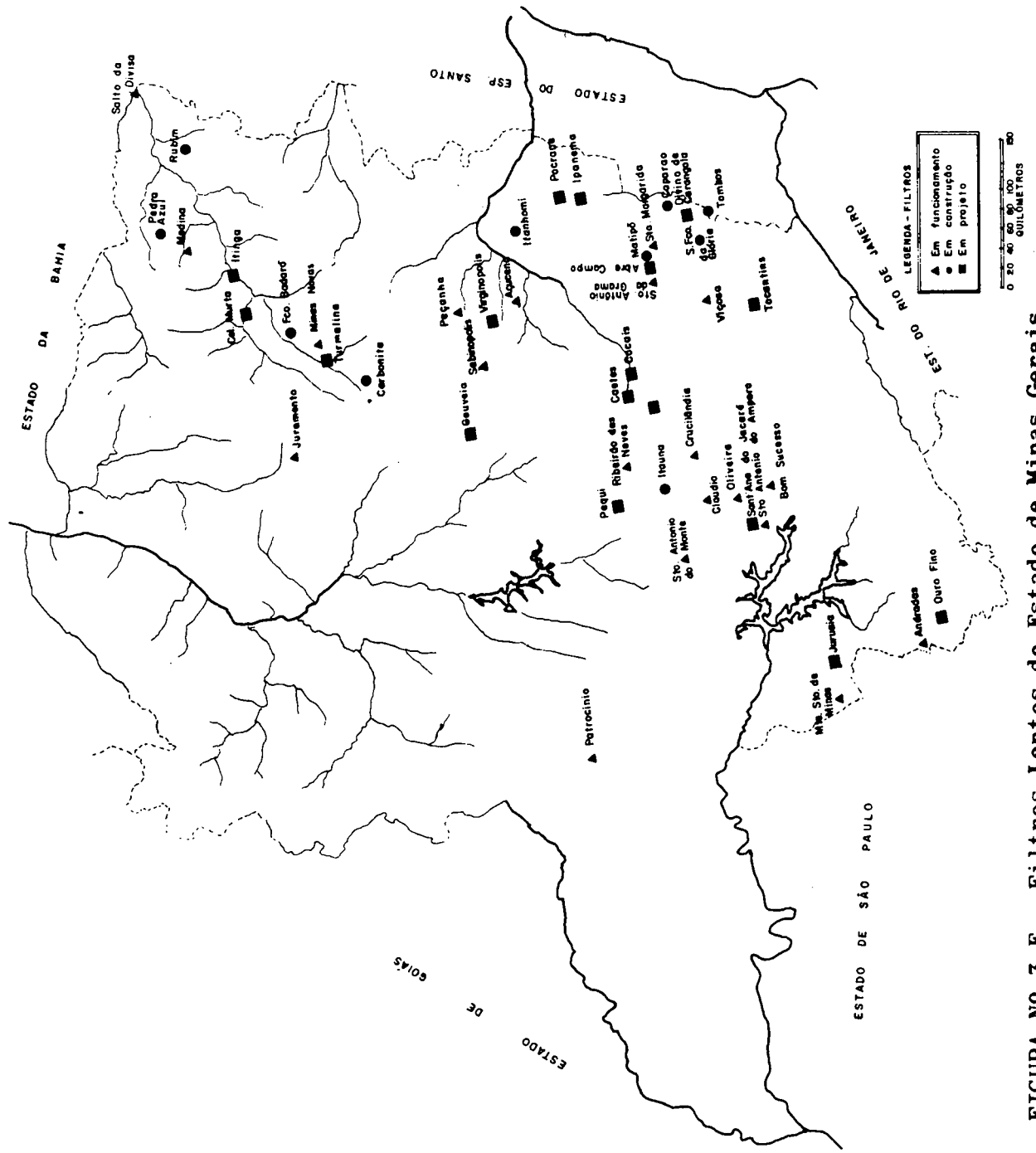


FIGURA Nº 3-D - Filtros Lentos do Estado de Maranhão



**FIGURA Nº 3-E - Filtros Lentos do Estado de Minas Gerais**



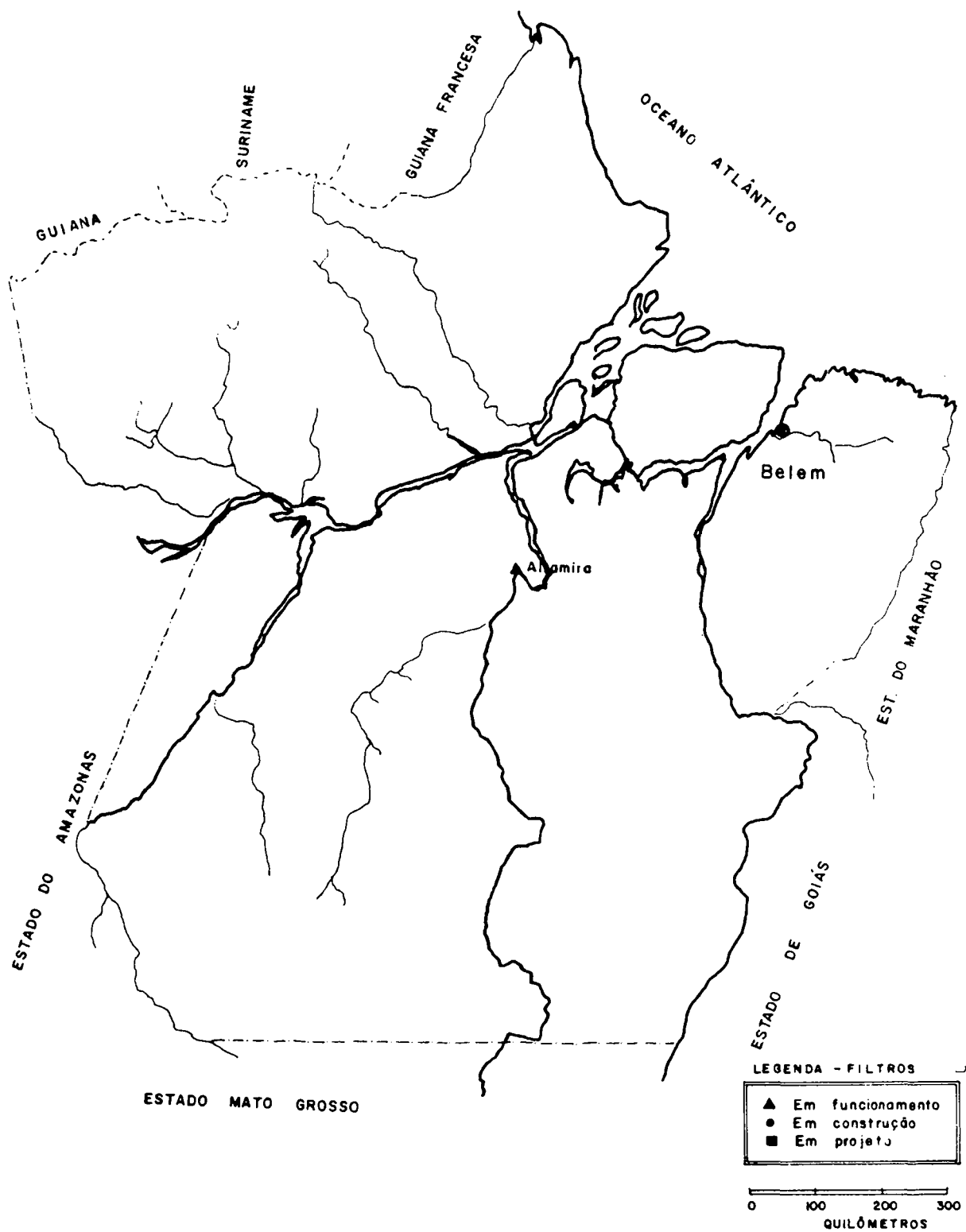
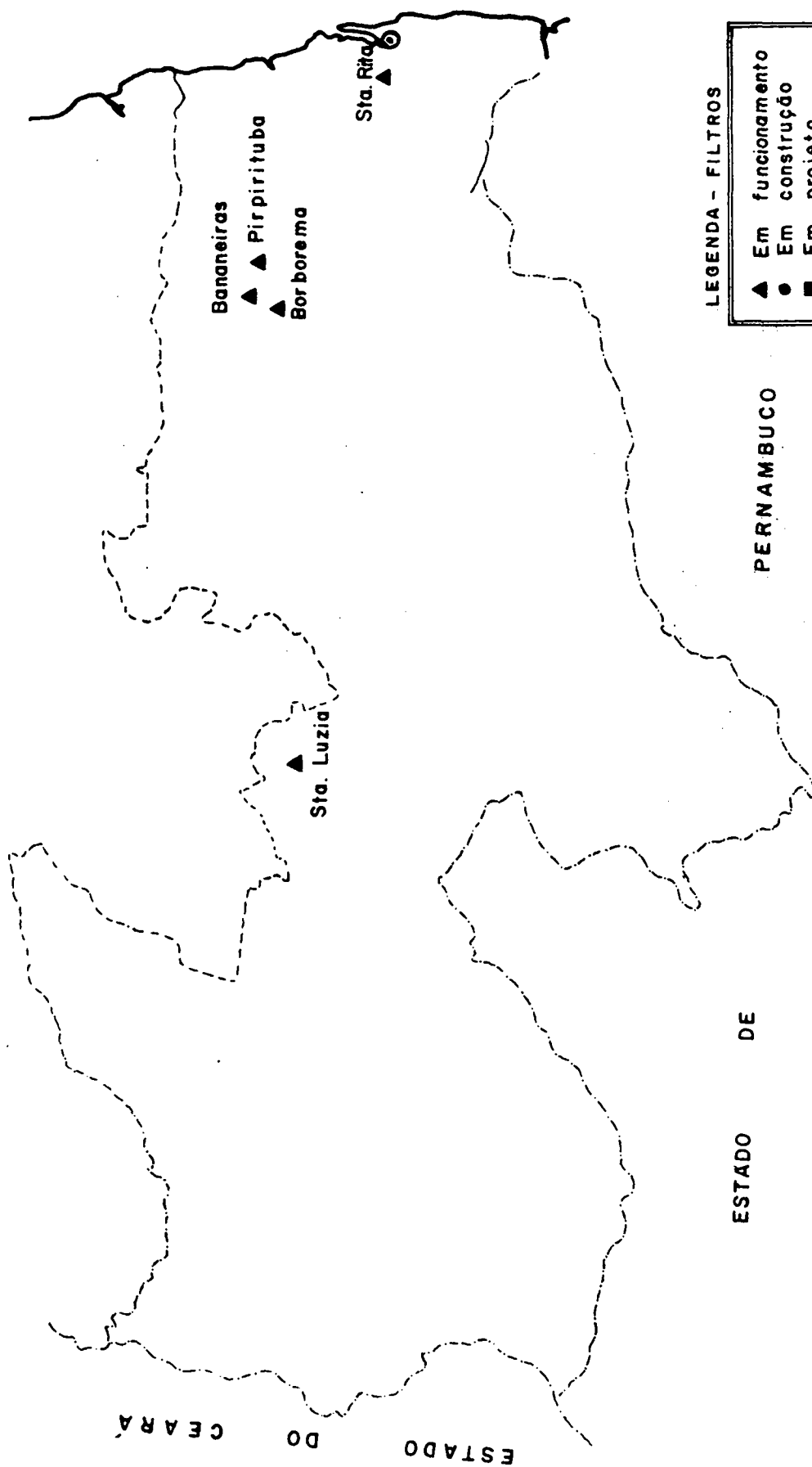


FIGURA Nº 3-F - Filtros Lentos do Estado de Pará

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE



LEGENDA - FILTROS

- ▲ Em funcionamento
- Em construção
- Em projeto

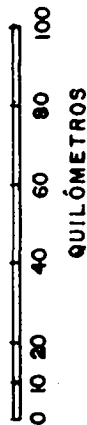


FIGURA Nº 3-G - Filtros Lentos do Estado da Paraíba

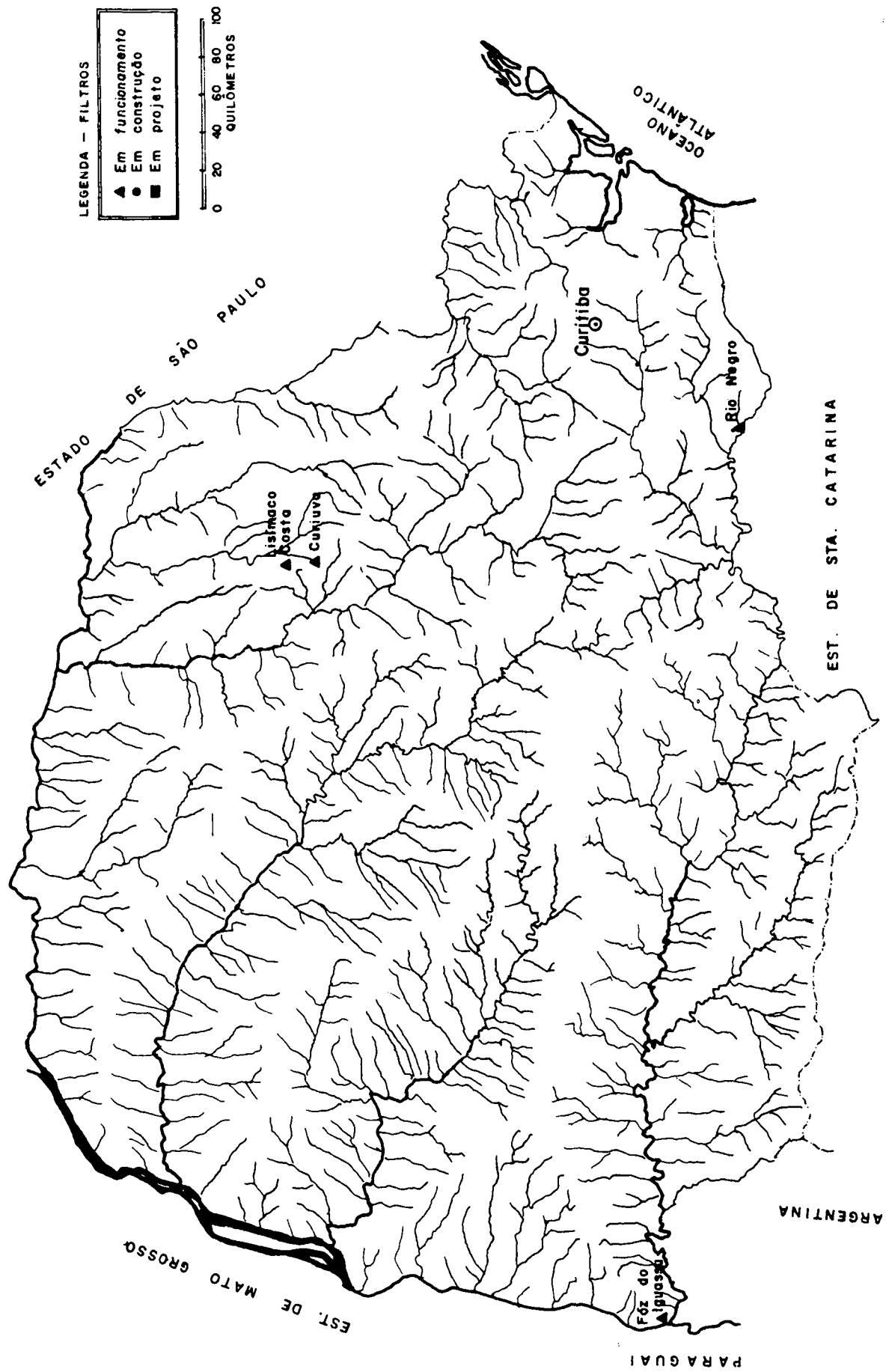
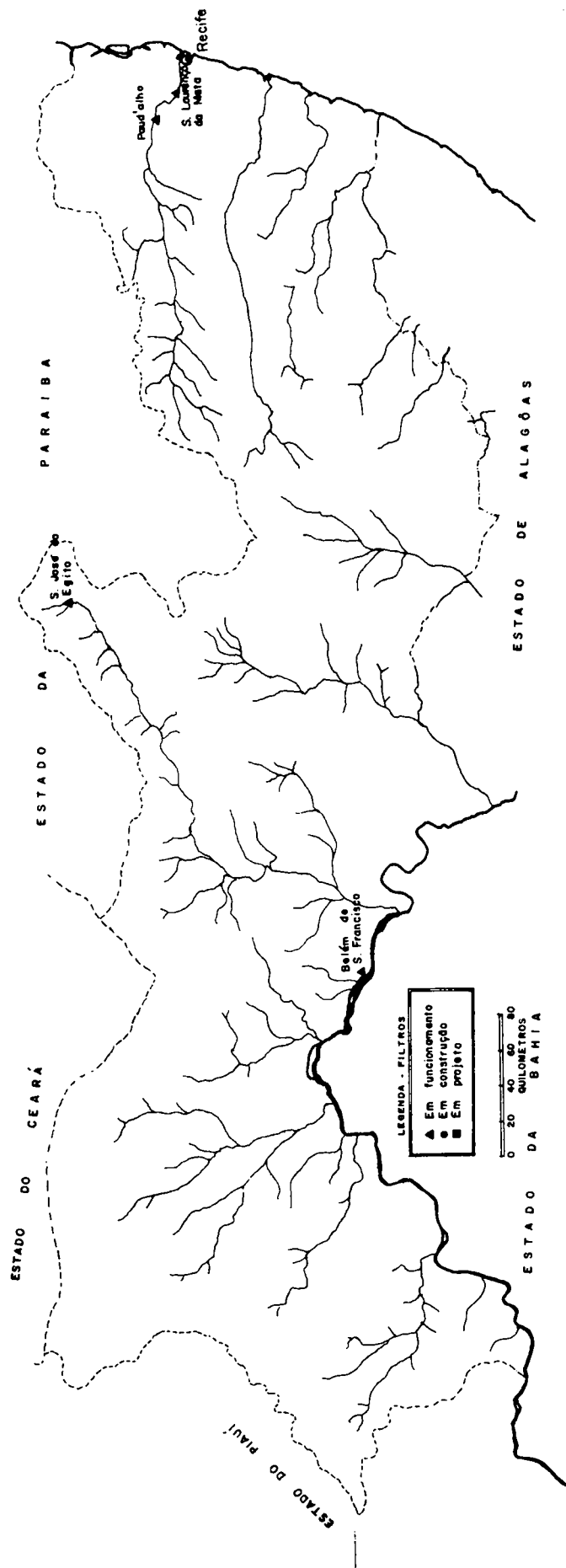


FIGURA Nº 3-H - Filtros Lentos do Estado do Paraná



**FIGURA Nº 3-I - Filtros Lentos do Estado de Pernambuco**

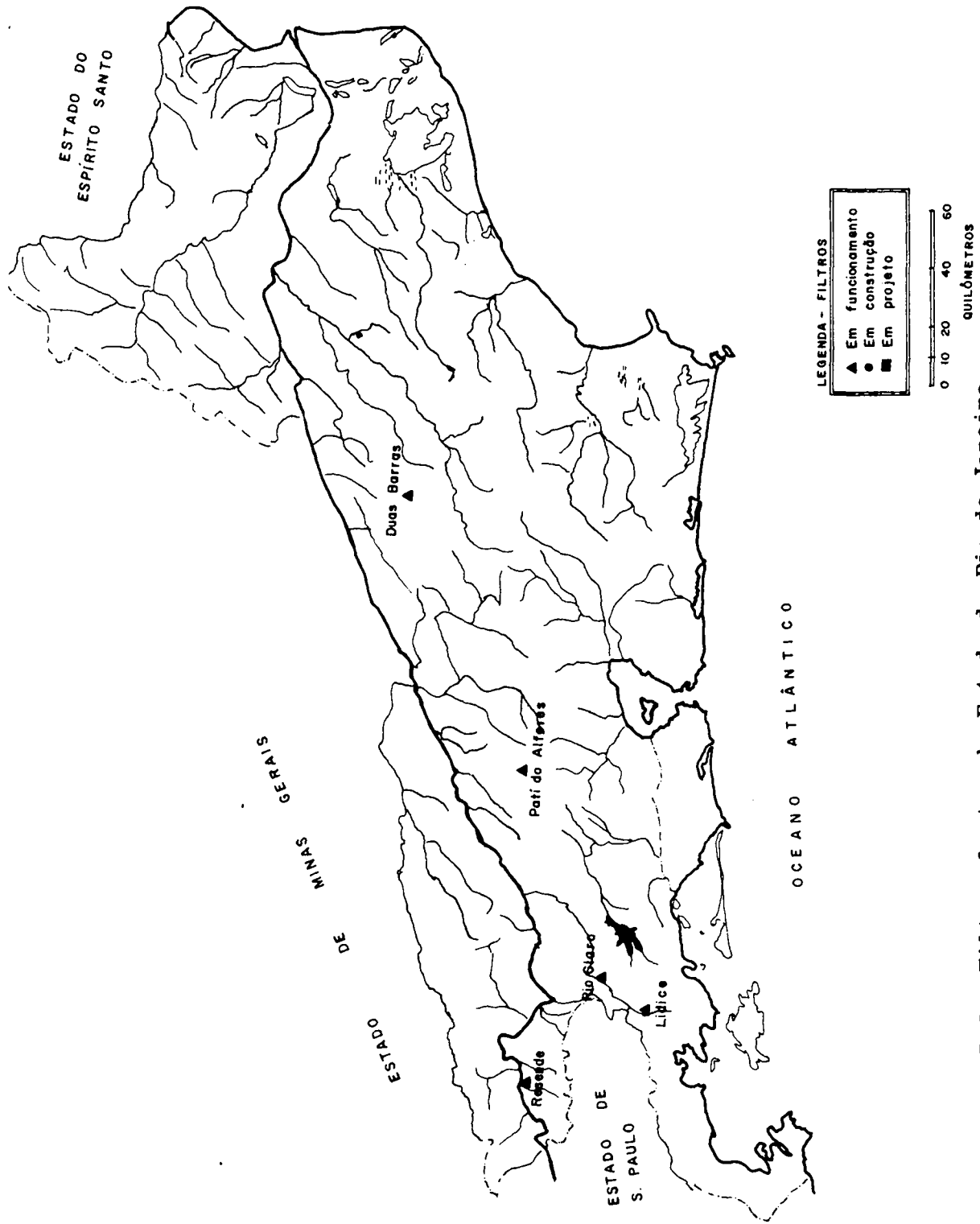


FIGURA Nº 3-J - Filtros Lentos do Estado do Rio de Janeiro

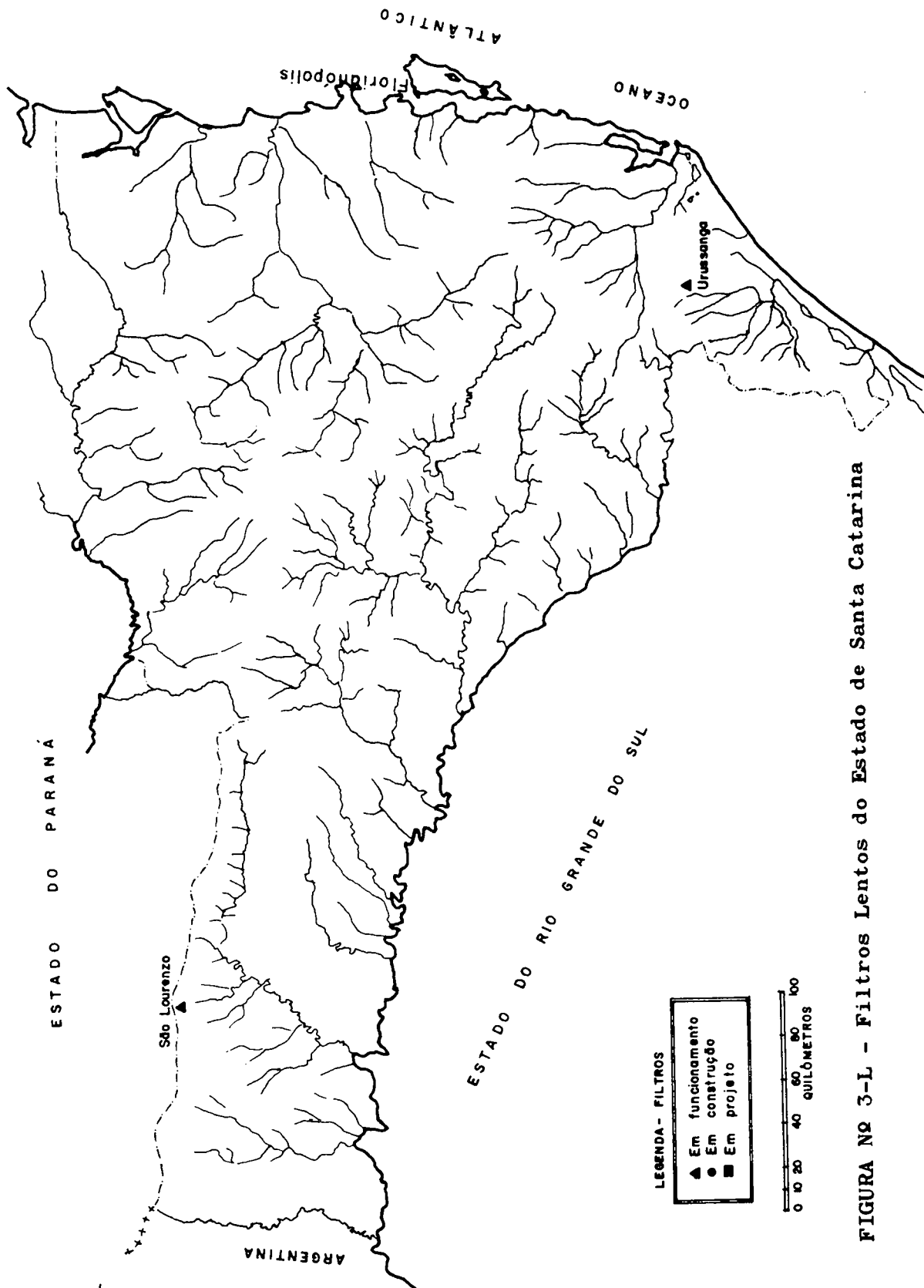


FIGURA Nº 3-L - Filtros Lentos do Estado de Santa Catarina

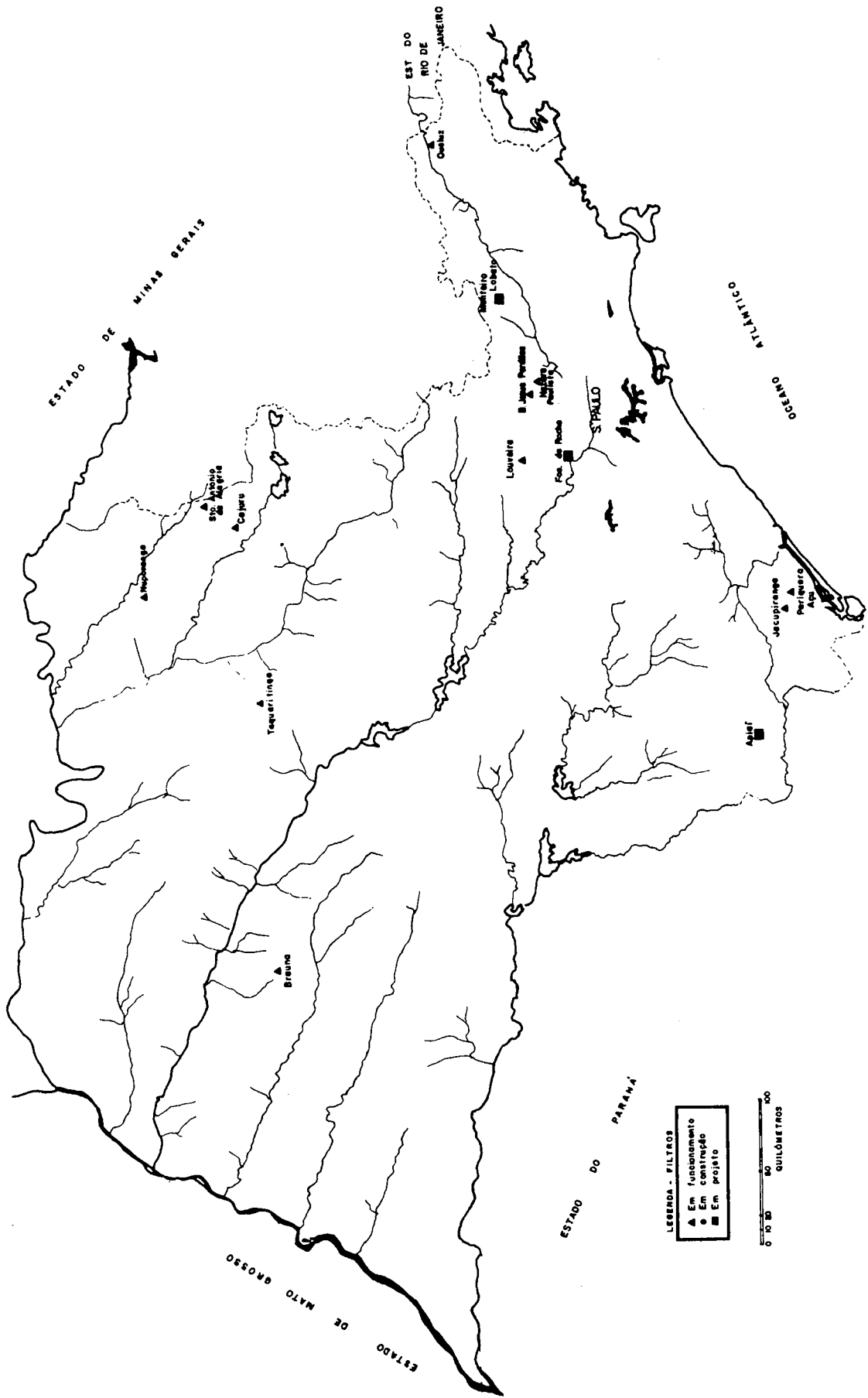


FIGURA Nº 3-M - Filtros Lentos do Estado de São Paulo

Mistos : (com floculação e decantação prévia)  
Bonsucesso, Viçosa, Medina, Minas Novas,  
Oliveira, Peçanha, Salto da Divisa, Ta-  
guaruçú.

Em obras :

Simples : Itanhomí, Itauna, Matipó e São Francisco  
da Glória.

Mistos : Pedra Azul e Rubim

Em projeto :

Simples : Abre Campo, Belo Vale, Caetés, Carbonita,  
Coronel Murta, Divino de Carangola, Divi-  
nolândia, Francisco Badaró, Gouveia, Ipa-  
nema, Itinga, Jurvaia, Ouro Fino, Pequi,  
Pocrane, Rio Acima, Santana do Jacaré, To-  
cantins, Turvalina e Virginopolis.

Mistos: Santa Bárbara e Tombos.

PARAIBA - Em operação: Borborema,  
Borborema, Pilões de Maia, (Município de  
Bananeiras), Pirpirituba, Santa Luzia e  
Santa Rita.

PARÁ - Em operação: Altamira

PARANÁ - Em operação:  
Curuva, Figueira, Foz do Iguaçu, Lisímaco  
Costa e Rio Negro.

PERNAMBUCO - Em operação:  
Belém de São Francisco, Pau D'álho, São  
José do Egyto, São Lourenço da Mata.



RIO DE JANEIRO - Em operação:

Duas Barras, Lídice, Patí de Alferes e Vargem Grande (Município de Resende).

Em fim de obras:

Rio Claro.

SANTA CATARINA - Em operação:

São Lourenço e Urussanga

SÃO PAULO - Em operação:

Bom Jesus dos Perdões, Braúna, Cajuru, Jacupiranga, Louveira, Nazaré Paulista, Nuporanga, Pariquera-Açu, Queluz, Santo Antonio da Alegria (fora de operação temporariamente) e Taquaritinga.

Em obras : Monteiro Lobato (Obra antiga abandonada há novo projeto em andamento) e Cajamar (Obras abandonadas).

Em projeto : Apiaí

SERGIPE - Em operação

Gararú

O número total dos filtros apontados é de 110, segundo a seguinte distribuição:

Em operação:	simples	-	71
	mistos	-	8
Em obras:	simples	-	6
	mistos	-	2
Em projeto:	simples	-	21
	mistos	-	2

#### 4. LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES GERAIS DOS FILTROS LENTOS NO BRASIL

#### 4.1 - CRITÉRIO PARA SELEÇÃO DAS INSTALAÇÕES A SEREM INSPECIONADAS

Com a finalidade de verificar o comportamento dos - filtros lentos, tanto no que se refere às características dos projetos executados ou em fase de elaboração ou execução, como das características de operação, manutenção administração e custos, foram realizados levantamentos de diversas instalações.

Realizou-se inicialmente uma amostragem por distribuição geográfica, escolhendo-se, por sorteio, em cada estado, um número de instalações que seriam visitadas, proporcional ao número de instalações existentes.

Este critério, entretanto, além da grande dificuldade que traria para as inspeções das instalações situadas em estados muito afastados de São Paulo, e para a realização das análises e exames mormente bacteriológicos, não consultaria às finalidades deste trabalho, uma vez que as características dos sistemas não se alteram consideravelmente em função de suas posições geográficas. Realmente, o que condiciona as características de uma instalação é a mentalidade do órgão administrativo e da equipe de operação, e estas variam dentro de uma faixa muito estreita, no que concerne a serviços públicos de abastecimento de água em pequenas comunidades do interior do Brasil.

Face a essas considerações, preferiu-se adotar um critério para seleção dos filtros a serem investigados, que fosse sensível às variáveis mais significativas do que a simples posição geográfica.

Foram visitados então, estações antigas, que se encontram em operação há muitos anos e estações recentemente - construídas para verificar se houve alguma evolução nas concep

ções de projetos; instalações com filtros simples e estações mistas, isto é, com coagulação e decantação prévia; instalações com unidades filtrantes cobertas ou descobertas e de uma maneira geral, instalações com diferentes características de projetos e empregando equipamentos de controles de diversos tipos.

#### 4.2 - ELEMENTOS COLHIDOS E ANÁLISES EFETUADAS EM CADA INSTALAÇÃO INSPECIONADA

A inspeção a cada uma das instalações era realizada sem nenhum aviso prévio à administração ou aos operadores, para que se pudesse constatar as características normais de funcionamento das unidades filtrantes.

##### 4.2.1 - ELEMENTOS GENÉRICOS COLHIDOS

Foram colhidos os seguintes elementos em cada uma das instalações visitadas:

- a) Informações gerais - relativas à população abastecida pelos filtros, firmas ou entidades responsáveis pelo projeto, construção e administração, manancial, sistema de captação, pré-tratamento e desinfecção. Eram observados também o aspecto geral de conservação e apresentação das instalações assim como o nível de interesse e conhecimentos demonstrados pelos responsáveis pela administração e operação das unidades filtrantes.
- b) Características dos filtros - número de unidades, tipo de estrutura, dimensões, sistema drenante, material filtrante, vazão, taxa de filtração, controle e nível e de vazão.
- c) Operação e Manutenção.

#### 4.2.2 - ANÁLISES E EXAMES EFETUADOS

Embora não tenham nenhum significado do ponto de vista estatístico, foram colhidas amostras de água bruta e filtrada, nas instalações inspecionadas, visando, através dos resultados das respectivas análises, estimar a eficiência dos filtros e relacioná-la com as características do sistema, que direta ou indiretamente influem na qualidade do efluente.

As análises e exames efetuados foram as seguintes:

a) físico-química das águas bruta e filtrada

As amostras foram colhidas sobre a superfície dos filtros e na tubulação efluente de cada unidade inspecionada.

A amostra de água filtrada na grande parte das vezes tornava-se muito difícil de ser colhida pelo fato de se ter acesso unicamente à tubulação que reunia as águas das duas unidades operando em paralelo.

Como as unidades não são lavadas simultaneamente, - tem-se em cada uma delas leitos com "idades" diferentes e como se pretendia relacionar a eficiência da filtração com a maturação da camada biológica superficial, tornava-se necessário tirar um dos filtros de operação, para que a amostra colhida fosse oriunda unicamente de uma das unidades.

As análises e os exames efetuados foram os seguintes:

Côr - método colorimétrico após centrifugação (escala platina/cobalto)

pH - Método colorimétrico

Turbidez - método turbidimétrico (escala de sílica)

Ferro total - método da orto-fenantrolina e colorímetro.

As análises e os exames não tiveram como finalidade a verificação de quais compostos ou elementos têm seus teores reduzidos através da filtração, mas unicamente para servir como diagnóstico da situação reinante durante a inspeção, razão pela qual foram escolhidos apenas as quatro determinações acima referidas.

b) bacteriologia das águas bruta e filtrada.

As amostras de água para determinação do número mais provável de coliformes e do número total de bactérias foram colhidas, em frascos esterilizados, nos mesmos pontos em que foram colhidas as amostras para as análises físicas. Os exames bacteriológicos foram feitos pelo processo de tubos múltiplos. (S.M.W.A - 10ª Ed.)

c) Microscópico da areia

Foram colhidas nos filtros inspecionados amostras da camada superficial da areia para se processar aos exames micros cópicos, conforme mencionado no item 2.1, a) e b).

As amostras foram colhidas com muita dificuldade devido à profundidade, e, à medida que eram trazidas à superfície, ocorriam perdas do material gelatinoso aderente aos grãos de areia, principalmente nas camadas de formação recente e pouco consolidadas.

As amostras até a ocasião do exame eram mantidas cobertas com água do próprio filtro e congeladas.

#### 4.3 - INSTALAÇÕES INSPECIONADAS

Segundo o critério estabelecido foram inspecionadas as seguintes instalações de filtros lentos:

Ribeirão das Neves - MG  
Bonsucesso - MG  
Cláudio - MG  
Santo Antonio do Amparo - MG  
Itaúna - MG  
Rio Claro - RJ  
Lídice - RJ  
Queluz - SP  
Pariquera-Açu - SP  
Jacupiranga - SP  
Monteiro Lobato - SP  
Nazaré Paulista - SP  
Bom Jesus dos Perdões - SP  
Louveira - SP  
Cajamar - SP  
Taquaritinga - SP  
Nuporanga - SP  
Cajurú - SP  
Santo Antonio da Alegria - SP  
Braúna - SP

Essas 20 instalações visitadas correspondem aproximadamente a 20% do total de instalações existentes no Brasil.

5. DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES INSPECIONADAS E OBSERVAÇÕES SÔBRE SUAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS, DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.

São apresentadas em seguida as observações relativas ao aspecto geral, condições de funcionamento e de manutenção dos filtros lentos inspecionados.

Os demais elementos, tais como população abastecida, entidade responsável pelo projeto, construção e administração, manancial, captação, pré e pós tratamento e características de projeto e construtivas das unidades filtrantes são apresentados juntamente com as figuras e fotografias correspondentes, no ANEXO Nº 2.

5.1. RIBEIRÃO DAS NEVES - MG (Figuras Nºs 4 a 8; Fotografia nº1)

O aspecto geral da instalação é bom, encontrando-se a área destinada à estação de tratamento toda cercada e parcialmente gramada. A unidade filtrante e a casa de manobras encontram-se em bom estado de conservação.

O regulador de vazão encontra-se avariado, sendo o controle realizado através de válvulas nas tubulações afluente e efluente. Esse controle poderia ser relativamente eficiente, desde que, o operador exercesse constante observação do nível de água no filtro e no poço externo, onde está instalado o regulador, compensando a perda de carga com convenientes aberturas da válvula da tubulação efluente. Esse procedimento manteria carga hidráulica e taxa de filtração aproximadamente constantes durante o período de funcionamento, o que contribuiria para a manutenção de uma camada biológica contínua e para a obtenção de um efluente de boa qualidade.

Entretanto verificou-se que tais cuidados não são tomados pelo operador pois êste permanece, às vêzes, vários dias sem comparecer à estação de tratamento.

O filtro é posto fora de operação cada sessenta dias aproximadamente, sendo retirados, normalmente, dois centímetros de areia em tôda a superfície. Êste procedimento é efetuado desde o início de funcionamento do sistema, sem que houvesse reposição, constatando-se, por ocasião da inspeção uma camada de areia com a espessura de 0,20m e uma altura de água sôbre sua superfície de 1,70m.

O filtro se encontrava, na data da inspeção, sob operação ininterrupta durante 55 dias.

Os resultados da análise química e exames físico e bacteriológico são apresentadas no Quadro nº 15.

QUADRO Nº 15

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E TRATADA DO FILTRO DE RIBEIRÃO DAS NEVES - MG; EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 55 DIAS.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO POR-CENTUAL
Côr (ppm)	25,0	12,5	50,0%
Turbidês (ppm)	8,1	5,3	34,5%
pH	6,9	6,8	1,4%
Fe total (ppm)	0,40	0,17	57,5%
NMP/100ml	110	13	88,0%
Bacterias/ml (48h - 20°C)	220	23	89,5%



Segundo a experiência inglesa, a eficiência na redução bacteriológica das unidades bem operadas, deve ser maior que 98%, quando a água bruta possui mais do que 5000 bacterias/ml, e deve estar entre 85 e 90%, quando se tem um número menor do que 5000 bacterias/ml.

Entretanto, o filtro de Ribeirão das Neves, embora apresentado uma redução bacteriológica da ordem de 90% não pode ser considerado como bem operado, devendo o resultado da análise ser encarado com bastante reserva.

O fato de o filtro permanecer até 60 dias sem necessidade de limpeza da camada superficial de areia deve ser atribuído, não às excepcionais qualidades do processo ou à pequena turbidez da água bruta, mas provavelmente às deficiências de operação, que permitiram a ocorrência de uma pequena espessura da camada filtrante (perda de carga reduzida durante a filtração) e uma grande altura de água sobre a areia (carga hidráulica elevada).

Um número maior que análises mostraria em média, certamente, um efluente com qualidade bastante inferior àquele representado pelas análises do Quadro nº 15.

O filtro considerado pode ser classificado como muito bem projetado e perfeitamente construído, mas apresentando serviços de operação e manutenção altamente deficientes.

A regularização de vazão é de vital importância, pois oscilações bruscas na taxa de filtração provocam rupturas da camada biológica, dando como consequência, efluentes com características físico-químicas e bacteriológicas indesejáveis.

Por outro lado, alturas de água elevadas sobre a superfície da areia tornam praticamente impossível a estabilização da vazão de filtração, razão pela qual, devem ser repostas peri-

dicamente as camadas de areia retiradas durante a limpeza dos filtros.

## 5.2. BONSUCESSO - MG (Figuras n<sup>os</sup> 9 a 13; Fotografias n<sup>os</sup> 2 a 8)

A estação de tratamento de Bonsucesso foi projetada para operar, durante alguns meses por ano, com aplicação de compostos químicos, dispondo de instalações e equipamentos para coagulação, floculação e decantação da água antes dessa ser encaminhada aos filtros.

O aspecto geral da instalação é surpreendentemente bom, quando comparado com as condições socio-econômicas da pequena comunidade que abastece.

Os filtros apresentam condições ideais de operação e de manutenção. Todos os equipamentos e dispositivos da estação funcionam com perfeição e o pessoal encarregado é capaz e dedicado às suas funções. Durante a inspeção realizada, a água bruta estava sendo encaminhada aos filtros sem tratamento químico preliminar. O decantador, mesmo nessas fases é utilizado, embora, a decantação simples não produza bons resultados.

Os filtros estão sendo bem operados e mantidos.

A altura de água sobre areia é de 1,0m, havendo variação de 0,40m na espessura da camada de areia, pois após 20 operações de limpeza com retirada de 2 cm da superfície, cada unidade é esvaziada para a recomposição do leito filtrante para completar a espessura recomendada.

O período de funcionamento entre limpezas é de aproximadamente 30 dias. Isso significa que a cada 600 dias o filtro é esvaziado e a areia que havia sido retirada, após ser convenientemente lavada no "cone" (lavador e separador Hidráulico - ver fotografia n<sup>o</sup> 12) é repostada até completar a camada original de 1,0m de espessura.

O processo de lavagem e separação hidráulica realizado permite a obtenção de areia com granulometria uniforme, mas o operador não sabe dizer quais as características do material repostado nas unidades filtrantes.

Outros grandes inconvenientes encontrados na estação são a absoluta falta de controle da qualidade do efluente e a ausência da desinfecção da água tratada.

As análises e exames das amostras colhidas no dia da inspeção apresentaram os seguintes resultados:

QUADRO Nº 16

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - BONSUCESSO MG - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 6 DIAS.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO POR-CENTUAL
Côr (ppm)	45,0	12,5	72,2
Turbidêz(ppm)	17,0	5,3	69,0
pH	6,7	6,2	6,7
Fe total(ppm)	0,40	0,23	42,5
NMP/100ml	2400,0	22,0	99,1
Bacterias/ml (48h-20°C)	3000,0	32,0	98,9

5.3. CLÁUDIO - MG (Fotografias nºs 9 a 12)

À semelhança da estação de tratamento de Bonsucesso (item 5.2), esta também possui instalações muito bem projetadas e construídas. O acabamento das estruturas é de primeira qualidade e toda a área destinada à estação de tratamento encontra-se

muito bem cuidada.

Os filtros são muito bem operados por pessoal interessado e competente. É mantida a altura de água de 1,0m com pequena variação, pois a cada 10 limpezas (retirando-se em cada vez uma camada de 2 centímetros), promove-se a complementação do leito filtrante. A areia retirada é acumulada sendo, na época da reposição lavada no "cone" ou "lavador hidráulico" e utilizada novamente.

O controle na entrada dos filtros é realizado através de comportas tipo "Rein", mas não existe vertedor, o que não permite conhecer as vazões instantâneas. No efluente, o controle de vazão é realizado através do regularizador telescópico com boia tipo Itaúna (ver também fotografias nos 60 a 63).

Os inconvenientes notados nas instalações de Cláudio são os seguintes: o operador não aguarda o "amadurecimento" da areia, encaminhando à distribuição a água filtrada imediatamente após a retirada da camada biológica; não há desinfecção da água tratada; não há nenhum controle de qualidade de água tratada; não é observada a uniformidade da areia utilizada; o período de operação contínua é muito curto- apenas 5 dias, em média.

Muito provavelmente o pequeno período entre lavagens seja provocado pela utilização de areia mais fina que a especificada, obtida através do processo de lavagem utilizado. O "cone" por ser um processo hidráulico, permite além da lavagem da areia a sua separação em caixas, cada uma das quais com granulometrias diferentes, sendo possível que o operador utilize areia com granulometria mais fina do que a recomendada.

As análises e exames das amostras de água colhidas durante a inspeção apresentaram os seguintes resultados:

QUADRO Nº 17

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - CLÁUDIO - MG - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 1 DIA.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENTUAL
Côr (ppm)	45,0	25,0	44,4
Turbidês (ppm)	8,5	6,5	23,6
pH	6,4	6,5	+1,6
Fe total (ppm)	0,40	0,33	17,5
NMP/100ml	280	170	39,3
Bacterias/ml (48h - 20°C)	620	380	38,7

Os filtros de Cláudio poderiam ser classificados como muito bem projetados e construídos e, apesar das deficiências mencionadas, poderiam, com pequenas alterações apresentar características ideais de operação.

O período entre lavagens (5 dias) não se justifica pelo fato de se terem filtros cobertos (não havendo portanto colmatação rápida das camadas superiores devido à presença de carapaças de diatomáceas), e por se ter uma água bruta com pequena turbidêz.

Como se nota pelas análises e exames apresentado, as reduções percentuais são muito baixas. Isso entretanto se justifica pelo fato de as análises terem sido colhidas após apenas 24 horas de operação, não havendo portanto possibilidade de constituição da película biológica na superfície da areia.

5.4. SANTO ANTONIO DO AMPARO - MG (Fotografia N<sup>os</sup> 13 e 14)

O aspecto geral da estação de tratamento é bastante diferente das outras instalações visitadas em Minas Gerais. Não houve nenhuma preocupação do ponto de vista estético. Grandes árvores e mato crescém nas imediações dos filtros.

Entretanto, parece haver uma relativa preocupação por parte dos responsáveis em operar convenientemente o sistema de filtração. É mantida a altura de água de 1,0m sôbre a superfície da areia. Cada 15 dias, aproximadamente, uma das unidades é posta fora de operação para a retirada de uma camada de 4 ou 5 centímetros da superfície da areia. Quando o nível da areia é reduzido de aproximadamente 20 centímetros a areia acumulada é lavada no "cone" e repostada sôbre o leito filtrante até ser atingida a espessura original da camada.

Os controladores de vazão telescópicos funcionam muito bem, sendo os únicos inconvenientes notados, a inobservância da uniformidade da areia e a ausência de desinfecção após a filtração.

As análises das amostras colhidas são apresentadas no quadro seguinte.

QUADRO Nº 18

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - SANTO ANTONIO DO AMPARO - MG - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 10 DIAS.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO POR CENTUAL
Côr (ppm)	35,0	7,5	78,5
Turbidêz (ppm)	10,5	3,9	62,9
pH	6,5	6,5	-
Fe total (ppm)	0,50	0,17	66,0
NMP/100ml	1600,0	17,0	98,9
Bacterias/ml (48h - 20°C)	3000,0	36,0	98,8

Através dos resultados apresentados no quadro acima, pode-se verificar que os filtros operam com grande eficiência, mesmo estando com apenas 10 dias de maturação. Nota-se, entretanto, o grande inconveniente de um período muito pequeno entre lavagens, quando comparado com a turbidês da água bruta.

Sendo a areia utilizada em Santo Antonio do Amparo, - procedente de "mina de terra", é muito provável que seja caracterizada por um coeficiente de uniformidade muito elevado, o que estaria provocando colmatação prematura das camadas superficiais da areia.

Nota-se também a elevada porcentagem de redução de côr, muito acima dos limites mencionados na literatura especializada.

5.5. ITAUNA.- MG (Fotografias Nºs 15 a 18)

Apesar da estação ainda se encontrar em fase final de

construção é possível ter uma idéia da grandiosidade da obra, quando comparada com outros filtros lentos existentes no Brasil.

Prevista para abastecer uma população de 60 240 habitantes (240 litros por segundo), as seis unidades, cada uma das quais com  $726,0 \text{ m}^2$  (33,0 x 22,0 metros), se constituem na maior instalação do gênero no Brasil.

A carga de água a ser mantida sobre a superfície da areia é de 1,0m. Está também prevista a desinfecção da água tratada utilizando gás cloro.

5.6. RIO CLARO - RJ (Figuras nºs 14 a 17; Fotografias Nºs 19 a 21)

Durante a inspeção a estação de tratamento estava em fase de conclusão, porém com uma das unidades funcionando em caráter experimental.

Puderam ser observadas diversas deficiências no projeto executado, entre os quais as seguintes: sistema de calhas para distribuição de água bruta, permitindo a queda de água sobre a areia de grande altura, no início da operação; ausência de regularizadores de vazão; tipo de sistema de drenagem adotado que provavelmente provocará velocidades de filtração variáveis nas diversas partes do meio filtrante; Os drenos independentes entre si foram colocados longitudinalmente ao longo dos filtros até uma câmara na frente das unidades, possuem 12m de comprimento, quando poderiam ter menos de 2,50, se fossem dirigidos para uma canaleta coletora central; o projeto especifica uma altura de água de 2,0m acima do leito filtrante, estando a camada de areia com a espessura original. Essa é uma condição muito desfavorável porque se torna muito difícil efetuar o controle de vazão com uma carga hidráulica elevada atuando sobre a areia. Conseqüentemente haverá condições bastante instáveis



para a manutenção da película biológica na superfície dos leitos filtrantes; o projeto não prevê regularizadores de vazão, deficiência que, somada à grande altura de água prevista sobre os leitos filtrantes tornará quase impossível a formação de uma película biológica uniforme e contínua.

Apezar de o filtro estar operando em fase experimental, foram colhidas as amostras de água bruta e filtrada para as análises que são apresentadas no quadro seguinte:

QUADRO Nº 19

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - RIO CLARO - RJ - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA - DURANTE 12 DIAS.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENTUAL
Côr (ppm)	45,0	20,0	55,5
Turbidêz	7,0	5,0	28,6
pH	7,4	7,3	1,4
Fe total (ppm)	0,30	0,15	50,0
NMP/100ml	1100,0	460,0	58,1
Bacterias/ml (§) (48h - 20°C)	-	-	-

(§) não foi efetuada a contagem total de bacterias.

Como se nota pelas análises e exames, apesar de se ter um período de operação contínua de 12 dias, os filtros apresentam uma redução muito pequena no número de coliformes. É muito provável que os filtros de Rio Claro, mesmo bem operados, jamais venham a apresentar eficiência elevada devido às características construtivas do sistema de drenagem, à elevada altura

de água sôbre a camada filtrante e à ausência de controladores de vazão adequados.

5.7. LÍDICE - RJ (Figuras nº 18 a 21; Fotografias Nº 22 a 24)

O aspecto externo da estação de tratamento deixa muito a desejar, pois nem mesmo um muro ou cêrca circunda as instalações. A impressão geral é de abandono e falta de limpeza - tanto na área destinada às instalações como aos próprios filtros. Uma das unidades se encontrava fora de operação, deixando à mostra a superfície de areia com aspecto desagradável. O operador reside a aproximadamente 1000 metros de distância das instalações parecendo muito provável que o necessário contrôle de vazão que deveria ser realizado pela variação diária da abertura das válvulas na tubulação de água filtrada não é efetuado.

A areia vem sendo retirada em camadas de 5 milímetros a cada 8 dias aproximadamente, desde 1957, sem reposição. Se êsses valôres fossem reais, já não se teria areia nos filtros há algum tempo. Provavelmente, os períodos entre limpezas teriam sido maiores no início, podendo-se aceitar a afirmativa do operador de que a espessura da camada de areia era apenas de - 0,30m, na data da inspeção. Apesar de se ter uma grande redução na espessura da camada filtrante, foi mantida a altura de água sôbre a areia de 1,20m, como especificava o projeto.

As análises das amostras de água bruta e filtrada são apresentadas no quadro seguinte:

QUADRO Nº 20

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - LÍDICE - RJ - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 6 DIAS.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENTUAL
Côr (ppm)	20,0	15,0	33,3
Turbidêz (ppm)	6,0	5,0	16,7
pH	7,3	7,3	-
Fe total (ppm)	0,15	0,05	66,7
NMP/100ml	150,0	0,0	100
Bacterias/ml (§) (48h - 20°C)	-	-	-

(§) Não foi efetuada a contagem total de bactérias

Como se observa pelas análises, o filtro que estava em operação em Lídice apresentou uma elevada eficiência na remoção de bactérias e de ferro total, ao mesmo tempo em que apresentou baixos índices na redução de côr e turbidêz.

Na ocasião o filtro estava com 6 dias de operação contínua, quasi no fim, portanto, do período de funcionamento normal. Mesmo admitindo que a camada biológica estivesse totalmente constituída, e mesmo considerando o baixo número de bactérias presentes na água bruta, deve-se considerar com reservas a elevada redução do número de coliformes, sendo mais conveniente tomar como representativo da eficiência do filtro os valores de redução porcentual da côr e turbidêz, pois são estes valores, mais representativos das características de operação e manutenção deficientes encontradas no local.

5.8. QUELUZ - SP (Figuras Nº 22 a 25; Fotografias Nº 25 a 29)

Pequenas diferenças, referentes unicamente à posição relativa de alguns elementos, foram notadas, entre o projeto original e a instalação existente. Entretanto foram respeitadas todas as idéias básicas do projeto. Essas pequenas alterações podem ser notadas comparando-se o sistema de distribuição de água bruta às unidades filtrantes nas fotografias e nos desenhos apresentados.

A instalação data de 1951, e o aspecto geral não é bom. A areia retirada é amontoada ao lado dos filtros, fato que aliado ao aspecto estético desfavorável apresentado pelas paredes das unidades filtrantes, do reservatório e da casa do zelador, tornam o ambiente muito diverso do que seria de se esperar em uma estação de tratamento de água para consumo público.

A altura de água mantida sobre a areia é de 1,0 metro. Cada 30 dias aproximadamente, uma das unidades é posta fora de operação e processa-se à retirada de uma camada de 4 centímetros de areia. A areia retirada é utilizada em argamassa para construções.

Quando a espessura do leito filtrante fica reduzida a apenas 10 centímetros é feita a reposição da camada de areia até à espessura original de 1,0 metro. Isso se dá a cada ano e meio, aproximadamente.

Após o reinício de operação de cada filtro, o operador desvia a água filtrada para os esgotos durante duas horas. Só depois desse período de tempo a água filtrada é utilizada para o consumo público.

Na região da inspeção havia apenas 10 centímetros de areia sobre a camada suporte, pois a reposição não houvera sido

feita durante dois anos.

O regularizador de vazão da única unidade em operação durante a inspeção, se encontrava avariado, estando a bóia emperrada em sua posição mais elevada, demonstrando que a válvula de controle do efluente se encontrava em sua abertura máxima. Tinha-se, portanto, pequena perda de carga na camada filtrante (espessura reduzida) e conseqüentemente grande perda na camada biológica que deveria estar constituída há período muito maior do que 30 dias.

As análises e exames das amostras colhidas no filtro de Queluz apresentaram os seguintes resultados:

QUADRO Nº 20

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - QUELUZ - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 30 DIAS

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO POR-CENTUAL
Côr (ppm)	80,0	15,0	81,5
Turbidêz	8,0	6,2	22,5
pH	6,4	6,3	1,6
Fe total (ppm)	1,42	0,32	77,5
NMP/100ml	43,0	23,0	46,5
Bacterias/ml (§) (48h - 20°C)	-	-	-

(§) Não foi efetuada a contagem total de bacterias

As amostras de água foram colhidas com o filtro na fase final do período entre limpezas. A baixa eficiência na redução bacteriológica observada é devida, evidentemente à peque

na espessura de camada filtrante disponível e também devido à elevada perda de carga com que se estava processando a filtração. A condição de filtração, com perda de carga muito elevada e através de pequena camada filtrante sempre produz efluente de qualidade insatisfatória.

A estação de tratamento de Queluz, poderia ser classificada como muito bem projetada (dispõe de pré-tratamento, - controle de vazão na entrada e na saída, e camada filtrante com características ideais) mas contando atualmente com operação de eficiente e manutenção praticamente nula.

5.9. PARIQUERA-AÇU - SP (Figuras N<sup>o</sup>s 26 e 27; Fotografias N<sup>o</sup>s 30 a 32)

A estação de tratamento apresenta um aspecto agradável apesar da grande quantidade de areia depositada ao lado das unidades filtrantes. As paredes dos filtros, assim como a "casa de química" e o reservatório encontram-se bem conservados.

Entretanto, a manutenção das peças e equipamentos - principais não é realizada. Os regularizadores de vazão estão fora de uso e há muito tempo não se processa à cloração da água tratada por falta de hipoclorito de sódio.

Não há qualquer equipamento destinado à lavagem ou à preparação da areia que é colocada nos leitos filtrantes, sendo muito provável que a reposição seja feita diretamente para os filtros dos veículos que a transporta do município de Registro.

A cada 7 dias aproximadamente, o operador retira uma das unidades de operação e procede à retirada de um centimetro de areia da superfície. Em seguida, repõe uma camada de areia limpa correspondente à camada retirada, passa um rastelo sôbre a superfície e reinicia a filtração admitindo a água bruta sôbre a camada de areia.

A água filtrada é imediatamente encaminhada para a rede de distribuição não sendo portanto observado o período para a formação da camada biológica.

A altura de água observada sobre os leitos filtrantes era de apenas 0,20m, apesar de o operador garantir que, normalmente a filtração é efetuada com a altura de 1,0m de água.

A bóia acoplada com a válvula tipo borboleta para manutenção do nível de água e regularização da vazão efluente estava emperrada em sua posição mais elevada o que significa máxima abertura na válvula de saída. Essa condição denota utilização de taxa de filtração elevada que justificaria tanto o pequeno período de filtração entre limpezas como a baixa qualidade demonstrada pelo líquido filtrado.

Não há nenhum controle de qualidade do efluente, apesar de o filtro abastecer, além de aproximadamente 500 residências, o Hospital Distrital de Pariquera-Açu, com aproximadamente 160 leitos.

As análises das amostras de água colhidas no filtro de Pariquera-Açu, apresentaram os seguintes resultados:

QUADRO Nº 21

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - PARIQUERA-AÇU - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 5 DIAS.

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENTUAL
Côr (ppm)	40,0	20,0	50,0
Turbidêz (ppm)	6,0	5,8	3,3
pH	6,9	6,9	-
Fe total (ppm)	0,50	0,23	54,1
NMP/100ml	23,0	3,6	84,5
Bactérias/ml (§) (48h - 20°C)	-	-	-

(§) Não foi efetuada a contagem total de bactérias.

A porcentagem de redução da turbidêz e côr da água bruta é muito pequena, provavelmente devido às condições insatisfatórias da operação observada.

Se o exame bacteriológico apresentado estiver realmente definindo as condições do filtro observado, êste poderia ser admitido como operando com eficiência boa, considerando-se o baixo número de coliformes presentes.

Entretando, é bastante evidente que, com maior interesse demonstrado pelas autoridades municipais e com a melhoria dos níveis de conhecimentos do operador, poder-se-ia, com as instalações disponíveis em Pariquera-Açu, obter um efluente com qualidades muito mais aprimoradas do que aquelas evidenciadas pelas análises apresentadas.



5.10 JACUPIRANGA - SP (Figura nº 28; Fotografias nºs 33 e 34)

O aspecto da estação de tratamento é de completo abandono não havendo, inclusive, nenhuma receptividade às sugestões apresentadas durante a ocasião da inspeção.

A única unidade filtrante existente encontra-se praticamente abandonada havendo somente interesse na manutenção dos grupos de recalque que enviam a água filtrada para o reservatório elevado.

O sistema de regularização de vazão está avariado há muitos anos, não se encontrando no local nem mesmo a bóia que comanda a operação da válvula borboleta.

A estação apresenta características peculiares no que se refere à operação dos filtros.

A água bruta, que chega à estação vinda diretamente do Rio Canha, é recalçada para o reservatório elevado situado ao lado do filtro. Do reservatório parte da água é encaminhada para a rede de distribuição e o excesso, através de uma mangueira, é jogada diretamente sobre o filtro (sem passar pela canalleta de distribuição). A água, após ser filtrada retorna ao poço de sucção das bombas, de onde é novamente recalçada para o reservatório elevado.

Há portanto, uma recirculação de pequena parte da água através do filtro. Devido à essas condições particulares e também às características de entrada da tubulação de água filtrada no poço de sucção das bombas, não foi possível a colheita de amostras para a análise química e os exames físico e bacteriológico da água filtrada.

Não foi possível também obter informações sobre a camada de areia ainda existente no filtro, mas esta deve ser praticamente nula pois a altura de água sobre o leito é de 2,30 metros.

Além disso a amostra retirada demonstrou que, praticamente não existe mais areia, tendo sido esta totalmente substituída por lama e matéria orgânica já em decomposição.

Na ocasião foi inclusive, sugerido ao tratador que retirasse o filtro do circuito para substituição do material - filtrante, pois nas condições em que se encontrava, com toda certeza estaria fornecendo em efluente com características de qualidade bastante inferiores à água bruta recebida.

5.11. MONTEIRO LOBATO - SP (Fotografia nº 35)

O Município de Monteiro Lobato construiu unicamente as estruturas dos filtros, tendo sido a obra abandonada neste estágio.

Em 1965, o então prefeito Municipal, Sr. Josué Leopoldino, contratou um engenheiro para dar continuidade à obra abandonada. Este considerou que a estrutura existente não era passível de ser aproveitada, projetando um novo sistema, completo, situando o filtro em outro local, e optando pelo abandono do atual.

Esse projeto, entretanto, não foi aprovado pelo Fundo Estadual de Saneamento Básico, que optou pela utilização da estrutura existente.

Esta realmente se encontra em bom estado e poderia pelo menos em uma primeira etapa abastecer satisfatoriamente o município de Monteiro Lobato.

5.12. NAZARÉ PAULISTA - SP (Figuras N<sup>o</sup>s 29 e 30; Fotografias n<sup>o</sup>s 36 a 38)

O aspecto da estação de tratamento é bastante prejudicado pela grande quantidade de árvores existentes ao redor - das instalações. Essa condição prejudica inclusive os filtros

devido à queda de folhas e, conseqüentemente de materia orgânica sôbre a superfície filtrante.

A areia acumulada ao lado dos filtros e o terreno por capinar oferecem também condições estéticas desagradáveis.

Entretanto, as unidades filtrantes, o reservatório e a casa das bombas, que recalcam a água filtrada para os reservatórios de distribuição estão razoavelmente bem conservados.

Cada 20 dias aproximadamente uma das unidades é posta fora de operação para se processar à retirada de uma camada de 10 cm da superfície do leito filtrante. Em seguida é reposta uma camada de areia com a mesma espessura da retirada, de maneira que o filtro opera sempre com 1,0 de água sôbre o leito filtrante. Isso vem sendo feito desde o início (1958) sem a necessidade de ser trocado toda a areia.

Segundo o operador há realmente necessidade de retirada de uma camada de aproximadamente 10 centímetros da superfície dos leitos filtrantes por ocasião da limpeza devido à penetração das impurezas da água até a esta profundidade.

Isso talvez se justifique devido ao material com granulometria muito grande que provavelmente está sendo usado, - pois segundo o próprio operador, a areia, proveniente de Atibaia é do tipo médio, portanto com granulometria variando entre 0,42 e 2,00mm.

Nessa instalação parece existir realmente um sentido de operação do sistema, pois o responsável permanece durante todo o dia observando o funcionamento dos filtros.

O controle de vazão na tubulação efluente apesar de ser realizado com válvula de gaveta parece ser eficiente pois o operador demonstrou conhecer sua operação, sabendo inclusive o número de voltas que deveriam ser dadas diariamente no volan

te da válvula para compensar a perda de carga na filtração. Portanto, apesar da ausência de medidor de perda de carga, a experiência do tratador indica, pelo menos nas condições normais de funcionamento, quando cada unidade deve ser posta fora de operação para se proceder à limpeza dos leitos filtrantes. Em Nazaré Paulista também não há nenhum controle da qualidade de água filtrada.

As análises e exames das amostras de água bruta e filtrada são apresentadas no quadro seguinte:

QUADRO Nº 24

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - NAZARÉ PAULISTA - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 15 DIAS

ANÁLISES E EXAMES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO POR CENTUAL
Côr (ppm)	60,0	25,0	58,2
Turbidêz (ppm)	10,5	1,3	87,7
Ferro total (ppm)	1,18	0,43	63,6
pH	6,3	6,4	-
NMP/100ml	93,0	9,1	90,0
Bactérias/ml (§) (48h - 20°C)	-	-	-

(§) Não foi efetuada a contagem total de bactérias.

Como se nota pelas análises apresentadas, os resultados são satisfatórios. Entretanto devido à pequena turbidêz apresentada pela água bruta, dever-se-ia ter um período de funcionamento entre lavagens maior do que 20 dias.

Dever-se-ia também providenciar o equipamento clorador que, embora previsto no projeto, jamais foi instalado.

Não há nenhum controle de qualidade de água filtrada.

5.13 - BOM JESUS DOS PERDÕES - SP (Fotografias nº 39 e 40)

A estação de tratamento se situa a aproximadamente dois quilômetros do perímetro urbano, e não possui residência para o encarregado. Este reside na cidade e inspeciona os filtros apenas duas vezes por dia, durante a manhã e durante a tarde. As instalações são todas cercadas por muro, permanecendo o portão de acesso fechado durante todo o dia.

O aspecto é de abandono total, o que torna o ambiente desagradável quando associado à aparência dos filtros e aos tanques de asfalto vazios e outros materiais abandonados ao lado das instalações.

Entretanto, o operador demonstrou conhecer a operação das válvulas para a manutenção de uma taxa de filtração razoavelmente uniforme.

Cada 30 dias aproximadamente uma das unidades é posta fora de operação, processando-se a retirada de cinco centímetros de areia da superfície. Esse processo repete-se até que toda a areia seja removida. Essa é uma condição bastante desfavorável pois além de permitir filtração em camadas de espessura muito reduzida durante algum tempo, faz com que a altura de água se torne muito elevada ocasionando dificuldade na manutenção da taxa de filtração.

Toda a areia retirada é encaminhada para confecção de argamassa nas construções civis da Prefeitura Municipal.

A areia, procedente de Atibaia, antes de ser colocada nos filtros passa apenas por uma peneira grossa (aproximadamente 1 milímetro).

As análises e exames das amostras colhidas nas instalações de Bom Jeseus dos Perdões são apresentadas abaixo:

QUADRO Nº 25

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - BOM JESUS DOS PERDÕES SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 8 DIAS.

EXAMES E ANÁLISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTR.	REDUÇÃO PORCENTAGEM
CÔR (ppm)	10,0	5,0	50,0
TURBIDÊZ (ppm)	2,3	1,2	47,8
pH	7,0	6,9	1,4
Fe TOTAL (ppm)	0,14	0,05	64,3
NMP/100ml	23,0	3,6	84,5
BACTERIAS/ml (§) (48h-20°C)	-	-	-

(§) - Não foi efetuada a contagem total de bactérias.

Sendo pequeno o número de coliformes presentes na água bruta, pode ser considerado muito boa a redução de 84,5%.

Apesar do aspecto desfavorável o filtro pode ser considerado como bem operado, pois os resultados obtidos são muito bons apesar de se ter as unidades em operação contínua apenas durante oito dias.

5.14 - LOUVEIRA - SP (Figuras Nº 31 a 33; Fotografias nº41a44)

As instalações de Louveira são, provavelmente, as melhores em operação no Estado de São Paulo.

O projeto previa vertedores triângulares (Thompson) para o controle de vazão efluente. Entretanto, esse importante dispositivo não foi construído ficando o controle de vazão condicionado unicamente às manobras das válvulas das tubulações afluente e efluente.

O aspecto geral da estação é muito bom. Toda a área é cercada e mantida em boas condições de limpeza e conservação. Os filtros são muito bem operados por pessoal razoavelmente competente e interessado.

A cada 20 dias aproximadamente, uma das unidades é - posta para operação para limpeza. É retirada então, da superfície uma camada de areia de 5 centímetros de espessura. A areia não é lavada para reposição, sendo utilizada para confecção de argamassa nas obras da Prefeitura.

Essa operação de limpeza é realizada 4 vezes sem que haja nenhuma reposição de areia, ficando portanto, a espessura original da camada de areia reduzida de 20 centímetros. Nessa ocasião, a areia procedente do Rio Atibaia (Município de Itatiba) é colocada sem nenhuma preparação prévia, até completar a espessura total da camada filtrante, que é de 1,0 metro.

Após as limpezas cada unidade recebe novamente água que após a filtração é encaminhada aos reservatórios de distribuição, sem se observar o período de "amadurecimento" da camada biológica superficial.

A altura de água observada sobre uma das unidades filtrantes na ocasião da inspeção era de 1,45m, que por ser muito elevada, deverá provavelmente estar dificultando a operação de controle de vazão.

As análises e exames das amostras de água colhidas - nas instalações de Louveira são apresentadas abaixo:

QUADRO Nº 26

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA. LOUVEIRA - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 15 DIAS.

EXAMES E ANÁLISES	AGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENTUAL
CÔR (ppm)	25,0	5,0	80,0
TURBIDÊS (ppm)	5,8	3,8	34,5
pH	7,1	7,1	-
Fe TOTAL (ppm)	0,56	0,56	48,2
NMP/ml	800,0	8,0	99,0
BACTERIAS/ml (§) (48h - 20°C)	-	-	-

(§) - Não foi efetuada a contagem total das bactérias

Os resultados dos exames demonstram a grande eficiência com que operam os filtros de Louveira, o que é realmente - um reflexo das características muito favoráveis das instalações e dos cuidados com que são realizados a operação e a manutenção.

5.15 - CAJAMAR - SP (Fotografias nº 45 e 46)

O município de Cajamar construir unicamente as estruturas de concreto armado de duas unidades filtrantes que se encontram abandonadas. O estado em que se encontram possibilita o aproveitamento total das unidades, bastando instalar os sistemas de drenos, as camadas filtrantes e demais equipamentos necessários à operação.



5.16 - TAQUARITINGA - SP (Fotografias Nº 47 e 50; Figuras nº 34 e 35)

Os filtros de Taquaritinga foram construídos para fazer frente a uma situação de emergência no ano de 1964. Continuam operando ainda hoje, embora com sobrecarga.

O estado geral da estação é razoavelmente bom, causando má impressão unicamente os montes de areia acumulados ao redor das unidades filtrantes.

A instalação não possui equipamentos controladores de vazão, mas o operador demonstrou conhecer razoavelmente a operação de válvulas nas tubulações afluente e efluente para manter sem variações excessivas a taxa de filtração.

A cada 6 dias aproximadamente, uma das unidades filtrantes é colocada fora de operação para se processar a limpeza da areia. Nessa ocasião é retirada uma camada de 1 centímetro da superfície, e esse processo se repete até que a camada fique reduzida a aproximadamente 30 centímetros, quando é completada até a espessura original com a areia proveniente do Rio Mogi Guaçu (Município de Barrinha). A areia colocada não passa por nenhum processo de preparação ou de verificação antes de ser colocada no filtro. Nota-se que os diâmetros dos grãos de areia correspondem a diâmetros muito maiores do que os especificados em projeto.

Após o retorno do filtro à operação, a água filtrada é desviada para os esgotos durante uma hora aproximadamente, visando o "amadurecimento" da película biológica.

A altura de água mantida sobre a camada filtrante é de aproximadamente 1,10m.

As análises e exames das amostras de água colhidas nas instalações de Taquaritinga apresentaram os seguintes resultados:

QUADRO Nº 27

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - TAQUARITINGA - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 3 DIAS.

EXAMES E ANÁLISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENT.
CÔR (ppm)	50,0	5,0	90,0
TURBIDÊS (ppm)	7,0	0,0	100,0
pH	5,7	6,5	-
Fe TOTAL (ppm)	1,30	0,50	61,5
NMP/100ml	240	20	-
BACTERIAS/ml (48h - 20°C)	espraiante	5	-

Como se pode observar no quadro acima apresentado, apesar das deficiências apresentadas (falta de equipamentos controladores de vazão, areia com granulometria acima da especificada, pequeno período de amadurecimento, taxa de filtração elevada) os filtros estão operando com eficiência muito boa. Note-se inclusive as reduções de côr e turbidês, muito acima dos valores normais encontrados em filtros lentos.

5.17 - NUPORANGA - SP (Figuras nº 36 e 37; Fotografias Nº 51 e 52)

As instalações de Nuporanga apresentam aspecto desagradável principalmente com relação a plantações e mato existente nas imediações dos filtros. As unidades filtrantes necessitam de reparos e o próprio operador mencionou a necessidade de substituir o material filtrante que vem sendo utilizado desde 1956.

O período de filtração entre duas limpezas consecutivas é aproximadamente 5 dias.

Estando uma das unidades fora de operação para limpeza, é retirada uma camada de 1 centimetro da superfície da areia. Esse processo se repete até que toda a areia seja retirada, isto é, até que se atinja a camada suporte.

Na ocasião da inspeção, a altura de água sôbre a camada filtrante era de 2,0 metros, o que indicou a ausência da areia nos filtros, pois o nível se mantinha à sua cota normal. Após a retirada da camada superficial, a unidade é colocada novamente em operação sendo a água filtrada encaminhada diretamente ao reservatório de distribuição, sem que seja aguardada o período de formação da película biológica. As análises e exames das amostras de água colhidas nas instalações de Nuporanga são apresentadas no quadro seguinte:

QUADRO Nº 28

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - NUPORANGA - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA - DURANTE 3 DIAS;

EXAMES E ANALISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENTUAL
CÔR (ppm)	60,0	10,0	83,3
TURBIDÊS (ppm)	8,0	0,0	100,0
pH	5,7	5,8	-
Fe TOTAL (ppm)	1,40	0,35	75,0
NMP/100ml	240	240	-
BACTERIAS/ml (48h - 20°C)	Espraiante	Espraiante	-

Note-se paralelamente à elevada redução de côr e turbidêz processada pelo filtro, a eficiência nula no que se refere às bacterias presentes. Essa condição, provavelmente é devida à ausência da camada de areia, devendo-se a redução de côr e turbidêz a fenomenos não biológicos processados na camada suporte.

5.18 - CAJURÚ - SP (Fotografias nº 53 e 54)

Os filtros de Cajurú, unidades muito bem construidas encontram-se praticamente fora de operação. Há mais de 6 anos não se processa à limpeza do material filtrante, notando-se, na superfície da água, o constante aparecimento de bolhas de gás carbônico oriundo da decomposição anaerobia que ocorre nas camadas profundas.

Toda a área disponível na estação de tratamento, onde se encontra também os reservatórios de distribuição foi transformado em depósito de materiais de construção.

Por ocasião da inspeção, o prefeito local já havia - ordenado a transformação das unidades filtrantes em reservatórios devido a ineficiência do processo utilizado.

Devido à boa qualidade e estado de conservação das estruturas dos filtros, foi sugerido que fosse mantido o sistema em operação e que se processasse a renovação do material filtrante. Os exames e análises das águas bruta e filtrada, apresentadas em seguida refletem as condições precarias reinante - nos filtros de Cajurú.

QUADRO Nº 29

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLÓGICO DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - CAJURÚ - SP - FILTRO EM OPERAÇÃO CONTÍNUA - DURANTE 6 ANOS

EXAMES E ANALISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENT.
CÔR (ppm)	30,0	30,0	0,0
TURBIDÊZ (ppm)	0,0	0,0	-
pH	6,2	6,0	-
Fe TOTAL (ppm)	1,30	0,85	34,6
NMP/100ml	240	240	-
BACTERIAS/ml (48h - 20°C)	Incontável	Incontável	-

5.19 - SANTO ANTÔNIO DA ALEGRIA - SP - (Figuras nº 39a43; Fotografias nº 55 e 56)

Por ocasião da inspeção os filtros de Santo Antonio da Alegria se encontravam fora de operação, sendo a água bruta encaminhada ao consumo público sem nenhum tratamento.

A razão da interrupção da filtração, segundo o operador, seria o fato de ocorrerem períodos de funcionamento entre lavagens excessivamente curtos (três ou quatro dias).

C Foi sugerido então que fosse substituída a areia existente nas unidades, que era de granulometria excessivamente fina, por areia com diâmetro efetivo igual a 0,30mm e coeficiente de uniformidade igual a 2,0.

Posteriormente, após a substituição do leito filtrante e verificou-se, segundo as informações recebidas, que os períodos de funcionamento entre limpezas mantinham-se pratica-

mente os mesmos.

Como a análise da água bruta não apresentasse características que pudessem justificar um período tão pequeno de operação contínua, verificou-se o projeto para eventual constatação de perda de carga excessiva no sistema drenante. Este entretanto mostrou-se satisfatoriamente dimensionado, não se encontrando causa aparente que pudesse justificar os períodos pequenos entre operações de limpeza das unidades, pois mesmo a taxa de filtração é pouco superior a  $3 \text{ m}^3/\text{m}^2$ . dia.

Provavelmente a elevada insolação existente, causando abundante proliferação de algas seja a principal causadora desse fenômeno bastante comum nos filtros brasileiros descobertos. Note-se, com efeito a predominância de diatomáceas cujas carapaças de sílica praticamente indestrutíveis contribuem para a rápida colmatação das camadas superiores das unidades filtrantes.

Essa condição será oportunamente verificada em filtros que, apresentando condições de operação boas e águas com pequena quantidade de matéria suspensa, possibilitam pequenos períodos de funcionamento entre limpezas consecutivas.

Os exames e análises das amostras da água bruta colhidas em Santo Antonio da Alegria mostrados em seguida, demonstram que salvo outros inconvenientes, os filtros poderão operar durante períodos muito maiores do que os atuais, sem necessidade de limpeza.

QUADRO Nº 30

ANÁLISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO BACTERIOLÓGICO DA ÁGUA BRUTA -  
SANTO ANTONIO DA ALEGRIA - SP

EXAMES E ANÁLISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENT.
CÔR (ppm)	60,0	-	-
TURBIDÊZ (ppm)	4,0	-	-
pH	5,2	-	-
Fe TOTAL (ppm)	1,70	-	-
NMP/100ml	240	-	-
BACTERIAS/ml (48h - 20°C)	Incontável	-	-

5.20 - BRAÚNA - SP - (Figuras nº 49 a 46; Fotografias nº 57 a 59)

Os filtros de Braúna estão distanciados aproximadamente um quilometro do perimetro urbano.

O aspecto geral da estação de Tratamento é desagradável aparentando abandono. O operador não permanece durante todo o dia cuidando das instalações.

O projeto previa um vertedor triangular (Thompson) na saída de cada um dos filtros para medição da vazão efluente. É importante detalhe, entretanto, não foi executado, ficando o controle de vazão condicionado unicamente à operação de válvulas, nas tubulações de entrada e saída.

Uma das unidades (Filtro nº 2) apresentava uma altura de água muito grande sobre a areia (1,60m). A outra unidade (Filtro nº 1) com uma altura de água de 1,20m apresentava mon-

tes de areia em seu interior que aguardavam distribuição sôbre a superfície da camada filtrante. Os filtros, entretanto, continuava em operação normal.

Uma particularidade interessante observada unicamente em Braúna é relativa ao sistema de lavagem dos filtros, muito parecido com o "método de Brooklyn", que consiste em lavar a areia da superfície sem retirá-la da unidade.

O operador, a cada 15 dias aproximadamente, retira uma das unidades de operação mantendo uma pequena camada de água sôbre a superfície da areia que é lavada com uma escova de cerdas duras e compridas. Após a lavagem a água é admitida através dos drenos (vinda de outra unidade filtrante que continua em operação) e é encaminhada ao extravassor até que toda a sujeira seja eliminada.

Segundo o operador o processo sempre produz bons resultados, não sendo necessário retirar a areia para limpeza.

Este método pode ser satisfatório quando o material gelatinoso formado na superfície não aderir aos grãos de areia, podendo ser lavados com pequena agitação quando imersos na água. O processo tem ainda a vantagem de eliminar as bolhas de ar retidas nas camadas de areia quando se efetua a passagem de água em sentido contrário ao da filtração.

São apresentadas em seguida as análises e exames das amostras de água colhidas nos filtros de Braúna. Como se nota apesar de se ter períodos de operação contínua muito diferentes nas unidades (1 a 15 dias) obteve-se uma eficiência aproximadamente igual em ambas.



QUADRO Nº 31

ANALISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLOGICO  
DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - BRAÚNA - SP - FIL-  
TRO Nº 1 - EM OPERAÇÃO CONTÍNUA DURANTE 1 DIA.

EXAMES E ANÁLISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENT.
CÔR (ppm)	30,0	5,0	83,3
TURBIDES (ppm)	12,0	0,0	100,0
pH	6,0	5,8	-
Fe TOTAL (ppm)	0,84	0,05	99,4
NMP/100ml	240	20	91,7
BACTERIAS/ml (48h - 20°C)	18	4	77,8

QUADRO Nº 32

ANALISE QUÍMICA E EXAMES FÍSICO E BACTERIOLOGICO  
DAS ÁGUAS BRUTA E FILTRADA - BRAÚNA - SP = FIL-  
TRO Nº 2 - EM OPERAÇÃO CONTÍNUA 15 DIAS

EXAMES E ANÁLISES	ÁGUA BRUTA	ÁGUA FILTRADA	REDUÇÃO PORCENT.
CÔR (ppm)	30,0	5,0	83,3
TURBIDÊS (ppm)	5,0	0,0	100,0
pH	5,4	5,3	-
Fe TOTAL (ppm)	0,47	0,06	87,2
NMP/100ml	240	12,0	95,0
BACTERIAS/ml (48h - 20°C)	espraiante	2,0	-

## 6 - CONCLUSÕES

### 6.1 - Comportamento dos Filtros

A situação dos filtros lentos brasileiros avaliada a través das instalações inspecionadas será considerada em função das suas características de projeto, construção, operação e manutenção.

#### 6.1.1. - Características de projeto e construção

Os projetos de filtros lentos, são de uma maneira geral inadequados, tanto sobre o ponto de vista de concepção como em relação às especificações de equipamentos. Além disso, o corre muitas vezes durante a construção, alterações fundamentais nos projetos básicos, modificando as disposições originais e suprimindo dispositivos e equipamentos de grande importância para o perfeito funcionamento do sistema.

As principais deficiências observadas são as seguintes:

#### a) Número de unidades e área de filtração

Devido às características de limpeza inerentes aos filtros lentos, é necessário que a área de filtração disponível permita as taxas de vazões normais durante os períodos de limpeza das camadas filtrantes.

A literatura inglesa, que apresenta resultado de longo período de experiência, sugere os seguintes valores relati-

vos à número mínimo de unidades e área total de filtração em função da população abastecida:

QUADRO Nº 33

Número de Unidades Necessárias em Função da População Abastecida.

População	Número de Unidades	Unidades de Reserva
2.000	2	1 - 100%
10.000	3	1 - 50%
60.000	4	1 - 33%
200.000	6	1 - 25%
400.000	8	1 - 14%
600.000	12	2 - 20%
1.000.000	16	2 - 14%

Nenhuma das instalações visitadas dispõe de unidades de reserva, operando as demais, durante os períodos de limpeza ou de reparos, com sobrecarga incompatível com as possibilidades do sistema.

b) Controladores de Vazão

Um fator muito importante, principalmente do ponto de vista de eficiência bacteriológica, é a regularização de vazão e manutenção de carga hidráulica constante sôbre a camada filtrante.

As variações bruscas da taxa de filtração provocam rupturas na película biológica ocasionando flutuações consideráveis na qualidade da água filtrada.

Este fator, além de não ser considerado por alguns projetistas raramente é executado na obra, mesmo quando os projetos detalham a sua construção.

Em alguns projetos são previstos medidores de vazão (vertedores Thompson, por exemplo), mas sem nenhum controle a montante e sem possibilitar ao operador saber qual a vazão instantânea.

Uma escala linimétrica marcada no próprio canal do vertedor daria ao operador uma ordem de grandeza de vazões, e permitiria um controle eficiente da taxa de filtração.

O ideal porém, seria a instalação de controladores automáticos, do tipo telescópico, de fabricação nacional, que além de manterem as vazões com pequena variação não permitem que ocorra pressões negativas na camada filtrante.

c) Medidores de perda de carga

Apesar de serem equipamentos muito simples e de custo insignificante, em nenhuma das instalações visitadas foram observados medidores de perda de carga.

As unidades filtrantes geralmente são colocadas para operação para limpeza, quando a vazão de água filtrada chega - praticamente a zero. Nessas condições, a camada filtrante operando com elevada perda de carga se mantém com pressões negativas, possibilitando a formação de bolhas de ar em seu interior, diminuindo a área útil disponível.

Além disso, a operação em condições de elevada perda de carga não permite produzir efluente de boa qualidade sob o ponto de vista bacteriológico.

Dois tubos piezométricos, um colocado acima do nível da areia e outro no início da tabulação efluente seriam suficientes para a medida da perda de carga durante o período de filtração. Uma marca ao lado do Piezométrico indicaria a perda de carga máxima permitida. Quando o nível do segundo piezômetro atingisse o filtro seria pôsto fora de operação para limpeza sem que ocorressem os inconvenientes mencionados.

d) Sistemas drenantes

Os sistemas drenantes geralmente são bem projetados no que se refere aos diâmetros e disposição das tubulações. Raras vezes foram encontradas tubulações cuja disposição inadequada pudesse permitir taxas de filtração diferentes ao longo da superfície de filtração.

As deficiências encontradas são referentes à disposição da camada suporte e às características de acabamento das paredes internas das unidades filtrantes.

A colocação das pedras constituintes da camada suporte junto às paredes do filtro permite a percolação da água bruta, junto a essas paredes até os drenos, sem a passagem pela camada filtrante.

Esse inconveniente é agravado, na maioria das vezes pelo acabamento excessivamente liso das paredes internas dos filtros. Além de ser mais econômico é conveniente sob o ponto de vista hidráulico manter essas paredes com rugosidade elevada.

e) Entrada de água nas unidades filtrantes

Em alguns filtros a água verte sobre a camada filtrante sem que esta esteja devidamente protegida, provocando carreamento de areia e formação de camadas de espessura variável.

Isso corre principalmente na ocasião de reenchimento das unidades.

Um sistema recomendável é uma canaleta de distribuição afogada, construída ao nível da areia. As unidades, após a operação de limpeza devem ter possibilidade de serem reenchidas através dos sistemas drenantes, recebendo água já filtrada das unidades em operação. Apenas depois que o nível de água atinja o nível da areia poderia ser admitida a água bruta através do sistema de calhas.

Poucas instalações dispõem também de dispositivo medidor de vazão na entrada das unidades. Esse dispositivo, apesar de não ser imprescindível à operação do filtro auxilia muito o controle da vazão influente.

#### 6.1.2 - Características de operação

De uma maneira geral a operação é prejudicada pelas deficiências de projeto ou por eventuais falhas ocorridas durante a construção.

Entretanto, diversas condições irregulares na operação ocorrem também independentemente das características de projeto e construção.

As deficiências mais comuns observadas nos trabalhos de operação são os seguintes:

##### a) Variação da altura de água sobre a camada filtrante

A retirada sucessiva das camadas superficiais da areia sem reposição acarreta filtração com carga hidráulica muito elevada e traz em consequência dificuldades para o controle da vazão principalmente quando o controle se faz manualmente através das válvulas da tubulação efluente.

A prática recomendada, de completar a espessura original da camada filtrante após duas ou três operações de limpeza, é observada por poucos operadores de filtros lentos.

##### b) Controle da vazão

Um controle de vazão razoável, mesmo que as unidades filtrantes não disponham de equipamentos automáticos de regularização pode ser realizado através da operação da válvula da tubulação efluente.

O operador deverá conhecer o número de voltas que deverá dar diàriamente ao volante de manobra da válvula para compensar o acréscimo de perda de carga na camada filtrante, ocorrida no mesmo período.

Essa manobra muito simples é executada por un número muito reduzido de operadores.

c) Limites de perda de carga

Devido à inexistência de medidores ou indicadores de perda de carga, esta geralmente ultrapassa os valores máximos permitidos.

Quando se processa o contrôle da vazão através da operação - das válvulas das tubulações afluentes dos filtros pode-se também determinar com aproximação razoável quando o filtro atingiu os limites máximos de perda de carga admissível.

d) Lavagem e reposição da areia

A areia retirada das camadas superficiais dos filtros, na maioria das instalações não é lavada para reutilização como material filtrante .

Devido ao elevado custo, tanto da areia como do transporte dever-se-ia processar à lavagem da areia retirada na própria estação, pois além da operação ser muito simples, não exige equipamentos especiais, pelo menos nas pequenas instalações. A prática da não reutilização condiciona o emprêgo de areia com granulometria diversa da especificada e o estabelecimento da carga hidráulica elevada acima da camada filtrante.

e) Maturação da areia

Sendo a filtração lenta um tratamento biológico é evidente - que a eficiência biológica se tornará acentuada apenas quando a película superficial atingir um estágio determinado de de-

envolvimento. Segundo Frantisek Jursik (The Chemistry of the Slow Sand Filtration - Lower Fatty Acids - Sbornik VSCHT Scientific Papers from Institute of Chemical Technology, Prague, 4, Part 2, 447-54-1960), o filme biológico se forma apenas no sétimo dia de filtração, atingindo a maturação ao vigésimo.

No Brasil ainda não se dispõe de elementos para precisar qual o período necessário para o completo amadurecimento da camada biológica superficial.

Das instalações visitadas poucas desviam a água filtrada para o esgôto no reinício da filtração e as que desviam o fazem por períodos muito curtos, no máximo de duas horas tempo insignificante para o desenvolvimento de vida bacteriana nas camadas superiores dos filtros.

f) Desinfecção da água filtrada

Raras são as instalações que aplicam desinfetante à água filtrada.

Muitas delas não o fazem mesmo quando dispõem de instalações em perfeitas condições.

g) Contrôle do efluente tratado

Em nenhuma das instalações visitadas se faz a análise da qualidade do efluente tratado.

h) Período de filtração entre lavagens

Êsse é realmente um dos problemas mais graves apresentado pelos filtros lentos brasileiros.

Os períodos de filtração são invariavelmente muito curtos. Uma série de fatores parece contribuir para a justificação dessa característica.



Um dêles é a utilização de areia com coeficiente de uniformidade muito elevado, que provoca uma colmatação muito rápida das camadas superficiais. Outro fator preponderante nos filtros descobertos é a presença em grande número de algas do gênero diatômáceas, cujas carapaças de sílica, indestrutíveis nos processos desenvolvidos nos filtros lentos, provocam uma obturação muito rápida dos interstícios existentes entre os grãos de areia das camadas superficiais.

Uma conclusão definitiva sôbre o fenômeno só poderia ser completa através da pesquisa experimental, uma vez que muitos dos filtros visitados, embora dotados de cobertura também apresentam períodos de funcionamento entre lavagens, muito curtos.

### 6.1.3 - Características de manutenção

A manutenção dos filtros lentos é invariavelmente deficiente.

O fato de necessitarem pequena assistência e mão de obra pouco especializada é interpretada pelos administradores municipais como justificativa de que as unidades filtrantes não necessitam de maiores cuidados além daqueles prestados durante a fase de construção e instalação,

As principais deficiências notadas nas instalações visitadas, no que se refere à manutenção dos sistemas são as seguintes:

#### a) Aspecto estético

Poucas instalações cuidam da aparência das unidades filtrantes e das demais partes que constituem o sistema de tratamento.

As áreas adjacentes às instalações não são gramadas ou pavimentadas e geralmente são utilizadas como depósito de areia suja e de materiais de construção.

Outro inconveniente verificado em algumas instalações de filtros lentos é o que refere às residências dos tratadores. Estas são geralmente construídas muito próximas às unidades filtrantes, notando-se a presença de criações, animais domésticos e plantações, as mais diversas no próprio ambiente das estações de tratamento.

Ressalvadas poucas exceções, as instalações de filtros lentos geralmente apresentam aspectos psicológicos negativos aos usuários dos serviços de águas que as visitam.

b) Reposição de aparelhos e acessórios

A reposição de aparelhos e acessórios essenciais ao perfeito funcionamento dos sistemas é precária, devido principalmente ao desinterêsse dos operadores e administradores.

Os regularizadores de vazão e os aparelhos dosadores são os mais comumente encontrados avariados. O reparos deixam de ser executados não apenas por problemas de ordem técnicas ou administrativa mas pelo fato de que a ausência desses instrumentos não interrompe o processo do tratamento, tornando inclusive menos trabalho e dispendioso os serviços de operação.

c) Reposição de material filtrante

Na maioria das vezes o material filtrante encontrado nas instalações tem características granulométricas diferentes das especificadas nos projetos.

Geralmente a areia é proveniente de córregos e é colocada nas unidades filtrantes sem nenhuma seleção prévia. O mate

rial utilizado é de granulometria muito fina e apresenta coeficiente de uniformidade muito elevado, o que provoca as dificuldades operacionais anteriormente mencionadas.

d) Produtos químicos para desinfecção

Muitas instalações visitadas, embora dispondo de aparelhos dosadores e de tanques de contato em perfeitas condições de funcionamento haviam abandonado há muito tempo a prática da desinfecção da água filtrada devido à falta dos compostos químicos necessários.

Essa característica denota amplamente a falta de conhecimentos relativos à conveniência da manutenção de um resíduo de cloro na rede de distribuição, como também a falta de interesse das administrações responsáveis pela eficiência do tratamento.

6.2 - Aplicabilidade de filtros lentos no Brasil

O quadro nº 34, apresentado em seguida, mostra as eficiências dos filtros lentos inspecionados relativas a cor, turbidez, ferro total e número de coliformes.

QUADRO Nº 34

Eficiência dos Filtros Lentos Inspeccionados

CIDADE	Nº de dias em o <sub>o</sub> - peração - contínua	Reduções Percentuais			
		Côr	Turbi dez	Ferro total	NMP/ 100ml.
Ribeirão das Neves	55	50,0	34,5	57,5	88,0
Bonsucesso	3	72,2	69,0	42,5	99,1
Claudio	1	44,4	23,6	17,5	39,3
Sto Antônio do Amparo	10	78,5	62,9	66,0	98,9
Rio Claro	12	55,5	28,6	50,0	58,1
Lidice	6	33,3	16,7	66,7	100,0
Queluz	30	81,5	22,5	77,5	46,5
Pariquera-Açu	5	50,0	3,3	54,1	84,5
Nazaré Paulista	15	58,2	87,7	63,6	90,0
Bom Jesus dos Perdões	8	50,0	47,8	64,3	84,5
Loureira	15	80,0	34,5	48,2	99,0
Taquaritinga	3	90,0	100,0	61,5	91,6
Vuporanga	3	83,3	100,0	75,0	0,0
Brauna-1	1	83,3	100,0	99,4	91,4
Brauna-2	15	83,3	100,0	87,2	95,0

Os valores apresentados, apesar de não poderem ser considerados ideais são surpreendentemente bons quando associados às características das instalações utilizadas, com o nível técnico dos operadores e principalmente com a mentalidade administrativa predominante nos pequenos serviços de água de nosso interior.

Com relação à côr, verifica-se inclusive uma eficiência muito maior do que a mencionada pela literatura especializada, -

que admite uma redução porcentual de apenas 20% ou 30%.

Êsses resultados demonstram que a filtração lenta se adapta às condições reinantes nos serviços de abastecimento de água em pequenas comunidades, não apenas pela possibilidade de permitir um tratamento mais econômico com utilização de pessoal não habilitado, mas também por possibilitar um grau de purificação da água de abastecimento que pode ser admitido como razoável.

Essa condição, entretanto, embora se constituindo em um poderoso argumento para a recomendação do emprêgo de filtros lentos, não justifica as precárias condições em que funcionam a grande maioria das instalações.

Não resta a menor dúvida de que, condicionados a um melhor nível de projetos, à obediência dos planos e especificações projetadas, pelas entidades construtoras, à um melhor conhecimento das técnicas de operação, e à uma ampliação do interêsse administrativo por parte das autoridades direta ou indiretamente responsáveis, poderão, os filtros lentos, trazer uma valiosa contribuição à melhoria das condições sanitárias das pequenas comunidades do Brasil.

No estado de São Paulo, com a criação do Fundo Estadual de Saneamento Básico (FESB), desenvolveram-se condições excepcionais para o aprimoramento dos níveis de projeto e de assistência à execução de obras no campo da engenharia sanitária. Uma das Coordenações do FESB, o Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB), já está possibilitando treinamento em alto nível para operadores de estações de tratamento em todo o Estado de São Paulo.

Essas duas entidades, assim como as congêneres que à sua semelhança se desenvolvem em todo o Brasil dispõe de recursos e capacidade para, a par com o grande e profícuo trabalho - que vêm desenvolvendo no sentido de incrementar o saneamentobá

sico nos grandes centros populacionais, aprimorar também os níveis de saúde das pequenas comunidades, dotando-as de filtros lentos com condições de operação e manutenção satisfatórias e que possibilitem obter do processo a máxima eficiência.

### 6.3 - Pesquisas programadas

Esta investigação sobre o comportamento dos filtros lentos no Brasil, embora realizada em caráter preliminar, demonstrou a existência de muitas dúvidas relativas aos diversos fenômenos que se desenvolvem durante as diversas etapas da filtração lenta.

A peculiaridade das condições climáticas brasileiras, principalmente referentes à temperatura e insolação provavelmente delimitam condições de comportamento biológico diferentes das mencionadas na literatura internacional especializada. Face a isso, pretende-se pesquisar através de filtros pilotos as características de comportamento sobre aspectos diversos, de todas as etapas da filtração.

Paralelamente, e também em filtros pilotos, serão desenvolvidas experiências visando a introdução de novos materiais e de novas tendências, algumas delas já referidas anteriormente.

A Organização Panamericana da Saúde, sob cuja égide se desenvolveu este trabalho, estimulando o prosseguimento das pesquisas relativas à filtração lenta, tem sugerido diversos temas de grande interesse para melhorar a compreensão dos fenômenos envolvidos, para a extensão de sua aplicabilidade à águas com características físicas químicas e bacteriológicas mais acentuadas, e para reduzir os custos de instalação.

Por outro lado, o Centro Tecnológico de Saneamento Básico (CETESB), compreendendo o interesse técnico-científico dos

trabalhos programados, franqueou suas instalações para a construção das unidades pilotos assim como pessoal habilitado para as análises e exames que se farão necessários.

Os principais setores de pesquisas programados são os seguintes:

a) Estudo biológico da camada superficial

Determinação da constituição biológica da camada superficial da areia, sua formação progressiva, correlacionando-a com a eficiência da filtração. Estes trabalhos darão uma informação mais correta sobre a maturação do filtro e indicarão exatamente a que período se inicia a depuração bacteriológica - pròpriamente dita.

b) Cobertura das unidades filtrantes

Determinação da influência da cobertura sobre a eficiência da filtração.

A proliferação de algas nas unidades filtrantes prejudica a qualidade do efluente. Entretanto as carapaças de algas diatômicas que se desenvolvem em grande escala nos filtros brasileiros poderão dar características de filtração peculiares, embora, possivelmente reduzam o período de operação contínuas entre lavagens consecutivas.

Serão montadas duas unidades iguais em paralelo, uma coberta e outra sem cobertura operando com taxas de filtração iguais e com areia com as mesmas características granulométricas.

Os resultados da eficiência relativos à insolação observada e aos períodos de filtração obtidos, informarão sobre a conveniência ou não da cobertura das unidades.

c) Emprêgo de pré-filtros

Será estudada a utilização de filtros preliminares ou grosseiros visando o tratamento de águas com turbidez muito elevada.

d) Emprêgo de antrácito como material filtrante

O antrácito tem sido usado como camada superior nos filtros rápidos de areia.

Pelo fato de ser constituído por partículas de formas angulares, possui maior área superficial do que partículas de areia com mesmo diâmetro.

Pode-se portanto, utilizar maiores diâmetros efetivos do que os normalmente utilizados, obtendo-se reduções de turbidez bastante elevada.

Uma das unidades pilotos terá camada filtrante dupla, constituída de areia (espessura 0,20m) e antrácito (espessura 0,50m).

Os ensaios serão efetuadas a diversas taxas de vazão, verificando-se paralelamente as facilidades que poderão advir do baixo peso específico do antrácito ( $1,5 \text{ /cm}^3$ ) nas operações de lavagem e reposição.

No Brasil o antrácito ainda não é explorado economicamente - mas se dispõe de jazidas consideráveis em Urussanga (S.C.) , Fazenda Pinhalão (Pr), Barra Bonita (Pr) e Cerquilho (S.P.).

e) Emprêgo de sistemas mistos

Algumas instalações em operação no Estado de Minas Gerais dispõe de equipamentos dosadores de coagulantes e compostos alcalinos, floculadores e decantadores. Durante alguns meses - por ano, nos períodos em que a turbidez se eleva muito acima dos valores normais, realiza-se a coagulação, floculação e sedimentação antes de encaminhar a água às unidades filtrantes.



Êsses sistemas mistos, evidentemente, quando bem operados possibilitam elevada eficiência na purificação da água.

As dúvidas existentes são relativas à viabilidade econômico-financeira do empreendimento, pois além do custo elevado das instalações, terá também maiores custos de operação e manutenção.

Essa pesquisa será realizada em uma das instalações mistas em funcionamento, atualizando-se os custos da construção, calculando-se as despesas de operação e manutenção e determinando-se finalmente os valores correspondentes a taxa (juros e amortização do capital empregado) e tarifas (incluindo custos de operação e manutenção) relativos à população abastecida.

f) Decantação de água floculada sôbre as camadas filtrantes.

A experiência realizada em Costa Rica durante a emergência vulcânica de 1963 e 1964, demonstrou a possibilidade de sedimentar a água floculada sôbre as camadas de areia das unidades filtrantes, sem que ocorresse a penetração dos flocos em profundidades maiores do que aquelas retiradas por ocasião da limpeza dos filtros.

As diversas unidades pilotos, operando com areias de características diferentes e a diversas taxas de filtração, receberão águas já floculadas, medindo-se, na ocasião da limpeza, a profundidade de penetração dos flocos de alumina.

g) Remoção de nematóides

Seré pesquisada a remoção de nematóides em filtros lentos de areia em função das seguintes variáveis:

- 1) dimensões dos vermes
- 2) mobilidade dos vermes
- 3) concentração de vermes
- 4) duração de período de filtração
- 5) profundidade da camada de areia
- 6) diâmetro efetivo e coeficiente de uniformidade da areia.
- 7) taxa de filtração.

h) Remoção de vírus

A pesquisa de remoção de vírus será realizada com espécies não patôgenicas. As variáveis que serão consideradas são as mesmas referidas para os nematóides com exceção da mobilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, José M. de. Tratamento de Águas de Abastecimento. Editôra da Universidade de São Paulo. 1966.
2. BABBIT, Harold E.; DOLLAND, James J.; CLEASBY, John L. Water Supply Engineering. Mc Graw Hill Book Company, New York and London. 1962.
3. BERG, Gerald. The Virus Hazard in Water Supplies. Journal of the New England Water Works Association, Volume 78, Number 2, pags. 79 a 104, June 1964.
4. BOORSMA, H.J. Slow Sand Filtration. Inter-Regional Seminar on Purification and Desinfection of Drinking Water. World Health Organization. Moscow-Kiev. 2-24 September 1968.
5. BRANCO, Samuel Murgel - Curso de Elementos de Biologia Geral e Hidrobiologia. Departamento de Parasitologia. Faculdade de Higiene e Saúde Pública U.S.P. 1965.
6. BRITO, Saturnino de. Abastecimento de Água. Obras Completas Volume III. Imprensa Nacional. Rio de Janeiro. 1943.
7. BUSTAMANTE, V. Rodrigo, Operacion de la Planta de Filtros Lentos de Três Rios Durante la Emergência Volcanica de 1963 y 1964. Asociacion Interamericana de Ingenieria Sanitaria - Capítulo de Costa Rica - X Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitária. São José - Costa Rica. Dezembro 1966.
8. COSCULLUELA, J. A. Ingenieria Sanitaria, Tomo I. La Habana, Cuba. 1946.

9. COX, Charles R. Water Supply Control. New York State Department of Health, Albany N. Y. Bulletin n<sup>o</sup> 22. 1943.
10. ELLMS, Joseph W. Water Purification. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, New York and London. 1928.
11. FAIR, Gordon Maskew; GEYER, John Charles; OKUN, Daniel Alexander. Water and Waste Water Engineering Volume II. John Wiley & Sons Inc. 1968.
12. FIELD, H.L. Construction of a Modified Slow Sand Filtration Plant at Greenfield, Mass. Journal of the New England Water Works Association. Volume 51, Number 2, pages. 173 a 184, June 1937.
13. GAINNEY, P.L.; LORD, Thomas H. Microbiology of Water and Sewage. Prentice - Hall, Inc. New York. 1952.
14. I.C.S. REFERENCE LIBRARY. International Textbook Company. Scranton. 1908.
15. IMBEAUX, Ed. Qualités de L'eau et Moyens de Correction. Dunod. 1935.
16. JURSIK, Frantisek. The Chemistry of the Slow Sand Filtration I. Lower Fatty Acids. Sbornik VSCHT (Scientific Papers From Institute of Chemical Technology, Prague 4, Part 2, 447 - 54. 1960.
17. MANUAL OF BRITISH WATER ENGINEERING PRACTICE, Third Edition, Institution of Water Engineers. Cambridge-England. 1961.
18. MARSHALL, C.E. Microbiology. 3<sup>rd</sup> Edition. P. Blakiston's & Co. Philadelphia. 1921.

19. MAXCY, Kenneth F. Rosenau-Preventive Medicine and Hygiene . Seventh Edition. Appleton-Century-Crofts, Inc. New York. 1951.
20. NORCOM, George D.; BROWN, Kenneth W. Water Purification for Plant Operators, First Edition. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. 1942.
21. PHELPS, Earle B. Public Health Engineering-Volume I. John Wiley & Sons, Inc. New York. Chapman & Hall, Ltd. London . 1948.
22. SILIN, E.A. Water Improvement in Rural Conditions. Inter-Regional Seminar on Purification and Desinfection of Drinking Water. World Health Organization. USSR Ministry of Public Health. Central Institute for Advanced Medical Studies. Moscow. 1968.
23. TURNEAURE, F.E.; RUSSELL, H.L. Public Water Supplies. Forth Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, Chapman & Hall, Limited, London.
24. URRÁ, Juan Lazaro; FERNANDEZ, Alberto Fesser. Hidrologia Urbanística. Editorial Dossat S.A., Madrid. 1955.
25. VEAL, T. H.P. The Supply of Water - Chapman & Hall, 11 Henrietta St, W.C. 2. 1931.
26. YASSUDA, E.R.; NOGAMI, P.S.; MONTRIGAUD R. de. Poços Profundos. Manual Técnico. Universidade de São Paulo. Faculdade de Higiene e Saúde Pública. São Paulo. 1965.

ANEXO Nº 1

EXAME MICROSCÓPICO DAS AMOSTRAS DE AREIA COLETADAS NOS DIVERSOS

FILTROS LENTOS INSPECIONADOS

FILTRO	NÚMERO DE DIAS DE O PERAÇÃO CONTÍNUA	NÚMERO DE FLOCOS POR MILILITRO	NÚMERO DE ALGAS POR MILILITRO	GÊNEROS PREDOMINANTES
1. RIBEIRÃO DAS NEVES (§)	55 Dias	7600	-	-
2. BONSUCESSO (§)	6 Dias	6900	-	-
3. CLÁUDIO (§)	1 Dia	4300	-	-
4. Stº ANTONIO DO AMPARO (§)				
AMOSTRA 1	3 Dias	2700	-	-
AMOSTRA 2	10 Dias	10700	-	-
5. RIO CLARO	12 Dias	6400	3100	SYNEDRA, PINNULARIA E DESMIDIUM
6. LÍDICE	6 Dias	7600	24000	SYNEDRA, NAVICULA, GOMPHONEMA
7. QUELUZ	30 Dias	96	144	NÃO IDENTIFICADAS
8. PARIQUERA AÇU				
AMOSTRA 1	2 Dias	1400	1770	NAVICULA, PINNULARIA - NAVICULA
AMOSTRA 2	5 Dias	3000	39000	
9. JACUPIRANGA	8 meses	216	1300	NAVICULA
10. NAZARÉ PAULISTA	15 Dias	5900	72	MELOSIRA, PINNULARIA
11. BOM JESUS DOS PERDÕES	8 Dias	100.000	168.000	SYNEDRA, CYMBELLA, PINNULARIA, NAVICULA E GOMPHONEMA

FILTRO	NÚMERO DE DIAS DE OPERAÇÃO CONTÍNUA	NÚMERO DE FLOCOS POR MILILITRO	NÚMERO DE ALGAS POR MILILITRO	GÊNEROS PREDOMINANTES
12.LOUVEIRA	15 Dias	264	17000	NAVICULA, PINNULARIA
13.TAQUARITINGA				
AMOSTRA 1	3 Dias	940	340	PINNULARIA, CLOSTERIUM, CYMBELLA, NAVICULA
AMOSTRA 2	3 Dias	4000	96	TRACHELLOMONDAS, ANKISTRODESMUS
14.NUPORANGA	3 Dias	1100	120	PERIDINIUM, TRACHELLOMONAS
15.CAJURÚ	Indeterminado (Vários anos)	8800	1900	SYNEDRA, NAVICULA E PINNULARIA
16.BRAUNA				
AMOSTRA 1	1 Dia	1100	24	TRACHELLOMONAS
AMOSTRA 2	15 Dias	2500	1370	PERIDINIUM, STAUROSPORA, TRACHELLOMONAS, NAVICULA, PINNULARIA, GOMPHONEMA

A N E X O N º 2

INFORMAÇÕES GENÉRICAS E CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS FIL-  
TROS INSPECIONADOS

1. RIBEIRÃO DAS NEVES - MG (Figuras nº 4 a 8; fotografia nº 1)

1.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 24/setembro/1968

População urbana - 2.500 habitantes

População de projeto - 6.900 habitantes

Projeto - Departamento Nacional de Endemias Rurais (1958)

Construção - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1959)

Administração - Prefeitura Municipal de Ribeirão das  
Neves

Manancial - Córrego da Mata ou Ribeirão das Neves. A  
bacia é protegida.

Captação - Tubulação com crivo na entrada, diretamen  
te em pequena barragem de concreto cicló-  
pico construída unicamente para elevação  
do nível de água.

Pré-tratamento - Nenhum

Desinfecção - Não é realizada.



## 1.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - Circular, de concreto armado, com cobertura em forma de cúpula também de concreto armado.

Número de unidades - Apenas uma. Está prevista a construção de mais uma na segunda etapa.

<u>Dimensões</u> - Diâmetro útil	12,9 m
: Altura útil	2,0 m
Area de filtração	130,0 m <sup>2</sup>

Entrada de água - No centro do filtro, através de tubulação emergindo da areia, com proteção de placa de concreto na superfície.

Sistema drenante - Radial, com saída pelo centro. Tubulação de manilhas cerâmicas furadas, com diâmetros de 50 e 100 mm.

Contrôle de vazão - O controle de vazão era realizado através de um sifão preso a haste móvel, adaptação dos reguladores tipo "Didelón".

Esse sistema, entretanto, está avariado e fora de uso, sendo o controle realizado através de válvulas nas tubulações afluente e efluente.

Vazão de projeto -  $1040 \text{ m}^3/\text{dia} \approx 12 \text{ l/s}$  (fim do plano com 2 unidades)



FOTOGRAFIA Nº 1 - Filtro Coberto de  
Ribeirão das Neves-M.G. Notar tam-  
bém caixa para lavagem de areia.

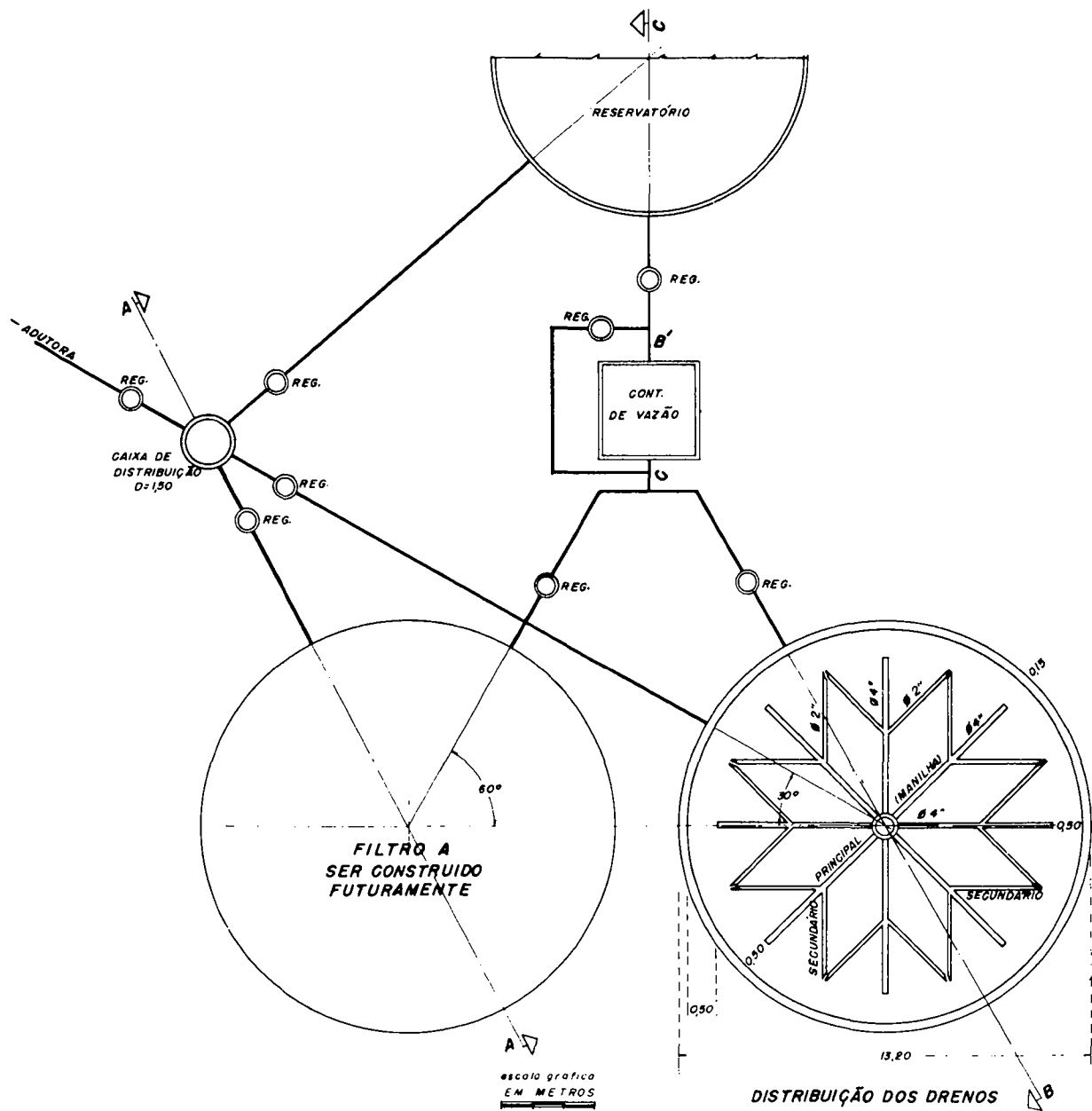


FIGURA Nº4-RIBEIRÃO DAS NEVES - MG.  
PLANTA GERAL DA E.T.A.

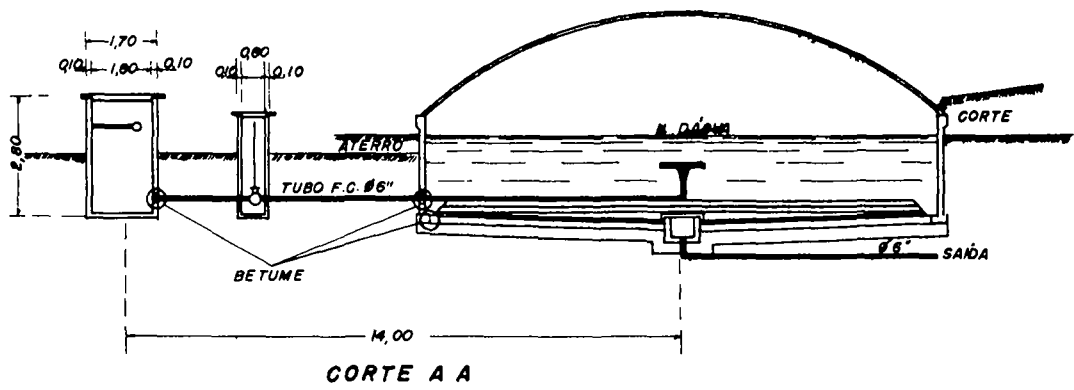


FIGURA Nº 5 - RIBEIRÃO DAS NÉVES - M.G.

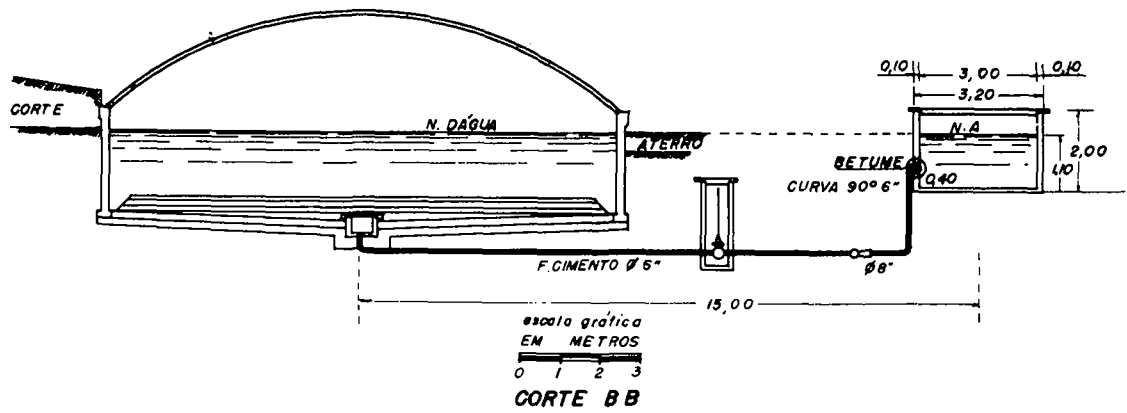


FIGURA Nº 6 - RIBEIRÃO DAS NÉVES - M.G.





Vazão atual -  $520 \text{ m}^3/\text{dia} = 6 \text{ l/s}$

Taxa de filtração -  $4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$

### 1.3.- MATERIAL FILTRANTE

1.3.1 - A areia, retirada de um córrego da localidade de Caracòis, no mesmo município, não é de boa qualidade.

Antes de ser colocada no filtro é peneirada - sendo utilizada apenas a porção que passa na peneira nº 40 (ASTM = 0,42 mm) e que é retida na peneira nº 50 (ASTM = 0,297 mm).

A espessura da camada de areia especificada no projeto era de 0,90 m.

Entretanto, a camada existente atualmente é de 0,20 m.

#### 1.3.2 - Camada suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIAMETROS	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SÉRIE US (mm)
Superior	10	4,8 a 9,5	-	-	-	-
Intermed.	10	9,5 a 19,0	-	-	-	-
Inferior	variável	19,0 a 50,0	-	-	-	-

2. BONSUCESSO - MG (Figuras nºs 9 a 13; Fotografias nºs 2 a 8)

2.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 26/setembro/1968

População urbana - 6.000 habitantes

População de projeto - 12.000 habitantes

Projeto - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1960)

Construção - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1968)

Administração - Prefeitura Municipal de Bonsucesso

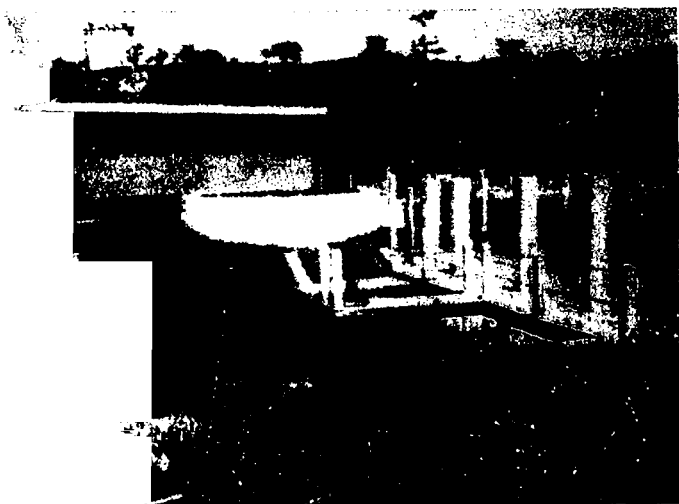
Manancial - Córrego Dr. Augusto. Bacia desprotegida.

Captação - Pequena barragem para elevação de nível. No próprio corpo da barragem foi construída uma caixa contendo pedras de 50 mm aproximadamente para funcionar como "pré-filtro". Através dessa caixa a água é encaminhada - por uma tubulação até o poço de sucção das bombas, de onde é recalçada para a estação de tratamento.

Pré-tratamento - A estação de tratamento de Bonsucesso é do tipo misto, isto é, foi construída com tôdas as instalações para a dosagem e aplicação de compostos químicos e para coagulação, floculação e decantação.

Durante aproximadamente três meses por ano, nos período em que a turbidez da água bruta sobe muito acima -

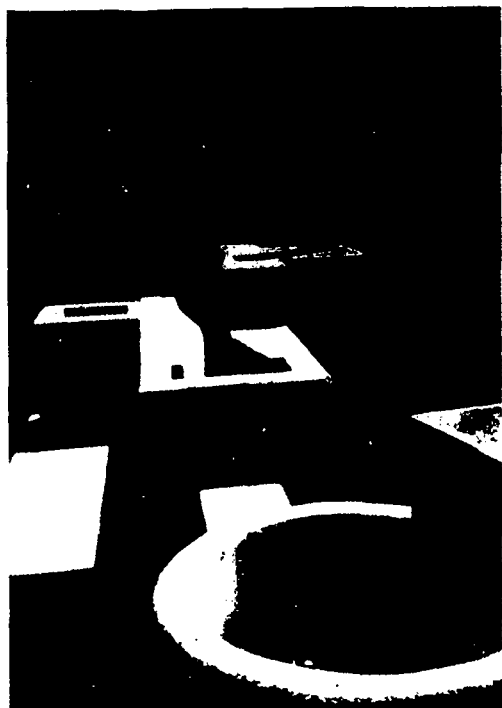




FOTOGRAFIA Nº 2 - Bonsucesso-M.G.  
Captação - Poço de Sucção e Casa  
de Bombas.



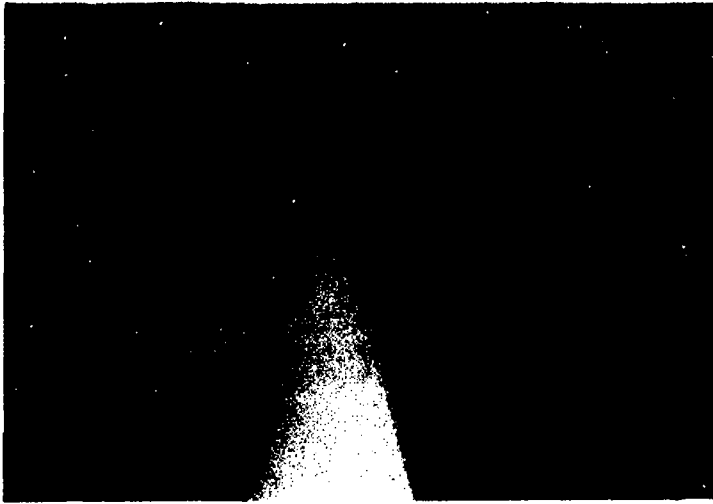
FOTOGRAFIA Nº 3 - Bonsucesso-M.G.  
"Pré-Filtro" no próprio corpo da  
Barragem de Captação.



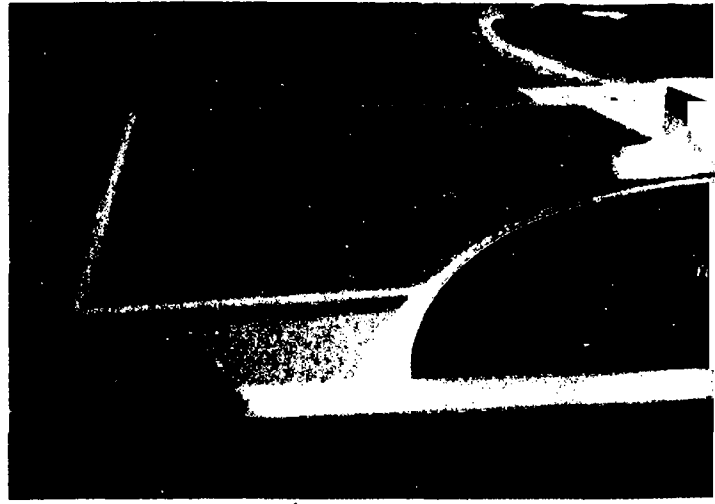
FOTOGRAFIA Nº 4 - Bonsucesso-M.G.  
E.T.A. - Medidor Parshall e en-  
trada no Floculador tipo "Alabama"



FOTOGRAFIA Nº 5 - Bonsucesso-M.G.  
Floculador tipo Alabama.



FOTOGRAFIA Nº 6 - Bonsucesso-M.G.  
Decantador Circular



FOTOGRAFIA Nº 7 - Bonsucesso-M.G.  
Cobertura dos Filtros Lentos



FOTOGRAFIA Nº 8 - Bonsucesso-M.G.  
Reguladores de Vazão Telescópicos

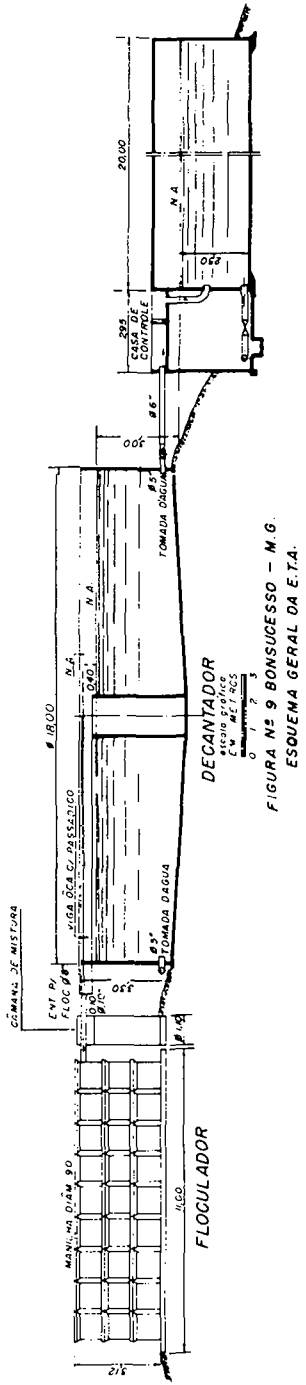


FIGURA Nº 9 BONSUCESSO - M. G.  
ESQUEMA GERAL DA E.T.A.

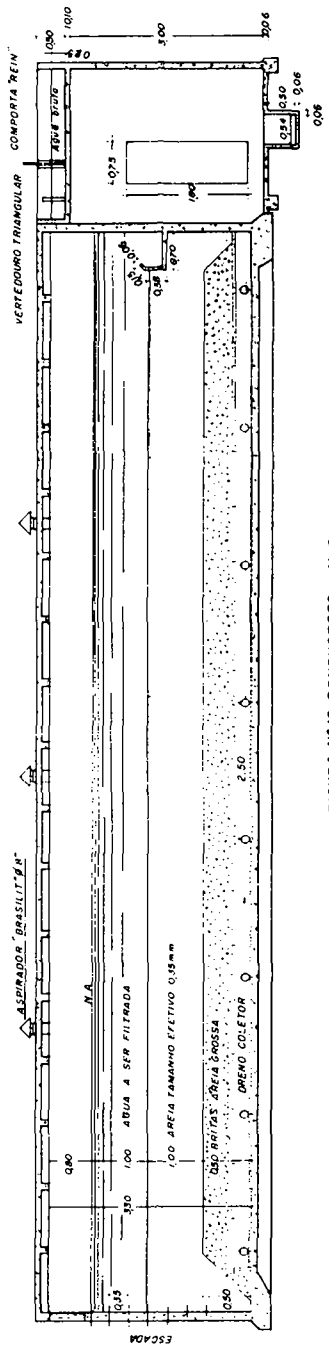


FIGURA Nº 10 BONSUCESSO - M. G.  
CORTE LONGITUDINAL DOS  
FILTROS

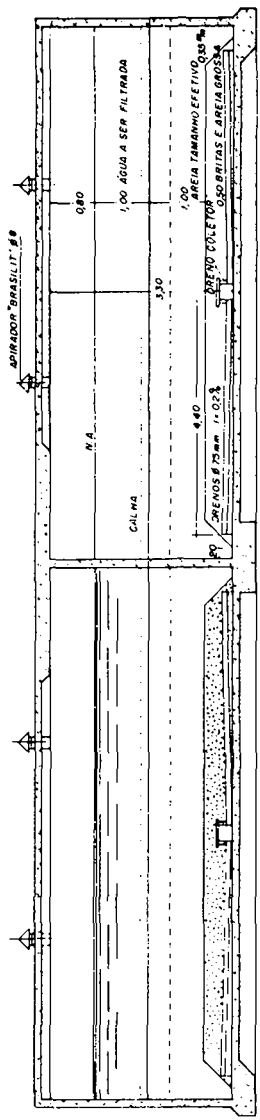


FIGURA Nº 11 BONSUCESSO - M. G.  
CORTE TRANSVERSAL DOS FILTROS

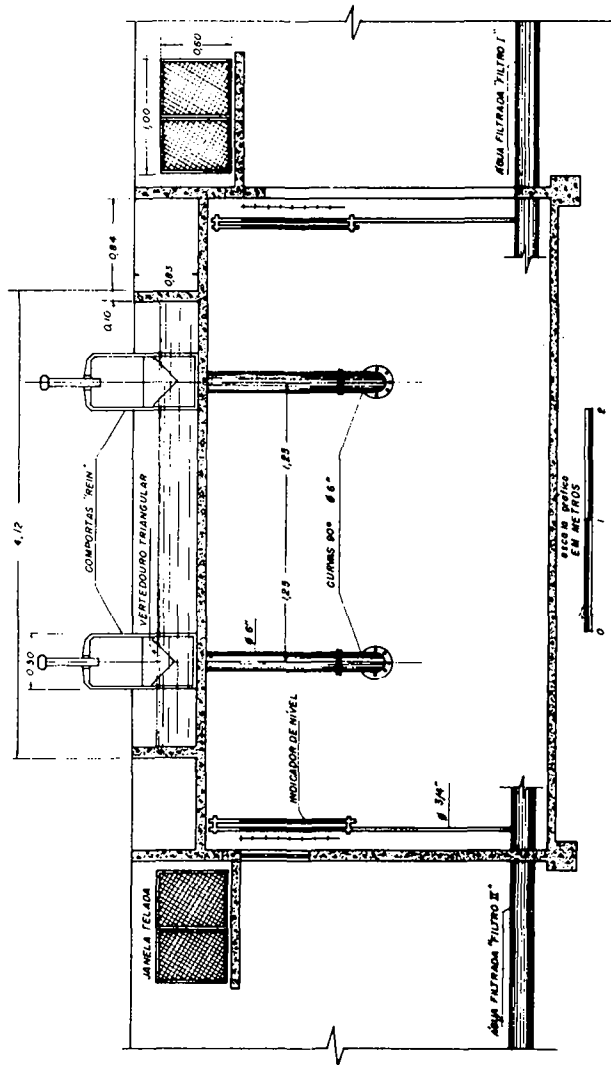


FIGURA Nº12-BONSUCESSO  
 ENTRADA D'ÁGUA NOS FILTROS

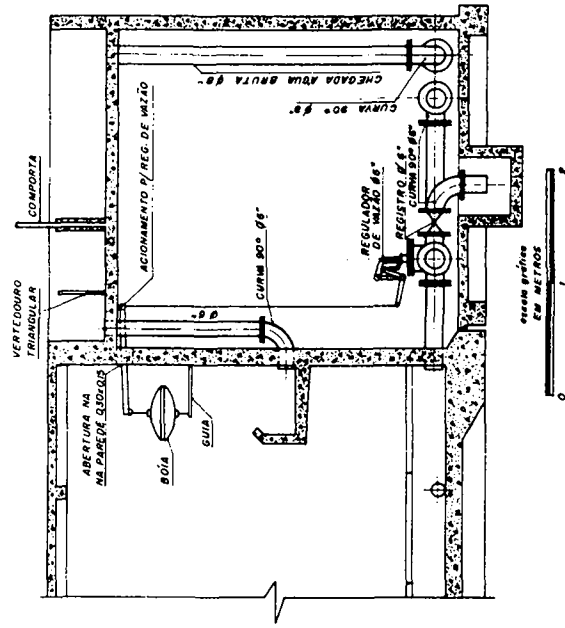


FIGURA Nº13-BONSUCESSO M-6.  
 ENTRADA E SAÍDA D'ÁGUA  
 O CONTROLADOR DE VAZÃO UTILISADQ FOI  
 UM DO TIPO TELESCÓPICO

dos valores normais, são acrescentadas as dosagens convenientes de sulfato de alumínio e do hidróxido de cálcio para a coagulação, floculação e decantação prévia, antes de ser encaminhada aos filtros.

Nos meses restantes, a água bruta sofre unicamente decantação simples antes de passar pelos filtros.

Filtro e decantador foram muito bem projetados e construídos. O floculador, tipo "Alabama", foi executado com tubos de concreto superpostos.

## 2.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - Concreto armado, com cobertura em lajes impermeabilizadas.

Número de unidades - Duas.

Dimensões - Comprimento útil - 19,70 m  
Largura útil - 9,70 m  
Altura útil - 2,50 m  
Area de filtração - cada unidade 191 m<sup>2</sup>  
total 382 m<sup>2</sup>

Entrada de água - Por cima, através de comporta tipo Rein, vertedor triangular e calha de distribuição ao nível da areia, em toda a largura dos filtros.

Sistema drenante - Canaleta coletora central de concreto (0,25 x 0,30 m) e laterais de cimento amianto tipo esgôto em

diâmetro de 75 mm, dotados de furos de 12,7 mm de diâmetro, espaçados de 15 cm.

Contrôle de vazão - Na entrada dos filtros a vazão é mantida através de comportas tipo Rein e medida através de vertedores triangulares.

Na saída, o controle da vazão é realizado através de regularizadores tipo telescópicos fabricados em Itauna - MG

O projeto, entretanto, especificava, regularizador com bóia acoplada à válvula borboleta.

Vazão -  $1528 \text{ m}^3/\text{dia} = 17,7 \text{ l/s}$

Taxa de filtração -  $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ .

Medidor de perda de carga - Foram previstos dois tubos piezométricos, um acima da areia e outro na tubulação efluente, para a medida da perda de carga. Entretanto não foram construídos.

## 2.3 - Material Filtrante

### 2.3.1 - Areia

A areia é originária do Córrego Bonsucesso e é preparada no próprio local por processo hidráulico ("cone" separador). Não há nenhuma referência ao coeficiente de uniformidade da

areia utilizada. As camadas utilizadas apresentam as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂME TROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE US (mm)
Superior	100	4	0,35	-	-	-
Intermedi- ária	5	2,0	-	-	-	-
Inferior	15	3,0	-	-	-	-

### 2.3.2 - Camada Suporte

Constituída de pedra britada com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂME TROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS nº	ASTM-SERIE US (mm)
Superior	15	9	-	-	-	-
Inferior	15	25	-	-	-	-

## 3. CLAUDIO - MG - (Fotografias nºs 9 a 12)

### 3.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 26/setembro/1968

População urbana - 6.000 habitantes

População de projeto - 12.000 habitantes

Projeto - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1968)

Construção - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1968)

Administração - Prefeitura Municipal de Cláudio.

Manancial - Córrego São Bento. Bacia desprotegida

Captação - Através de pequena barragem para elevação de nível de água, construída com as mesmas características do sistema de Bonsucesso - (item 2.1), inclusive no que se refere ao "pré-filtro". A adutora é por gravidade.

Pré-tratamento - nenhum.

Desinfecção - não é realizada

### 3.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado com cobertura em lajes de concreto impermeabilizadas.

Números de unidades - duas

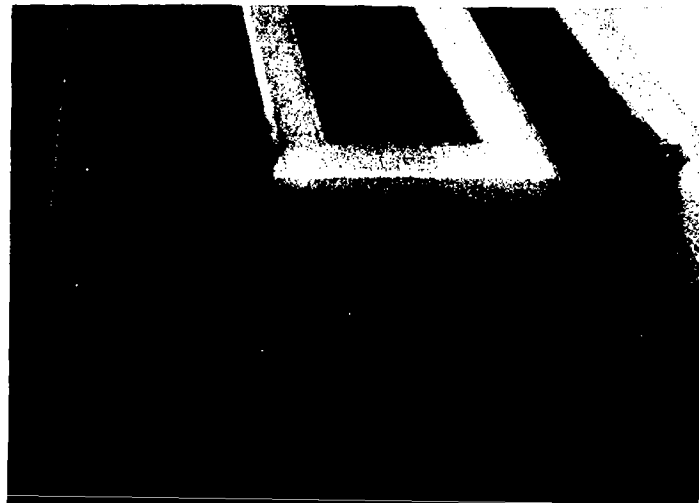
Dimensões - Comprimento útil	- 27,0 m
Largura útil	- 14,0 m
Altura útil	- 2,5 m
Área de filtração	- por unidade - 378,0 m <sup>2</sup>
	total - 756,0 m <sup>2</sup>

Entrada de água - Por cima, através de comportas tipo Rein, e calha de distribuição ao nível da areia em toda a largura dos filtros.





FOTOGRAFIA Nº 9 - Claudio - M.G.  
Filtros Lentos Cobertos e Casa de  
Controle.



FOTOGRAFIA Nº 10 - Claudio - M.G.  
Controle da Entrada de Água nos  
Filtros comportas tipo "Rhein".



FOTOGRAFIA Nº 11 - Claudio - M.G.  
Controlador de Vazão Telescópico



FOTOGRAFIA Nº 12 - Claudio - M.G.  
Máquina Lavadora e Separadora de  
Areia.

Sistema drenante - Idêntico ao de Bonsucesso (item 2.2.)

Contrôle de vazão - idêntico ao de Bonsucesso (item 2.2.)

Vazão - de projeto -  $1.560 \text{ m}^3/\text{dia} = 18 \text{ l/s}$   
atual -  $1.900 \text{ m}^3/\text{dia} = 22 \text{ l/s}$

Taxa de filtração - de projeto -  $4 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$  (área re-  
lativa a apenas uma unidade)  
atual -  $5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$

### 3.3 - MATERIAL FILTRANTE

#### 3.3.1 - Areia

A areia utilizada procede de "minas" de terra das localidades de Oliveira e Macacos, e possui as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂME TROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF. %	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE US (mm)
Superior	50	-	-	-	35 e 40	0,50 e 0,42
Inferior	50	-	-	-	20 e 35	0,84 e 0,50

#### 3.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂME TROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S. (mm)
Superior	7	4,8	2	-	-	-
Intermed.	7	4,8 a 9,5	-	-	-	-
	7	9,5 a 19,0	-	-	-	-
	9	19,0 a 25,0	-	-	-	-
Inferior	10	25,0 a 50,0	-	-	-	-

4. SANTO ANTÔNIO DO AMPARO - MG (Fotografia N<sup>os</sup> 13 e 14)

4.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 27/setembro/1968

População urbana - 2.500 habitantes

População de projeto - 9.600 habitantes

Projeto - Fundação Serviço Especial de Saúde Pública.

Construção - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1961)

Administração - Prefeitura Municipal de Santo Antonio  
do Amparo.

Manancial - Córrego Laranjeiras. Bacia desprotegida.

Captação - Através de pequena barragem para elevação  
de nível de água. Uma tubulação liga o pe-  
queno reservatório ao poço de sucção das -  
bombas.



FOTOGRAFIA Nº 13 - Santo Antonio do Amparo - M.G. - Filtros Lentos Cobertos.



FOTOGRAFIA Nº 14 - Santo Antonio do Amparo - M.G. - Regulador de Vazão Telescópico.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - não é realizada

#### 4.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - Concreto armado coberto com telhas de cimento amianto

Número de unidades - duas

Dimensões - Comprimento útil - 11,00 m

Largura útil - 7,50 m

Altura útil - 2,40 m

Área de filtração - por unidade - 82,5 m<sup>2</sup>

total - 165,0 m<sup>2</sup>

Entrada de água - A água é descarregada no filtro diretamente sobre a areia, em placa de concreto.

Sistema drenante - Canaleta central com laterais constituídas de tubos de cimento amianto dotados de furos (não foi possível determinar as dimensões da canaleta central e dos tubos do sistema drenante pelo fato de não ter sido possível localizar o projeto correspondente).

Contrôle de vazão - A montante dos filtros há uma caixa com dimensões aproximadas de 1,0 x 2,0 m que recebe as águas da adutora, através de uma válvula automática de bóia. Essa válvula mantém o nível de água constante sô-

bre os leitos filtrantes. O controle de vazão, nas tubulações efluentes dos filtros é realizado através de regularizadores tipo telescópicos idênticos aos utilizados em Bonsucesso e Cláudio.

Vazão -  $840 \text{ m}^3/\text{dia} = 9,7 \text{ l/s}$

Taxa de filtração -  $5,1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$

#### 4.3 - MATERIAL FILTRANTE

##### 4.3.1 - Areia

A areia também procede da "mina" de terra situada no vizinho município de Oliveira.

O leito filtrante é constituído de uma única camada com espessura de 1,10 m e diâmetro efetivo igual a 0,3 mm. Não é feita nenhuma referência ao coeficiente de uniformidade.

##### 4.3.2 - Camada Suporte

A camada suporte é constituída de seixos rolados com as características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂME TROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S. (mm)
Superior	7	-	0,9	-	-	-
Intermed.	10	-	2,7	-	-	-
Inferior	15	-	8,1	-	-	-

5. ITAUNA - MG (Fotografias nºs 15 a 18)

5.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 27/setembro/1968

População urbana - 25.000 habitantes

População de projeto - 60.240 habitantes

Projeto - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(1968)

Construção - Departamento Nacional de Endemias Rurais  
(em fase final de construção, na data de  
inspeção)

Manancial - Ribeirão São João.

Captação - Em reservatório de acumulação que permite  
a regularização de 240 l/s. A adução é fei  
ta parte por recalque e parte por gravida-  
de. No próprio corpo da barragem há um "pré-  
filtro" com as mesmas características do  
existente na captação de Bonsucesso.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - prevista

5.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado. Foi prevista cobertura -  
com telhas de cimento amianto, mas não foi  
executada.

Número de unidades - seis.

Dimensões - comprimento útil - 33,00 m  
largura útil - 22,00 m  
altura útil - 2,80 m  
Área de filtração - por unidade 726,0 m<sup>2</sup>  
total 4.356,0 m<sup>2</sup>

Entrada de água - Da casa de controle a água é encaminhada a canaletas externas nos filtros, de onde através de uma curva com saída para baixo, protegida com uma placa de cimento, adentra às canaletas colocadas ao longo das paredes internas de cada unidade, acima do nível de areia.

Sistema drenante - Canaleta central de concreto, com laterais constituídos de tubos de cimento amianto com 100 mm de diâmetro, dotados de furos.

Contrôle de vazão - A adutora termina na parte superior da casa de controle, aflorando ao nível do piso em uma grande caixa retangular de concreto. Dessa caixa, através de comportas tipo Rein a água será distribuída, através de canaletas a cada uma das unidades filtrantes.

O controle de vazão nas tubulações efluentes dos filtros é realizado com regularizadores de boia telescópicos tipo Itauna.

Vazão de projeto - 20.736 m<sup>3</sup>/dia = 240 l/s

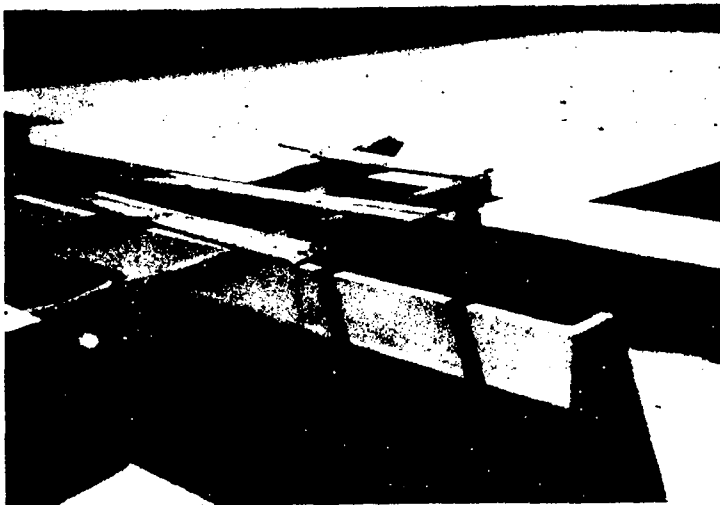




FOTOGRAFIA Nº 15 - Itauna - M.G.  
Filtros Lentos - 6 unidades em  
construção.



FOTOGRAFIA Nº 16 - Itauna - M.G.  
Acabamento da Canaleta Central de  
Drenagem.



FOTOGRAFIA Nº 17 - Itauna - M.G.  
Calha externa de distribuição de  
Água Bruta às Unidades Filtrantes



FOTOGRAFIA Nº 18 - Itauna - M.G.  
Calha Interna de Distribuição de  
Água. Uma placa de Concreto será  
ainda colocada na frente desta  
curva.

Taxa de filtração - 4,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. dia

### 5.3 - MATERIAL FILTRANTE

#### 5.3.1 - Areia

A areia também procede da "mina de terra", do vizinho município de Oliveira.

É utilizada uma camada única com diâmetro efetivo igual a 0,3 mm e 1,10 m de espessura.

Não há nenhuma referência ao coeficiente de uniformidade.

#### 5.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	EXPES- SURA (cm)	DIÂM. (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S. (mm)
Superior	7	-	0,9	-	-	-
Intermed.	10	-	2,7	-	-	-
Inferior	20	-	8,0	-	-	-

## 6. RIO CLARO - MG (Figuras N<sup>o</sup>s 14 a 17; Fotografias N<sup>o</sup>s 19 a 21)

### 6.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 10/outubro/1968

População urbana - 1.800 habitantes

População de projeto - 2.500 habitantes

Projeto - Comissão de Águas e Engenharia Sanitária do Estado do Rio de Janeiro (1962)

Construção - Comissão de Água e Engenharia Sanitária do Estado do Rio de Janeiro (em fins de obra, na data da inspeção).

Administração - A estação de tratamento será administrada pela Prefeitura Municipal de Rio Claro.

Manancial - Pequeno córrego na Serra das Angras (ou - Serra dos Coelho).

Captação - tomada direta no curso d'água. Adutora por gravidade com tubulação de ferro fundido - de 100 mm de diâmetro.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - Sendo instalada . Será utilizado gás clo ro.

## 6.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado.

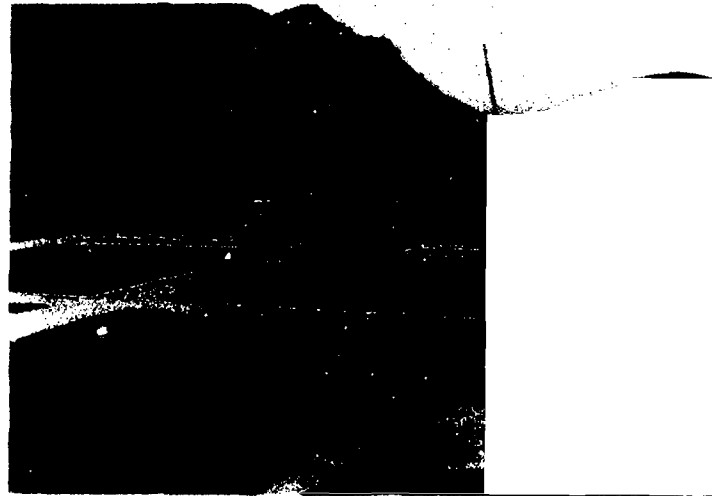
Número de unidades - duas

Dimensões - Comprimento útil - 12,00 m  
Largura útil - 5,00 m  
Altura útil - 3,70 m  
Área de filtração - por unidade - 60,0 m<sup>2</sup>  
total - 120,0 m<sup>2</sup>

Entrada de água - A adutora termina em uma canaleta - de distribuição na entrada dos fil-



FOTOGRAFIA Nº 19 - Rio Claro - R.J.  
Calha e vertedor na entra do filtro



FOTOGRAFIA Nº 20 - Rio Claro - R.J.  
Aspecto Geral dos Filtros Lentos



FOTOGRAFIA Nº 21 - Rio Claro - R.J.  
Tubulações de Saída dos Filtros Len  
tos e Reservatório de distribuição.

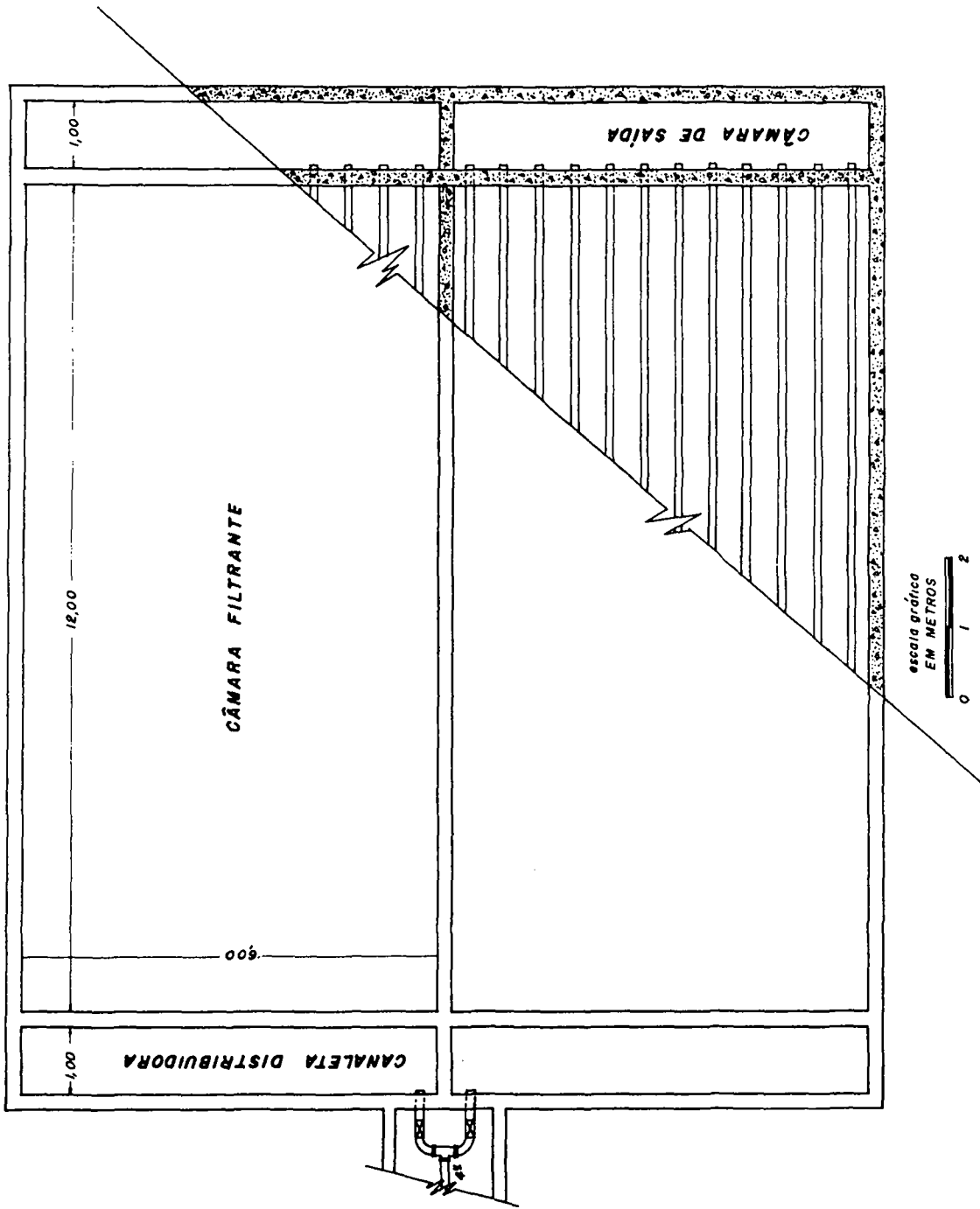


FIGURA Nº 14- RIO CLARO - R.J.  
 PLANTA DOS FILTROS E SISTEMA DE DRENAGEM

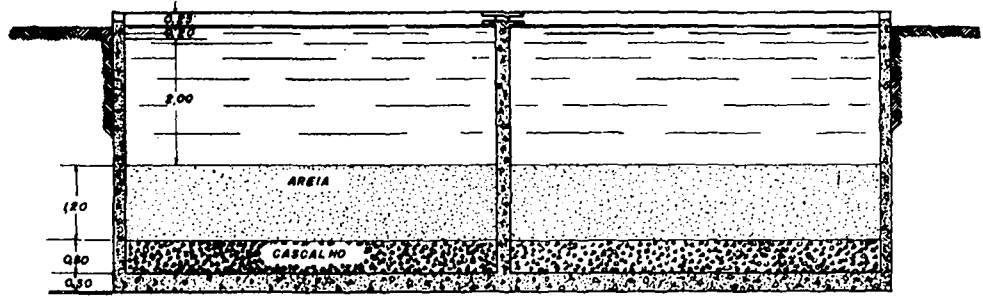


FIGURA Nº 15-RIO CLARO-R.J.  
CORTE TRANSVERSAL DOS FILTROS

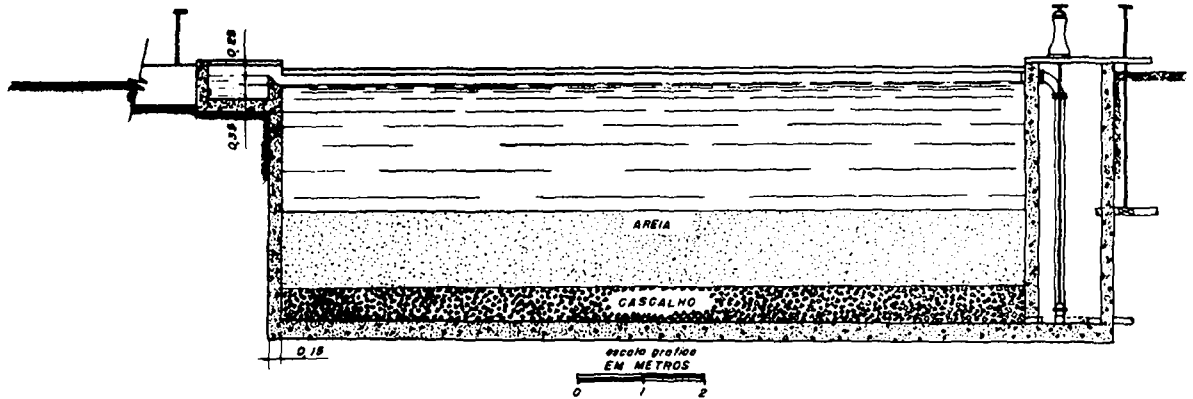


FIGURA Nº 16-RIO CLARO-R.J.  
CORTE LONGITUDINAL DOS FILTROS

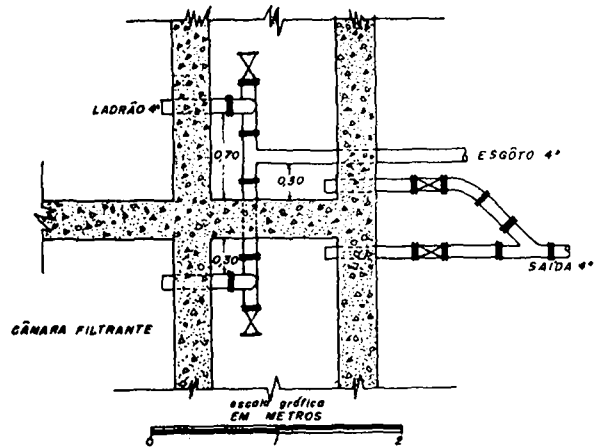


FIGURA Nº 17-RIO CLARO R.J.  
DETALHE DA CÂMARA DE SAIDA

tros.

Dessa, através de um vertedor ao longo de toda a largura dos filtros a água escorre sobre os leitos filtrantes.

Sistema drenante - Constituídos de 9 tubulações de manilha cerâmicas paralelas, de 50 mm de diâmetro, espaçadas de 0,50 m entre-eixos, com juntas abertas, dispostas no sentido longitudinal de cada unidade filtrante. O projeto especificava 12 tubulações espaçadas 0,30 m entre eixos e 0,40 das paredes. Essas tubulações terminam em uma "câmara de saída".

Contrôle de vazão - Na "câmara de saída", uma tubulação de 100 mm, colocada exatamente ao nível da areia, coleta a água filtrada encaminhando-a ao reservatório de distribuição. O controle de vazão é feito nessa tubulação através de operação de válvula.

Vazão de projeto -  $500 \text{ m}^3/\text{dia} = 5,8 \text{ l/s}$ .

Taxa de filtração -  $4,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{dia}$

## 6.3 - MATERIAL FILTRANTE

### 6.3.1 - Areia

A areia procede do Município de Três Rios, on

de é comprada já preparada e com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIAMETROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S (mm)
Superior	115	0,2 a 1,0	0,35	2	-	-
Inferior (torpedo)	5	2,0 a 5,0	-	-	-	5

#### 6.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂMETROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S (mm)
Superior	10	5 a 10	-	-	-	-
Intermed.	10	10 a 40	-	-	-	-
Inferior	30	20 a 50	-	-	-	-

### 7. LÍDICE - RJ (Figuras nºs 18 a 21; Fotografias Nºs 22 a 24)

#### 7.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 10/outubro/1968





FOTOGRAFIA Nº 22 - Lídice - R.J.  
Aspecto Geral dos Filtros Lentos



FOTOGRAFIA Nº 23 - Lídice - R.J.  
Calha e Vertedor na Entrada do  
Filtro.



FOTOGRAFIA Nº 24 - Lídice - R.J.  
Tubulações de Saída dos Filtros.

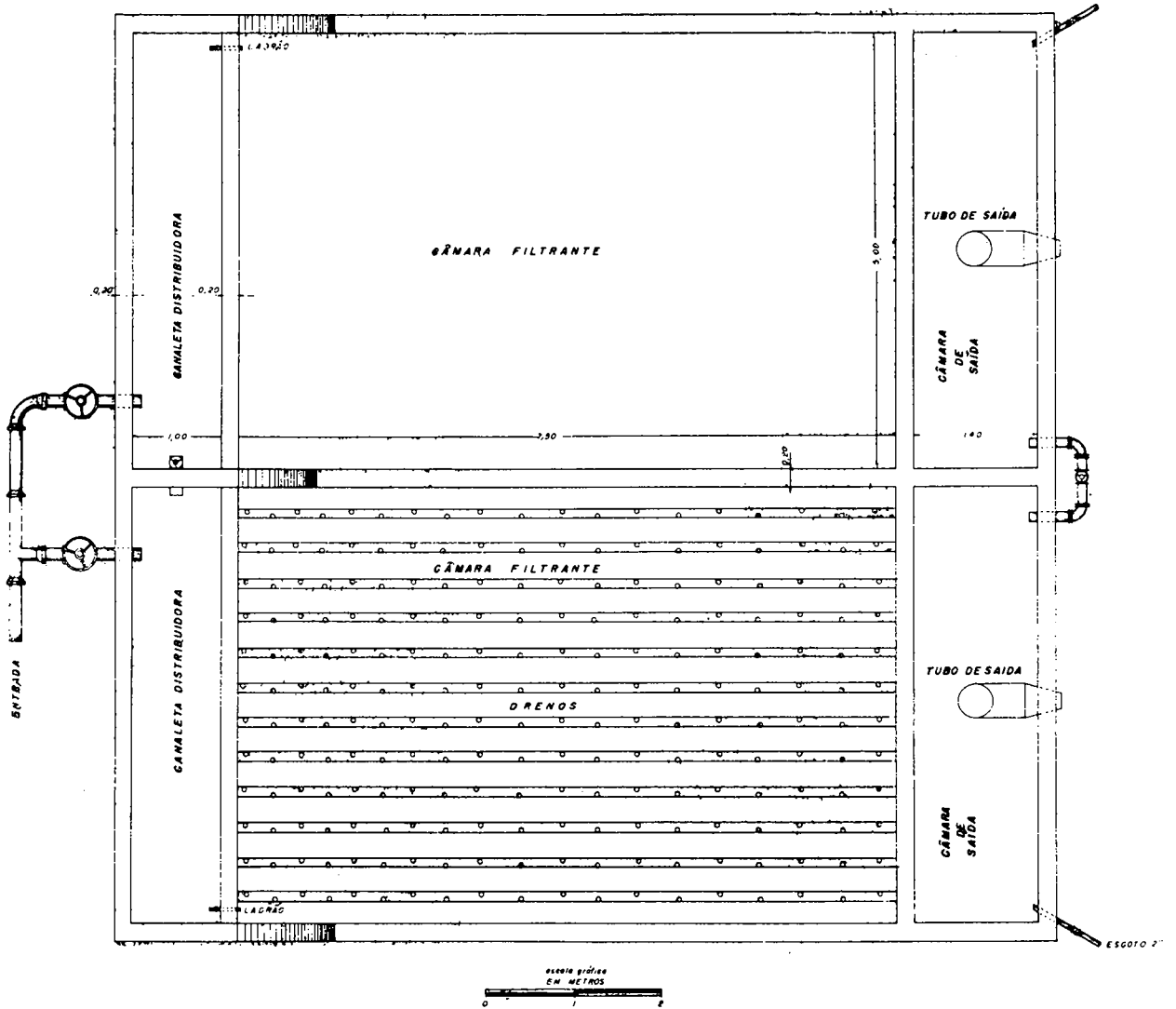


FIGURA Nº 18 - LÍDICE-RJ  
PLANTA BAIXA DOS FILTROS

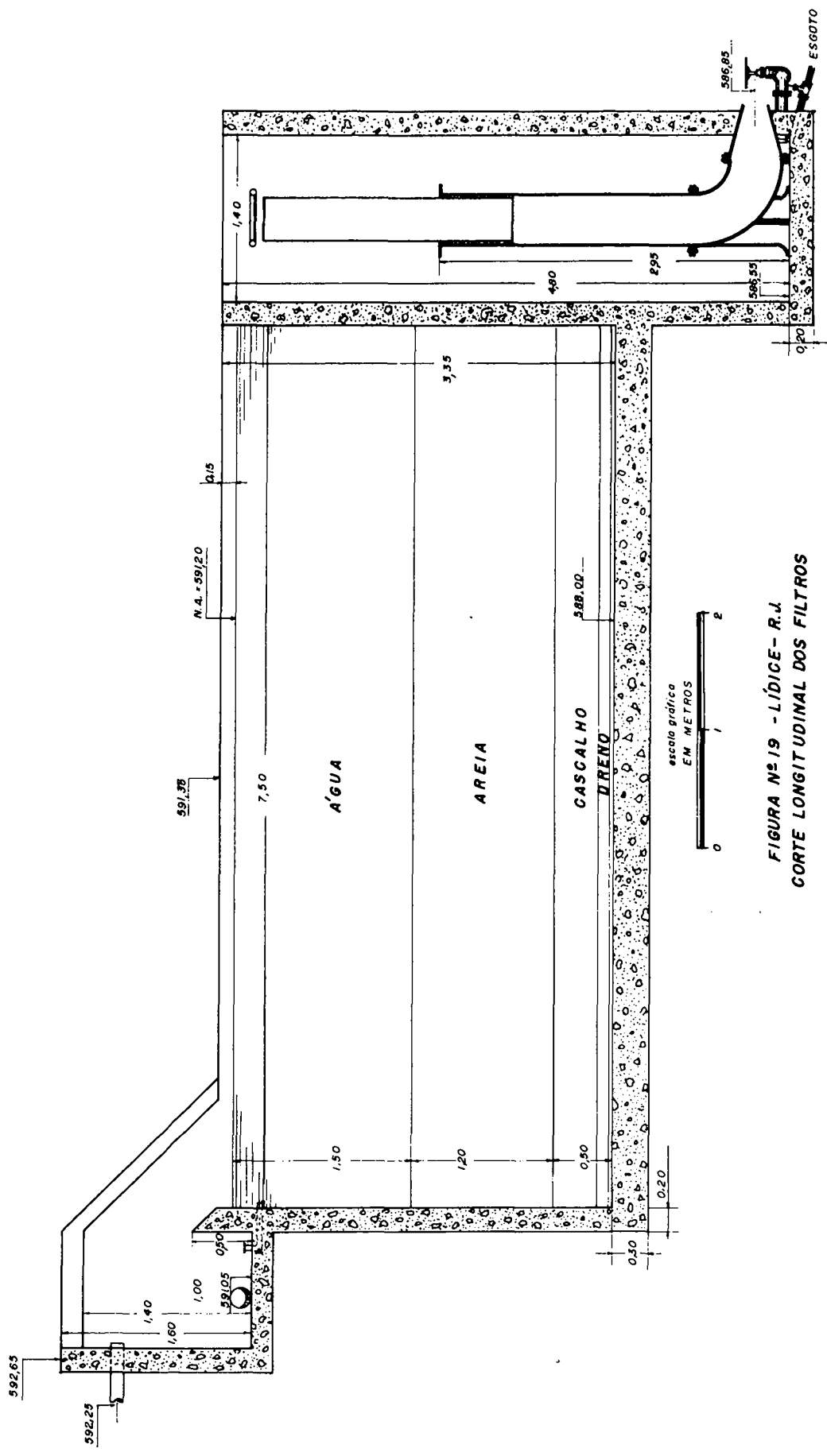
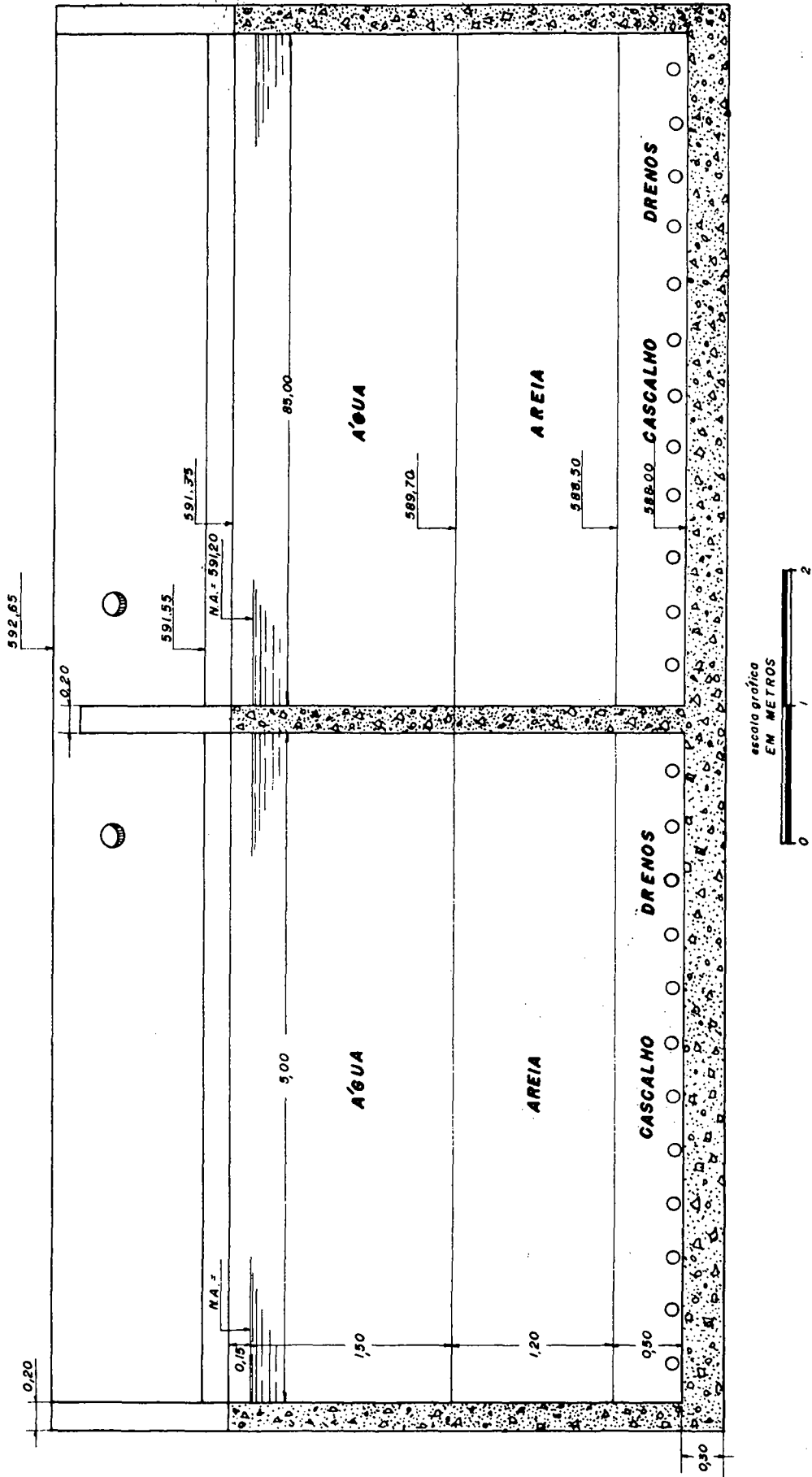
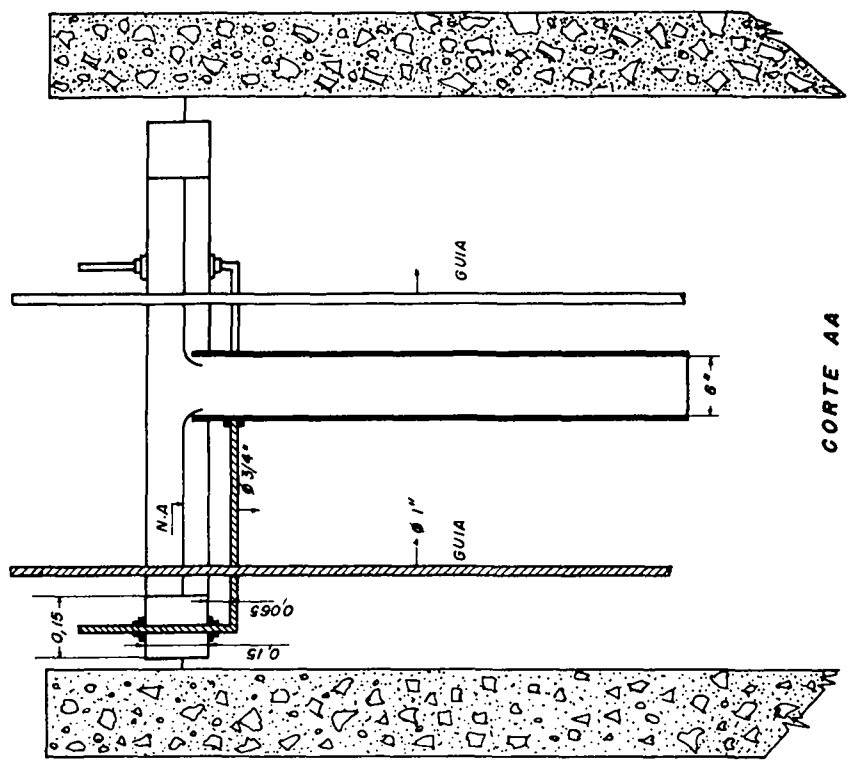


FIGURA Nº 19 - LÍDICE - R.J.  
CORTE LONGITUDINAL DOS FILTROS

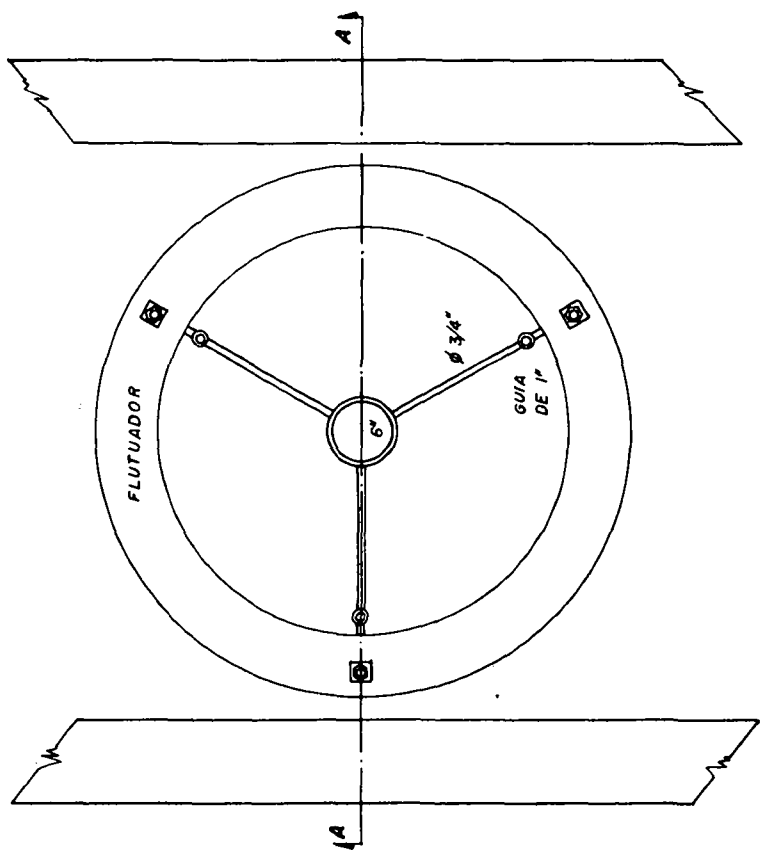


escala gráfica  
EM METROS

FIGURA Nº 20-LÍDICE-R.J.  
CORTE TRANSVERSAL DOS FILTROS



CORTE AA



escala gráfica  
EM METROS  
0 1 2

FIGURA Nº 21 - LÍDICE R. J  
REGULADOR DE YAZÃO TELESCÓPICO (NÃO CONSTRUÍDO)

População urbana - indeterminada

População de projeto - 1.500 habitantes

Projeto - Comissão de Águas e Engenharia Sanitária do Estado do Rio de Janeiro (1954).

Construção - Comissão de Águas e Engenharia Sanitária do Estado do Rio de Janeiro (1957).

Administração - Comissão de Águas e Engenharia Sanitária do Estado do Rio de Janeiro.

Manancial - Córrego da Serra do Coitinho. Bacia desprotegida.

Captação - Tomada de água direta em pequena barragem de concreto para elevação do nível de água. Adutora de cimento amianto com 100 mm de diâmetro, por gravidade.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - Realizada através a aplicação de gás cloro.

## 7.2 - Características dos filtros

Estrutura - concreto armado

Número de unidades - duas

Dimensões - comprimento útil - 7,5 m  
largura util - 5,0 m  
altura útil - 3,2 m  
Area de filtração - por unidade - 37,5 m<sup>2</sup>  
total - 70,0 m<sup>2</sup>

Entrada de água - A adutora desagua em uma canaleta de distribuição na entrada dos filtros. Dessa canaleta, através do vertedor ao longo de toda a parede frontal dos filtros, a água escorre sobre o leito filtrante.

Sistema drenante - Constituído de 12 tubulações de manilha cerâmica de 100 mm de diâmetro, assentadas com as juntas abertas, no sentido longitudinal de cada unidade filtrante, terminando em uma "Câmara de saída". O espaçamento entre os eixos das tubulações é de 0,40 m, e de 0,30 m entre as tubulações extremas e as paredes de cada filtro.

Contrôle de vazão - O projeto previa um controlador de vazão do tipo telescópico, situado na câmara de saída. Entretanto esse importante elemento não foi construído deixando-se a regularização a critério da habilidade do operador. A saída da água filtrada é feita através de tubulação colocada na parede de câmara de saída a 1,80 do topo, exatamente ao nível mínimo em que deveria estar o tubo flutuante na ocasião da perda de carga máxima.

Vazão - de projeto - não determinada  
atual -  $300 \text{ m}^3/\text{dia} = 3,5 \text{ l/s}$  (estimada)

Taxa de Filtração -  $4 \text{ m}^3/\text{m}^2$  dia (estimada)

### 7.3 - MATERIAL FILTRANTE

#### 7.3.1 - Areia

A areia procede do Município de Três Rios onde é comprada já preparada e com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂM. (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S. (mm)
Superior	115	0,2 a 1,0	0,35	2	-	-
Inferior (torpedo)	5	2,0 a 5,0	-	-	-	-

#### 7.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIAM. (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S. (mm)
Superior	10	5 a 10	-	-	-	-
Intermediaria	10	10 a 40	-	-	-	-
Inferior	30	20 a 50	-	-	-	-



8. QUELUZ - SP (Figuras N<sup>os</sup> 22 a 25); Fotografias N<sup>os</sup> 25 a 29)

8.1 - Informações Gerais

Data de inspeção - 13/janeiro/1969.

População urbana - 3000 habitantes

População de projeto - 4000 habitantes (estimada)

Projeto - Departamento de Obras Sanitarias (1950)

Construção - Prefeitura Municipal de Queluz, sob administração direta do Departamento de Obras Sanitarias do Estado de São Paulo - (1951)

Administração - Prefeitura Municipal de Queluz.

Manancial - "Água do Fogueteiro"

Captação - Através de pequena barragem para elevação de nível e captação direta.

Pré-tratamento - Aerador tipo cascata e pré-filtro (ou leito de contato), constituído por cascalho com granulometria de 20 a 50mm, diâmetro efetivo 20mm, e espessura de camada igual a 2,15m. A água através de tubulação é encaminhada à parte inferior do pré-filtro, atravessando o leito de pedras, no sentido vertical, de baixo para cima, sendo, em seguida encaminhada às unidades filtrantes.

Desinfecção - Não é realizada.



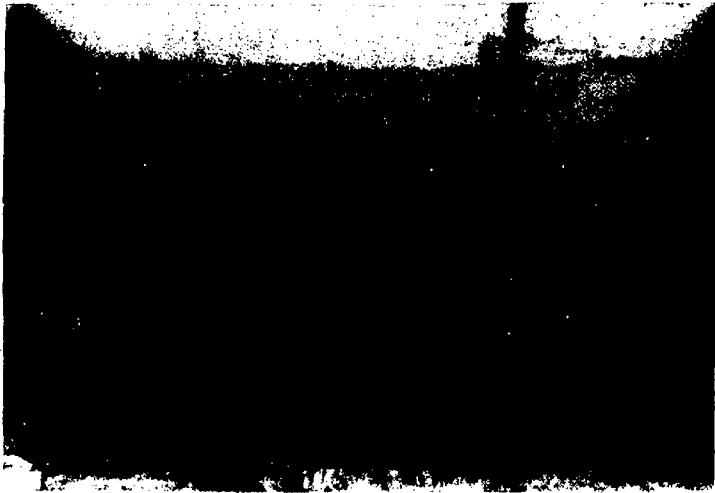
FOTOGRAFIA Nº 25 - Queluz - S.P.  
Aerador, Filtros Lentos e Reserva-  
tório.



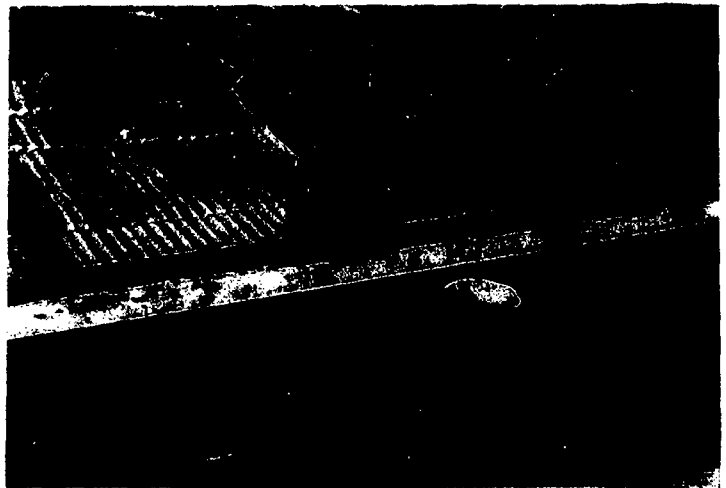
FOTOGRAFIA Nº 26 - Queluz - S.P.  
Pré-Filtro e Canaletas de Distri-  
buição de água às Unidades Filtran-  
tes.



FOTOGRAFIA Nº 27 - Queluz - S.P.  
Detalhe da Canaleta de Distribui-  
ção com Vertedor Thompson.



FOTOGRAFIA Nº 28 - Queluz - S.P.  
Válvula de Controle de vazão acopl  
plada à bóia.



FOTOGRAFIA Nº 29 - Queluz - S.P.  
Boia acomplada com válvula para  
regularização do nível de água e  
da vazão efluente.



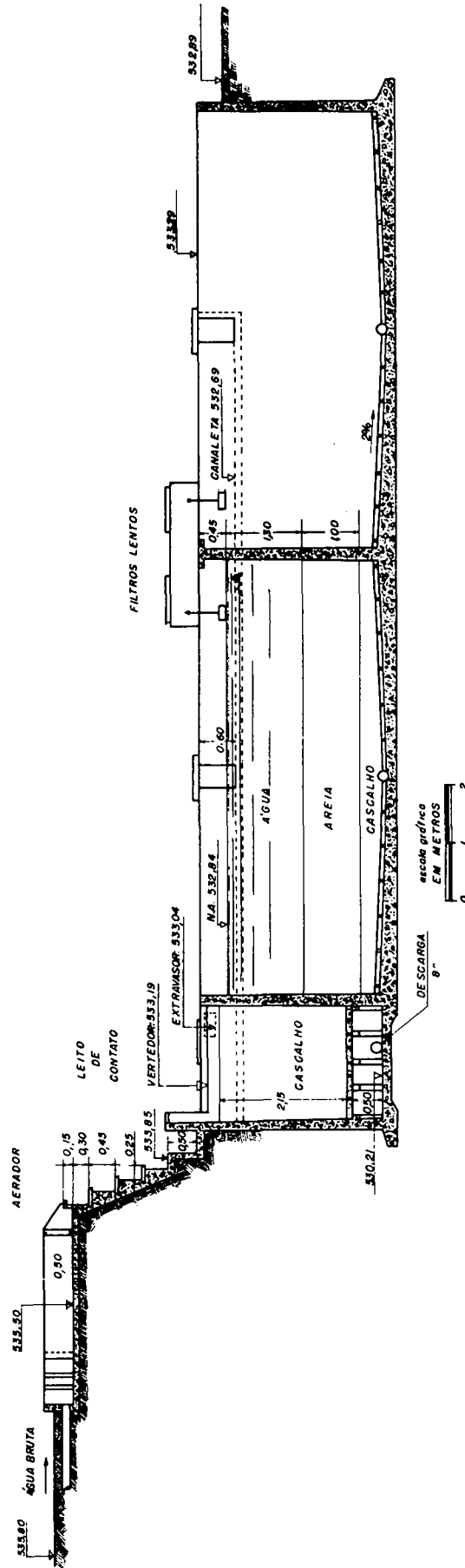


FIGURA Nº 23-QUELUZ - SP.  
CORTE TRANSVERSAL DOS FILTROS

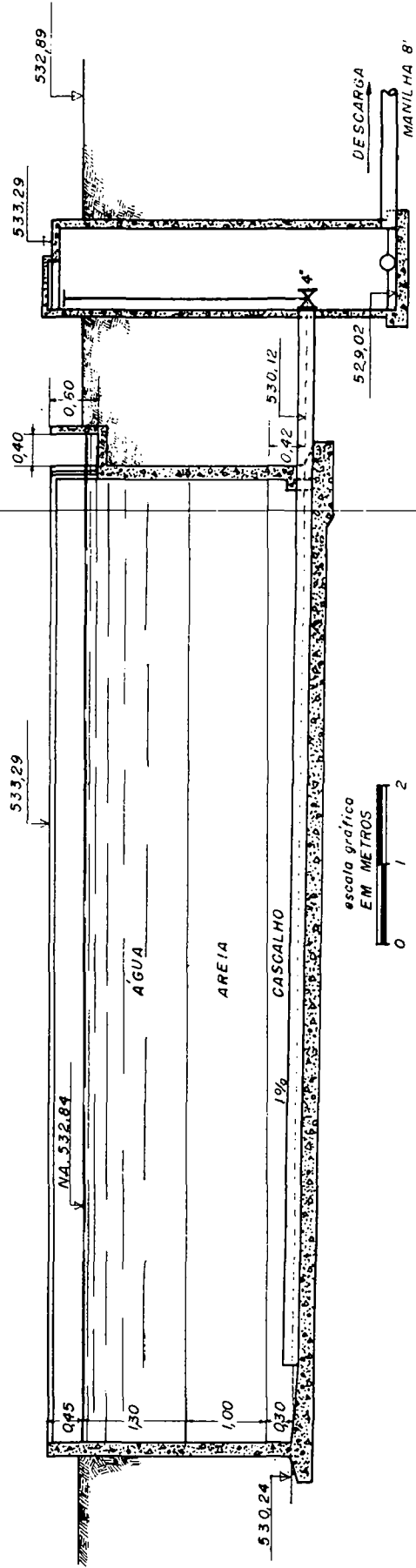


FIGURA Nº 24-QUELUZ - S.P.  
CORTE LONGITUDINAL DOS FILTROS

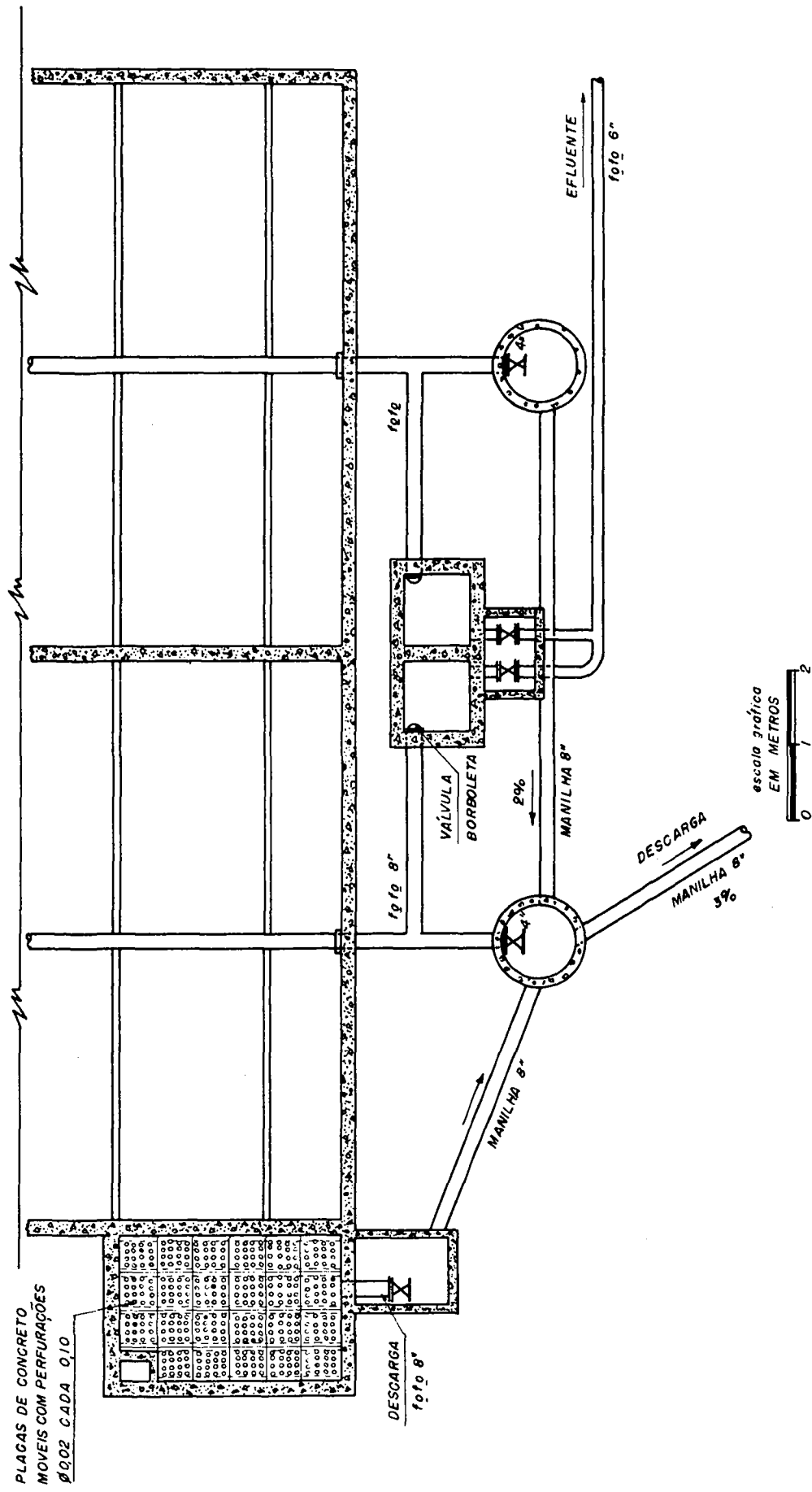


FIGURA Nº 25-QUELUZ -S.S.P.  
PLANTA INFERIOR

## 8.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado

Número de unidades - duas

Dimensões - comprimento útil - 12,00m

largura util - 7,50m

area de filtração - por unidade - 90,0m<sup>2</sup>

total - 180,0m<sup>2</sup>

Entrada de água - Após a passagem pelo aereador, a água, em tubulação vertical adentra pela parte inferior do pré-filtro, através de placas de concreto com perfurações de 2 centímetros de diâmetro espaçadas de 10 centímetros, atravessa de baixo para cima, o leito de cascalho de 2,15m de espessura, vertendo em seguida para uma canaleta que a encaminha aos filtros. A entrada de água em cada um deles é controlada por comportas tipo Rein e por vertedores triângulares, vertendo diretamente sobre o leito filtrante.

Sistema drenante - Segundo o projeto original, o sistema drenante é todo constituído por tubos de manilha cerâmica com juntas espaçadas de 2 centímetros.

A tubulação principal de 200 mm, no centro, recebe 6 laterais de 150 mm, de cada lado, também



com juntas espaçadas de 2 centímetros. As canalizações laterais são espaçadas de 2,0m entre si e de 1,0m das paredes das unidades.

Segundo a informação prestada pelo operador do filtro, o sistema drenante seria constituído por tubulação principal de 150mm e laterais também de 150mm, todos constituídos de tubos de manilha cerâmica furados.

Contrôle de vazão - Na entrada do filtro o controle é realizado através de comporta tipo Rein e vertedor triangular. O efluente, assim como o nível de água mantido sobre os leitos filtrantes são controlados por válvula comandada por bóia.

Vazão - de projeto - As vazões previstas foram as seguintes

ANO	VAZÃO	
	m <sup>3</sup> /dia	l/s
1950	650	7,5
1965	840	9,7
1980	1000	11,8

atual - estimada em 750 m<sup>3</sup>/dia = 9,3 l/s

Taxas de filtração - As taxas especificadas no projeto são as seguintes:

ANO	Taxas máximas	Taxas medias
	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia)	(m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> dia)
1950	3,16	2,73
1965	4,67	3,64
1980	5,68	4,38

Atualmente considerando-se a vazão estimada de 750m<sup>3</sup>/dia a taxa de vazão seria de 4,2m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> dia

### 8.3 - MATERIAL FILTRANTE

#### 8.3.1 - Areia

A areia provém já preparada do município de - Resende e tem sido repostada cada 2 anos e meio para compensar as camadas retiradas nas operações de limpeza. Não se pode afirmar se essa areia tem as mesmas características especificadas no projeto, que são as seguintes:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂM. (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S. (mm)
Única	100	-	0,25a0,35	2a3	-	-

### 8.3.2 - Camada Suporte

A camada suporte é constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂMETROS	DIÂM. COEF. EFET. UNIF. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S (mm)
Superior	5	-	2 a 3	-	-	-
Intermed.	8	8 a 20	8	-	-	-
Inferior	17	20 a 30	20	-	-	-

## 9. PARIQUERA-AÇU - SP (Figuras nºs 26 e 27; Fotografias nºs 30 a 32)

### 9.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 14/janeiro/1969

População urbana - 6000 habitantes

População de projeto - 3000 habitantes (1979)

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias de São Paulo - Divisão de Saneamento Rural - Secção de Estudos e Projetos (1959)

Construção - Departamento Nacional de Obras de Saneamento do Ministério de Viação e Obras Públicas (1959)

Administração - Prefeitura Municipal de Pariquera-Açu

Manancial - Rio Jurubatuba. Bacia desprotegida.



FOTOGRAFIA Nº 30 - Pariquera-Açu-S.P.  
Aspecto Geral dos Filtros.



FOTOGRAFIA Nº 31 - Pariquera-Açu-S.P.  
Entrada de água no filtro.



FOTOGRAFIA Nº 32 - Pariquera-Açu-S.P.  
Boia acoplada com válvula para regula  
rização do nível de água e da vazão  
efluente.

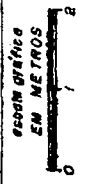
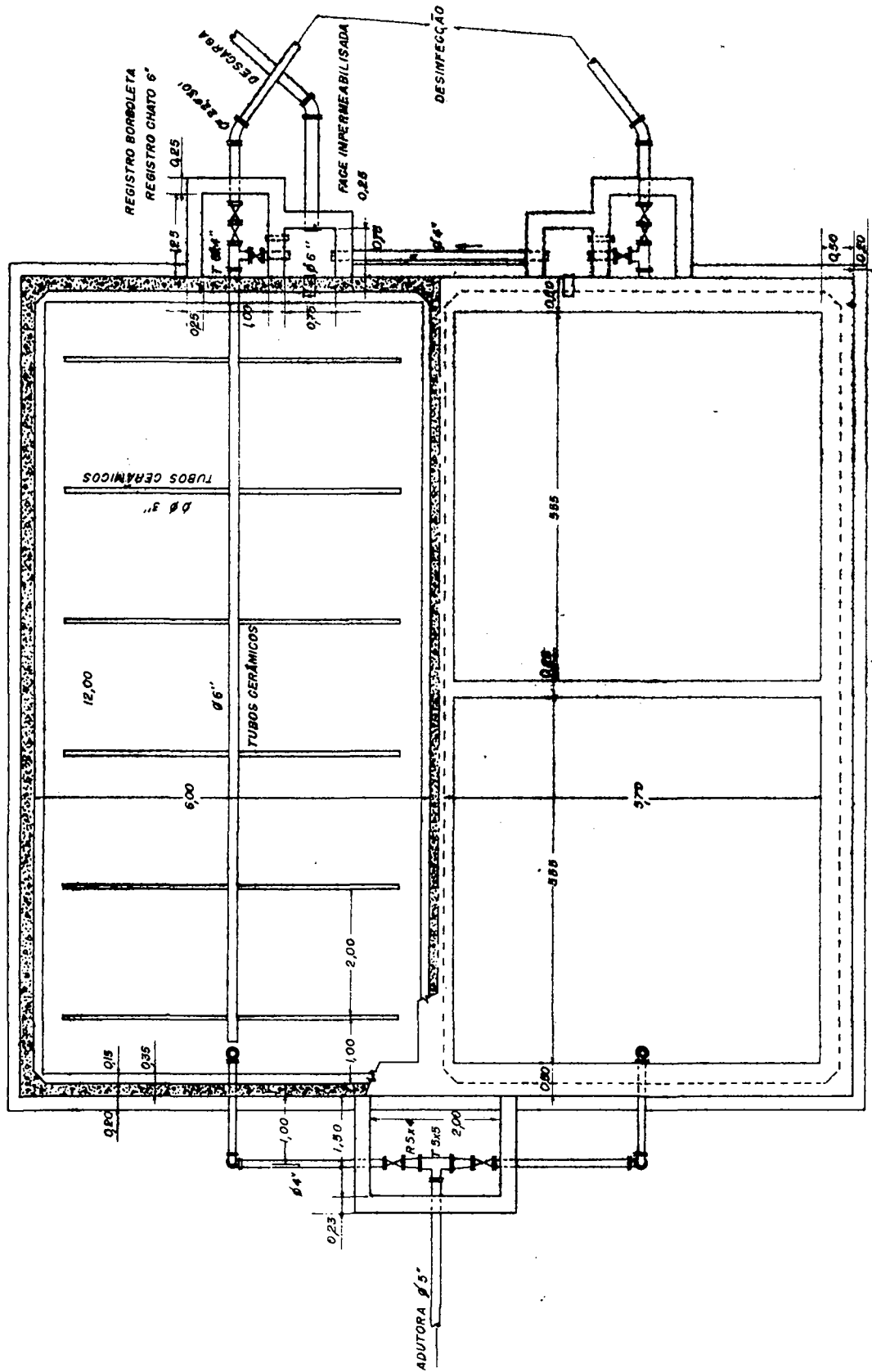
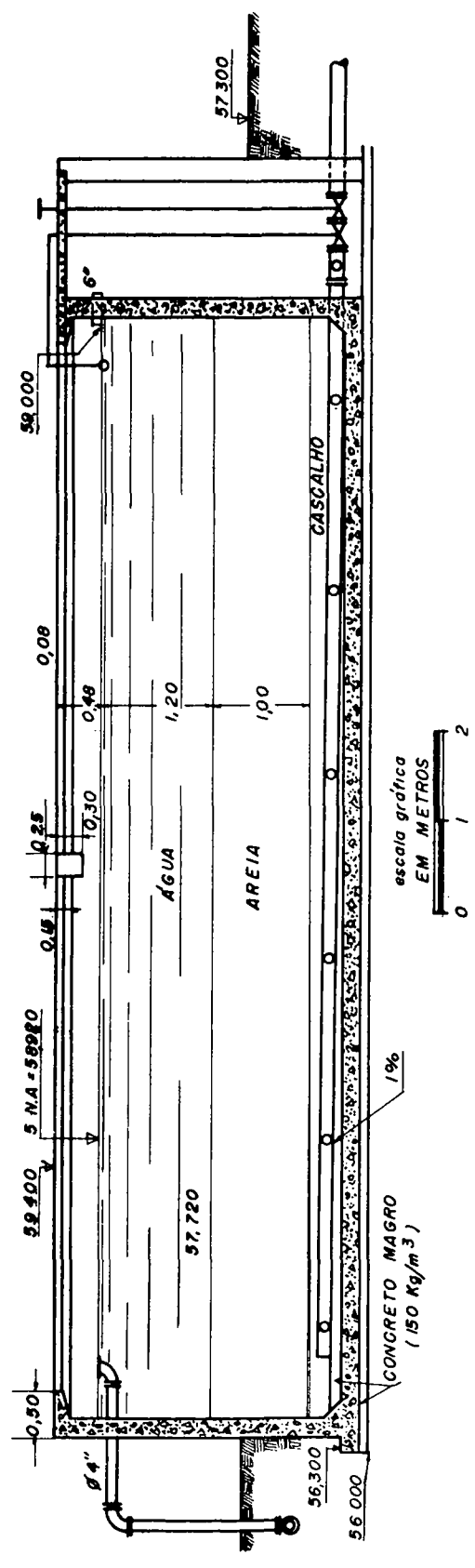
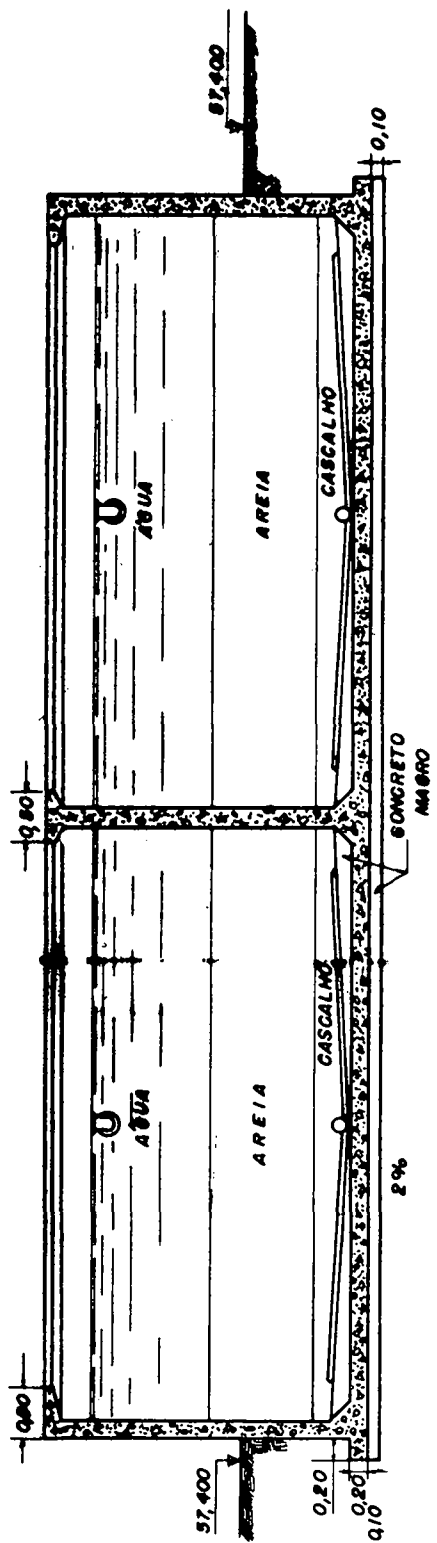


FIGURA Nº 26- PARIQUERA - AQUÓ - S. P.  
 PLANTA DOS FILTROS



escala gráfica  
 EM METROS  
 0 1 2

FIGURA Nº27.- PARIQUERA-AQUÍ-S. P  
 SECÇÕES TRANSVERSAL E LONGITUDINAL DOS FILTROS

Captação - Tomada direta em pequena barragem para elevação do nível de água.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - Bomba dosadora com tinas e equipamentos em perfeitas condições. A cloração não é feita atualmente.

## 9.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - Concreto armado

Número de Unidades - 2

Dimensões - comprimento útil - 12,00 m  
largura útil - 6,00 m  
altura útil - 2,50 m  
area de filtração- por unidade - 72,0 m<sup>2</sup>  
total - 144,0 m<sup>2</sup>

Entrada de água - A adutora se divide em duas partes, sendo cada uma delas encaminhada a cada uma das unidades. A entrada de água no filtro se faz através de um desses trechos de tubulação que atravessando a parede frontal de montante dos filtros, termina em uma curva de 90<sup>o</sup>, com a boca volta da para cima e exatamente ao nível de água nas condições normais de operação.

Sistema drenante - O sistema drenante é constituído - por uma tubulação central de mani-

lha cerâmica de 150mm (6") de diâmetro com declividade longitudinal de 1%, que recebe 6 tubulações laterais de cada lado, também de manilhas cerâmicas, com 75mm (3") de diâmetro, sem juntas e espaçados de 2 metros entre si e 1,0 metro das paredes laterais.

Contrôle de vazão - O controle de vazão na entrada do filtro é realizado unicamente mediante a operação da válvula de gaveta colocada na tubulação efluente. Na saída o controle de vazão e de nível de água é realizado através um sistema de bóia acoplado com uma válvula tipo borboleta

Vazão de projeto -  $8,68 \text{ l/s} = 750 \text{ m}^3/\text{dia}$

Vazão atual -  $9,7 \text{ l/s} = 840 \text{ m}^3/\text{dia}$  (estimada em função da população abastecida e dos 160 leitos do Hospital) considerando-se essa vazão como correta o sistema opera com a sobrecarga de 11%.

Taxa de filtração - O projeto especificou as seguintes taxas de filtração

1959 -  $2,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$   
1979 -  $5,2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$

A taxa atual considerando-se válida a vazão estimada é de  $5,8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$ .



### 9.3 - MATERIAL FILTRANTE

9.3.1 - A areia é procedente de um córrego situado no município de Registro.

O leito filtrante é constituído de uma única camada com as seguintes características:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	DIÂMETROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S (mm)
única	100	0,25 a 0,35	-	-	-	-

### 9.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	DIÂMETROS (mm)	DIAM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE U.S; (mm)
Superior	20,0	1,5 a 3,8	-	-	-	-
Intermed.	5,0	3,8 a 9,5	-	-	-	-
Intermed.	8,0	9,5 a 25,4	-	-	-	-
Intermed.	9,0	25,4 a 38,0	-	-	-	-
Inferior	11,0	38,0 a 63,5	-	-	-	-

10. JACUPIRANGA - SP (Figura nº 28; Fotografia nº 33 e 34)

10.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 15/janeiro/1969

População Urbana - 5000 habitantes (informação local)

População de projeto - 1500 habitantes (1970)

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias - S. Paulo - Divisão de Saneamento Rural - Secção de Estudos e Projetos (1950)

Construção - Prefeitura Municipal de Jacupiranga sob Administração do Departamento de Obras Sanitárias - S. Paulo.

Administração - Prefeitura Municipal de Jacupiranga.

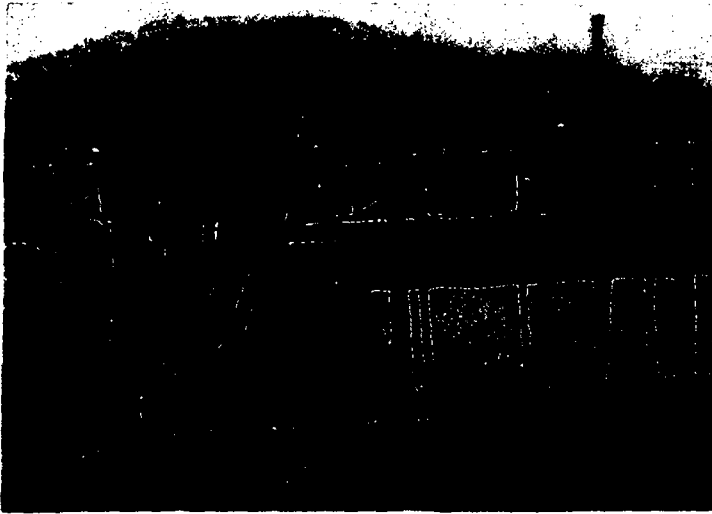
Manancial - Rio Cunha ou Jacupiranga - Bacia desprotegida.

Captação - Captação direta por bomba protegida por poço de tubos de concreto assentados à margem do Rio.

Pré-tratamento - Nenhum atualmente. Ao lado do filtro há um decantador que fôra antigamente utilizado para sedimentação simples da água bruta antes dessa ser encaminhada aos filtros.

10.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

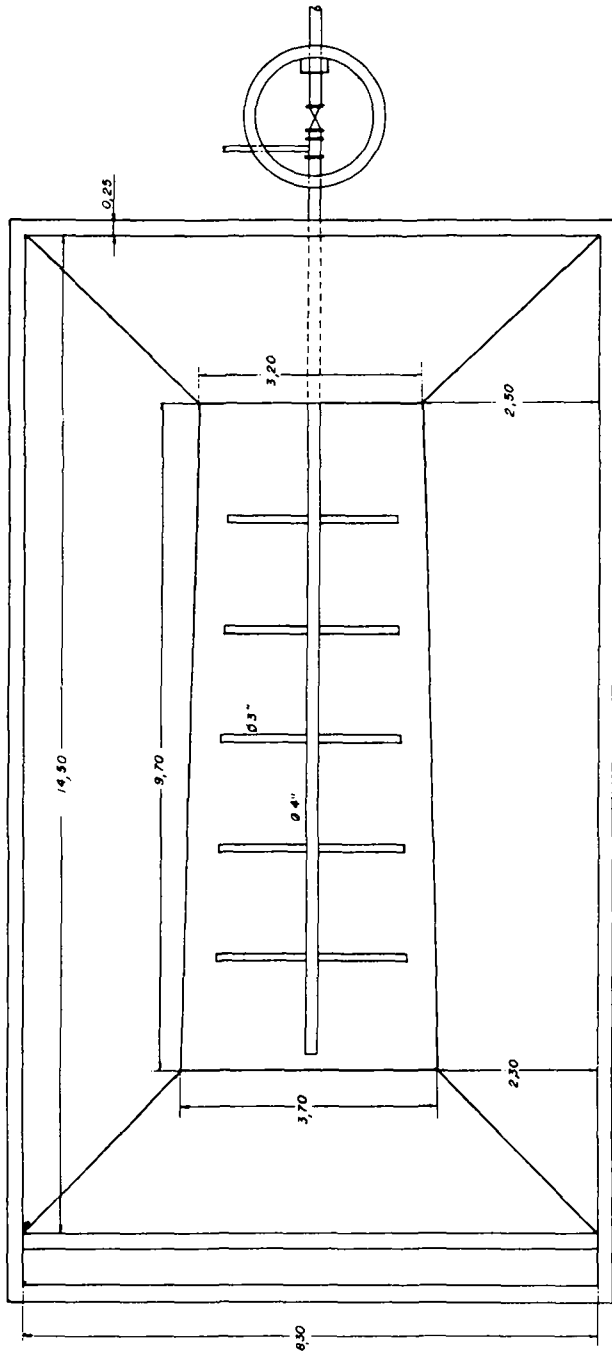
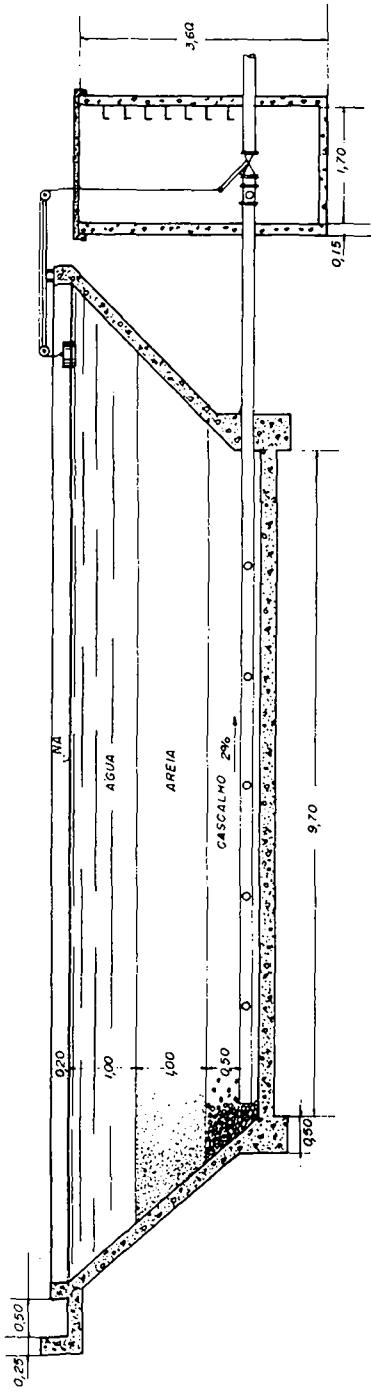
Estrutura - tijolos revestidos com argamassa de cimento.



FOTOGRAFIA Nº 33 - Jacupiranga - S.P.  
Canaleta para distribuição de água na  
entrada do filtro. Ao fundo, decanta  
dor, anteriormente utilizado para se-  
dimentação simples.



FOTOGRAFIA Nº 34 - Jacupiranga - S.P.  
Regulador de Vazão. A boia foi retira  
da e o controle é feito manualmente.



escala gráfica  
 EM METROS  
 0 1 2

FIGURA Nº 28-JACUPIRANGA S. P.  
 PLANTA E SEÇÃO TRANSVERSAL DO FILTRO

Número de unidades - Uma

Dimensões - O filtro foi construído internamente, em forma de tronco de pirâmide retangular. As dimensões uteis, na superfície são 14,50 x 8,30m e, no fundo 9,70 x 3,70m. Altura útil - 2,50 m  
Area de filtração - Admitindo-se que a filtração se exerce unicamente na camada superior a area de filtração seria - 120,0 m<sup>2</sup>. Entretanto, a medida que as camadas fossem sendo retiradas a área filtrante diminuiria proporcionalmente à espessura das camadas.

Entrada de Água - De uma canaleta situada ao longo de todo o comprimento da parede - frontal do filtro, a água verte - diretamente sôbre a areia.

Sistema drenante - É constituído por uma tubulação central de manilha cerâmica de 100 mm (4") de diâmetro com juntas abertas 2 cm e declividade longitudinal de 2%, recebendo - perpendicularmente 5 tubulações de cada lado, também de manilhas cerâmicas com 75mm (3") de diâmetro com juntas abertas 2 cm.

Contrôle de Vazão - A vazão, na entrada do filtro é controlada através de válvula de gaveta colocada na extremidade da adutora. Na tubulação efluen

te foi instalada uma válvula tipo - borboleta para funcionar aclopada - com uma bóia instalada na superfície do filtro. Esse sistema não está - funcionando, sendo a operação reali<sub>z</sub>ada unicamente através o contrô<sub>l</sub>e de válvulas de gaveta.

Vazão de Projeto -  $3,5 \text{ l/s} = 300 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$

Vazão atual - indeterminada.

Taxa de filtração- Em função de area superficial e da vazão de projeto, a taxa de - filtração de projeto seria  $2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ / dia}$ .

### 10.3 - MATERIAL FILTRANTE E CAMADA SUPORTE

Não foi possível a determinação das características da areia e do cascalho utilizadas em Jacupiranga, pois as mesmas não foram mencionadas no projeto compulsado no Departamento de Obras Sanitárias de São Paulo. Essas informações também não puderam ser prestadas pelos responsáveis pois embora o encarregado dos serviços de água informasse que há 8 meses não se procedia à limpeza do filtro, acreditamos que há muitos anos tal operação não se realiza.

Sabe-se apenas que a areia existente, procedeu do Rio Guarau, sendo peneirada antes de ser disposta - filtros.

11. MONTEIRO LOBATO - SP (Fotografia Nº 35)

Como referido no item 5.4, o municipio de Monteiro Lobato construiu apenas a estrutura de concreto dos filtros, não tendo sido instalado o sistema drenante e os demais elementos necessários ao funcionamento da instalação.

A estrutura está em estado relativamente bom podendo ser aproveitada após reparos de pequena monta.

12. NAZARÉ PAULISTA - SP (Figuras nºs 29 e 30; Fotografias nºs 36 a 38)

12.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data de inspeção - 21/janeiro/1969

População Urbana - indeterminada

População de projeto - 1560 habitantes (1976)

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias - São Paulo - Divisão de Saneamento Rural - Secção de Estudos e Projetos (1956).

Construção - Prefeitura Municipal de Nazaré Paulista sob administração do Departamento de Obras Sanitárias - São Paulo (1958)

Administração - Prefeitura Municipal de Nazaré Paulista.

Manancial - Fonte Araujo. É uma fonte aflorante sem nenhuma proteção. Há inclusive três residências nas proximidades e a montante da captação.

Captação - Em caixa de tomada. A adutora, por gravidade é constituída por tubulação de cimento amianto com 100mm (4") de diâmetro e 1850 metros de extensão.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - A desinfecção do efluente do filtro foi prevista no projeto, mas jamais foi realizada existindo apenas um tanque de contato com chicanas.

## 12.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado

Número de unidades - duas

Dimensões - comprimento útil - 10,0m  
largura útil - 5,0m  
altura útil - 2,5m  
area de filtração - por unidade - 50,0m<sup>2</sup>  
total - 100,0m<sup>2</sup>

Entrada de água - Uma canaleta ao longo da parede frontal dos filtros distribui a água às duas unidades filtrantes. Antes de cada filtro, uma chicana obriga a água a passar pela parte inferior da canaleta e em seguida sôbre um "vertedor" de parede muito espessa possuindo em sua própria soleira uma ranhura que permite a introdução de pequena comporta de chapa. Fechando-se essa comporta o nível da água na canaleta sobe transbordando para um extravasor.





FOTOGRAFIA Nº 35 - Monteiro Lobato-S.P.  
Estrutura dos filtros Abandonada antes  
do término da construção. A cidade dis  
tribue água sem qualquer tratamento.

Sistema drenante - É constituído por uma tubulação central de manilha cerâmica de 100 mm (4") de diâmetro com declividade longitudinal de 1%, recebendo perpendicularmente 5 tubulações laterais de cada lado - também de manilhas cerâmicas sem juntas e com diâmetros de 50mm (2"), espaçadas 2,0 metros entre si e 1,0 metro das paredes laterais.

Contrôle de Vazão - A vazão de entrada é controlada pelas válvulas na extremidade da adutora e pelas comportas na canaleta de distribuição. Os níveis de água nos filtros e na canaleta de distribuição são os mesmos e são mantidos à altura da soleira do extravasor. Na tubulação efluente, a regulação da vazão é realizada simplesmente pela operação de válvulas de gaveta.

Vazão de Projeto -  $4,0 \text{ l/s} = 346 \text{ m}^3/\text{dia}$

Vazão atual -  $4,0 \text{ l/s} = 346 \text{ m}^3/\text{dia}$

Taxa de filtração -  $3,46 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$

## 12.3 - MATERIAL FILTRANTE

### 12.3.1 - Areia

A areia do "tipo médio" é recebida com a -

a granulometria própria e já lavada do município de Atibaia.

O leito filtrante é constituído de uma única camada com as seguintes características:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	DIÂM. (mm)	DIÂM. EFETIVO (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SÉRIE U.S. (mm)
única	100	-	0,25 a 0,35	2 a 3	-	-

12.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	DIÂM. (mm)	DIÂM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SÉRIE U.S. (mm)
Superior	18,0	20 a 30	20	-	-	-
Intermed.	8,0	8 a 20	8	-	-	-
Inferior	5,0	-	2 a 3	-	-	-



FOTOGRAFIA Nº 36 - Nazaré Paulista-S.P.  
Aspecto dos Filtros Lentos



FOTOGRAFIA Nº 37 - Nazaré Paulista-S.P.  
Chegada de água e canaleta de distribuição dos filtros.



FOTOGRAFIA Nº 38 - Nazaré Paulista-S.P.  
"Vertedor" triangular para contrôle de vazão na entrada do filtro.

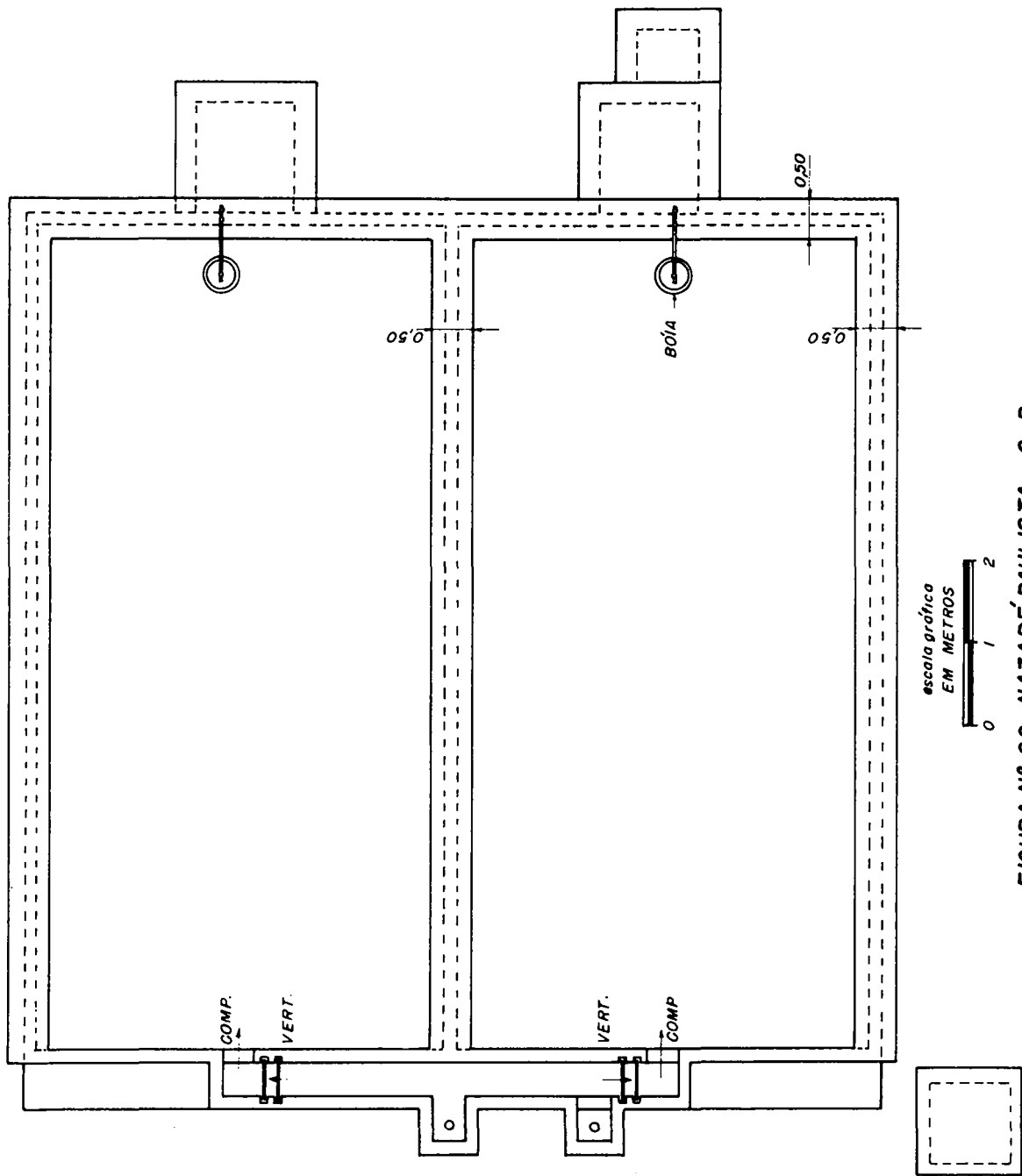


FIGURA Nº 29 - NAZARÉ PAULISTA - S. P.  
PLANTA

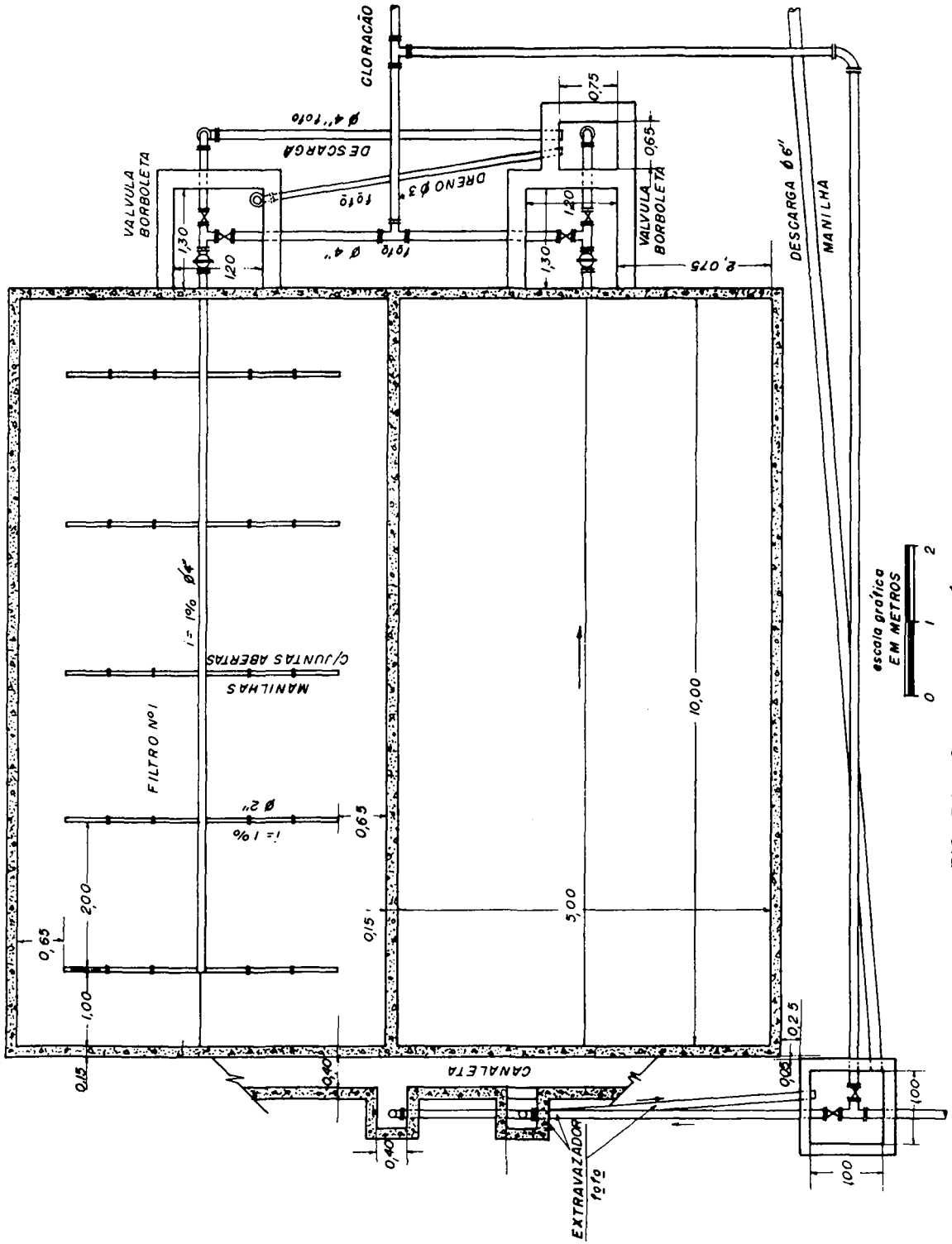


FIGURA Nº 30 - NAZARE' PAULISTA - S.P  
 PLANTA BAIXA

13. BOM JESUS DOS PERDÕES - SP (Fotografias nº 39 e 40)

13.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data da inspeção - 21/janeiro/1969

População urbana - 1800 habitantes (estimada)

População de projeto - 2500 habitantes (1979)

Projeto - Departamento de obras Sanitárias do Estado de São Paulo - Divisão de Saneamento - Rural - Secção de Estudos e Projetos(1960)

Construção - Prefeitura Municipal de Nazaré Paulista (do qual Bom Jesus dos Perdões era distrito)

Administração - Prefeitura Municipal de Bom Jesus dos Perdões.

Manancial - Córrego do Raul, ou córrego do Tomezinho. A bacia de drenagem com aproximadamente 22 hectares é totalmente protegida.

Captação - Captação direta. A água é recalçada diretamente para os filtros. Não foi possível inspecionar o local da captação e as informações fornecidas foram muito vagas.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - não é realizada

13.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - circular, de concreto armado

Número de unidades - duas

Dimensões - diâmetro interno - 9,00m  
altura útil - 2,50m  
área de filtração- por unidade -  $63,5\text{m}^2$   
total -  $127,0\text{m}^2$

Entrada de água - A tubulação de recalque descarrega a água bruta sobre uma caixa elevada situada entre as duas unidades filtrantes. Essa caixa com as dimensões aproximadas de..... 1,0 X 0,80 X 0,80 m contém cascalho grosso e possui o fundo perfurado. Após atravessar o leito de cascalho a água cai em outra caixa de distribuição de onde verte diretamente sobre as unidades filtrantes.

Sistema drenante - Não foi possível determinar com segurança a constituição do sistema drenante. Segundo a informação do tratador este seria constituído de tubulação de ferro fundido com diâmetro de 150 mm - (6") em "espinha de peixe".

Contrôle de vazão - O controle de vazão é realizado através de operação manual das válvulas das tubulações afluente e efluente.

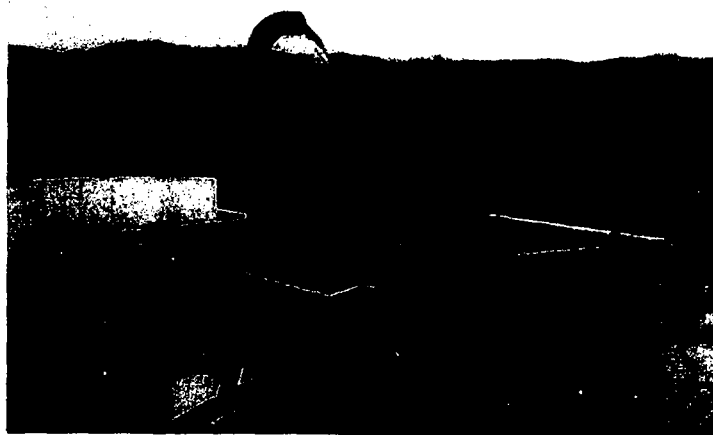
Vazão de projeto -  $500\text{ m}^3/\text{dia} = 5,8\text{ l/s}$  (1979)

Vazão atual -  $412\text{ m}^3/\text{dia} = 4,8\text{ l/s}$  (estimada)





FOTOGRAFIA Nº 39 - Bom Jesus dos Perdões  
S.P. - Aspecto Geral dos Filtros.



FOTOGRAFIA Nº 40 - Bom Jesus dos  
Perdões - S.P. - Chegada de água  
e caixa de distribuição.

Taxa de filtração - de projeto -  $4,0\text{m}^3/\text{m}^2$  dia  
 atual -  $3,3\text{m}^3/\text{m}^2$  dia (estimada)

### 13.3 - MATERIAL FILTRANTE

#### 13.3.1 - Areia

A areia utilizada, procede do Município de Atibaia e tem as mesmas características da utilizada em Nazaré Paulista.

CAMADA	ESPES- SURA (mm)	DIÂM. (mm)	DIÂM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SÉRIE U.S. (mm)
única	100	-	0,25 a 0,35	2 a 3	-	-

#### 13.3.2 - Camada Suporte

Constituída de seixos rolados com as seguintes características.

CAMADA	ESPES- SURA (mm)	DIÂM. (mm)	DIÂM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SÉRIE U.S. (mm)
Superior	18	20 a 50	20	-	-	-
Intermed.	8	8 a 20	8	-	-	-
Inferior	5	-	2 a 3	-	-	-

14. LOUVEIRA - SP (Figuras nº 31 a 33; Fotografias nº 41 a 44)

14.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data de inspeção - 22/janeiro/1969

População urbana - 1600 (estimada)

População de projeto - indeterminada

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias do Estado de São Paulo - Divisão de Saneamento - Rural - Seção de Estudos e Projetos.(1966).

Construção - Prefeitura Municipal de Louveira sob administração do Departamento de Obras Sanitárias de São Paulo (1967).

Administração - Prefeitura Municipal de Louveira.

Manancial - Córrego Cafeté ou Córrego da Caixa D'água. Bacia desprotegida.

Captação - Direta no corrego, em pequena caixa de tomada.

Pré-tratamento - nenhum

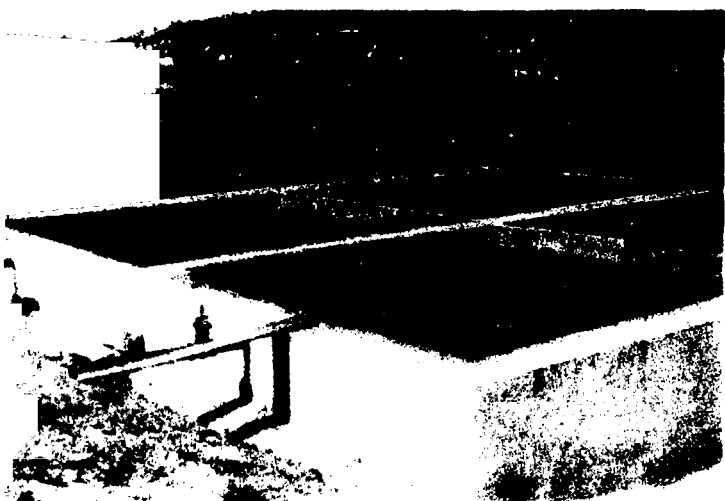
Desinfecção - É aplicado hipoclorito de sódio na dosagem de 1,3 mg/l. A aplicação é realizada com uma bomba dosadora de diafragma.

14.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

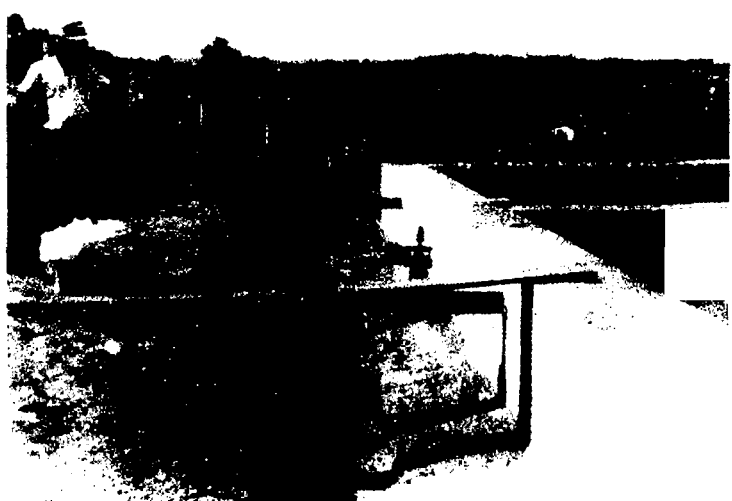
Estrutura - concreto armado

Número de unidades - duas

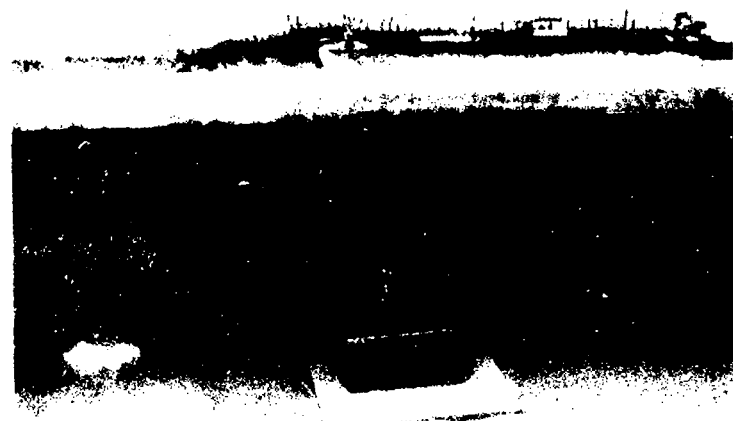
Dimensões - comprimento útil - 13,00



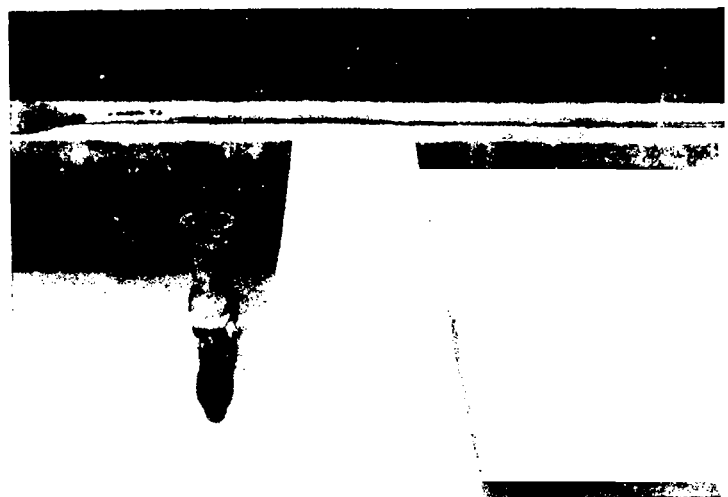
FOTOGRAFIA Nº 41 - Louveira - S.P.  
Aspecto Geral dos Filtros.



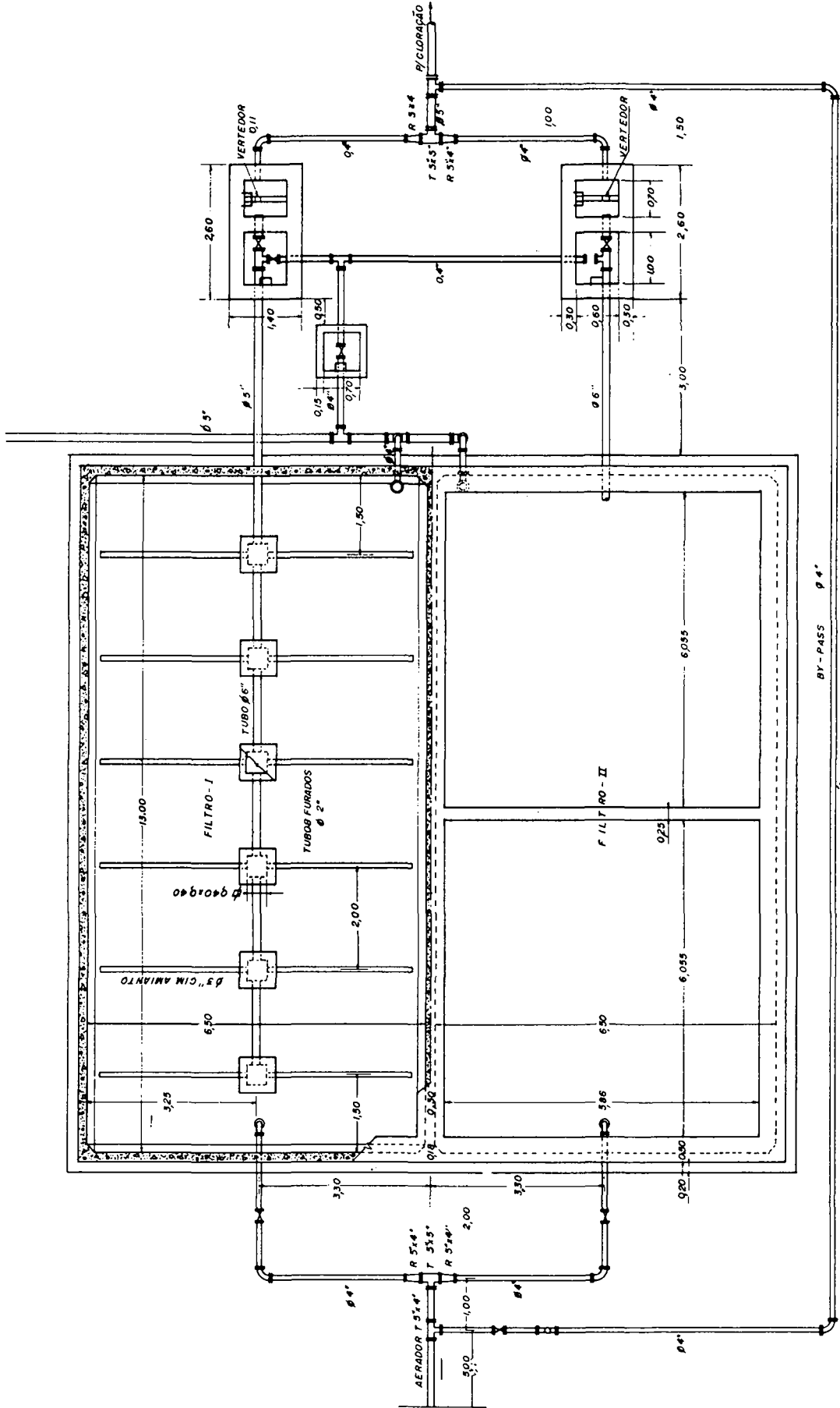
FOTOGRAFIA Nº 42 - Louveira - S.P.  
Válvulas para controle da vazão a-  
fluente.



FOTOGRAFIA Nº 43 - Louveira - S.P.  
Entrada de água no filtro - placa  
de concreto e caixa de madeira pa  
ra proteção do leito filtrante.



FOTOGRAFIA Nº 44 - Louveira - S.P.  
Controle do nível de água-extrava-  
sor.



BY-PASS Ø 4"



FIGURA Nº 31-LOUVEIRA - S. P.  
PLANTA DOS FILTROS

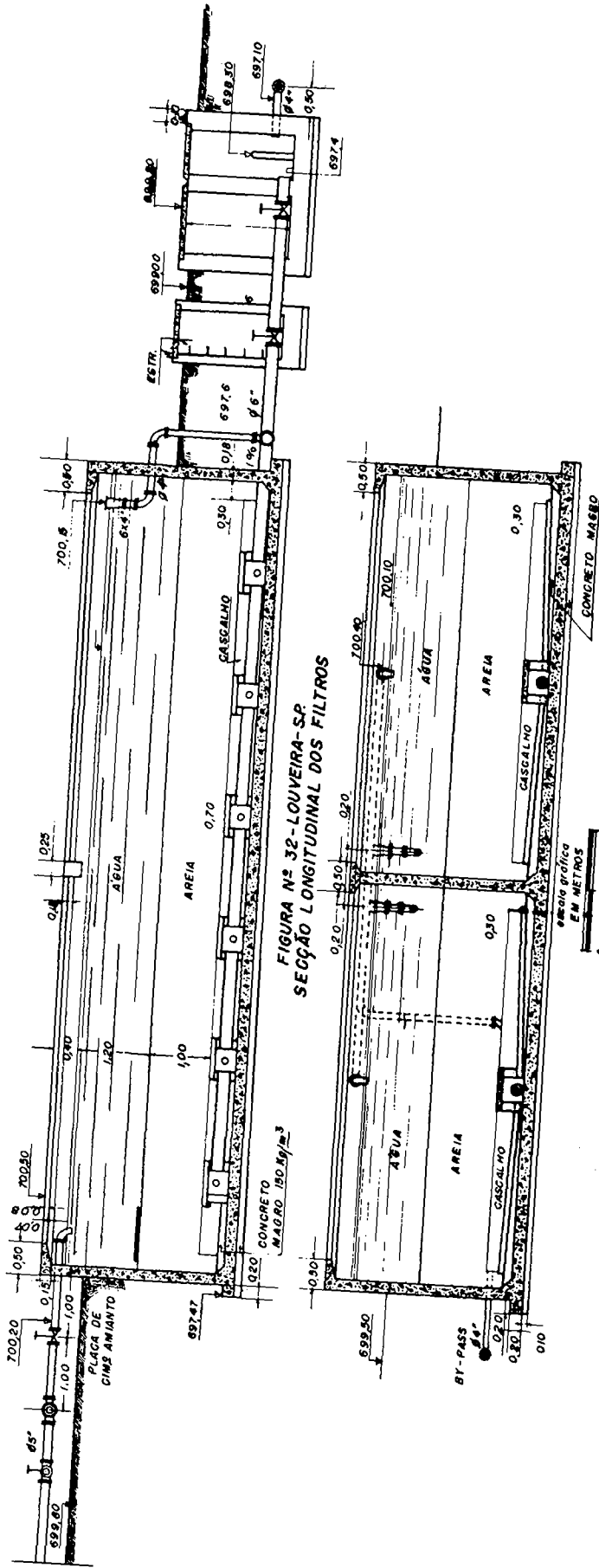


FIGURA Nº 32 - LOUVEIRA-S.P.  
SEÇÃO LONGITUDINAL DOS FILTROS

FIGURA Nº 33 - LOUVEIRA-S.P.  
SEÇÃO TRANSVERSAL DOS FILTROS

largura útil	- 6,50
altura útil	- 2,60m
area de filtração - por unidade	- 84,5m <sup>2</sup>
total	- 169,0m <sup>2</sup>

Entrada de água - A montante dos filtros a adutora se divide em dois ramos, sendo cada um deles encaminhado à cada uma das unidades filtrantes. A entrada de água nos filtros é feita com tubulação e curva com saída para baixa. O leito de areia é protegido por placa de concreto e caixa de madeira.

Sistema drenante - Tubulação central de cimento amianto com 150mm (6") de diâmetro que recebe perpendicularmente 6 tubulações laterais de cada lado de cimento amianto furado com 75, (3") de diâmetro. Nos pontos de encontro das tubulações laterais com a principal foram construídas caixas de passagem com dimensões de 0,70x0,70m cobertas com placas de concreto.

Contrôle de vazão - É realizado por controle manual das válvulas nas tubulações afluente e efluente. O projeto previa, na saída, à jusante da válvula, um vertedor triangular para o controle mais eficiente.

da vazão. Esse detalhe, entretanto não foi executado. O nível de água é mantido através de um extravasor colocado internamente às unidades filtrantes.

Vazão de projeto -  $625 \text{ m}^3/\text{dia} = 7,25 \text{ l/s}$  (estimada em função de: população de projeto - 2500 habitantes; taxa per capita 200 l/hab. dia e coeficiente do dia de maior consumo - 1,25).

Vazão atual -  $438 \text{ m}^3/\text{dia} = 5,0 \text{ l/s}$  (estimada)

Taxa de filtração - de projeto -  $3,7 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$  (estimada)  
atual -  $2,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$  (estimada)

#### 14.3 - MATERIAL FILTRANTE

Não foi possível obter informações exatas sobre a granulometria da areia e da camada suporte. A espessura da camada de areia é de 1,00 m e a da suporte é de 0,40 m.

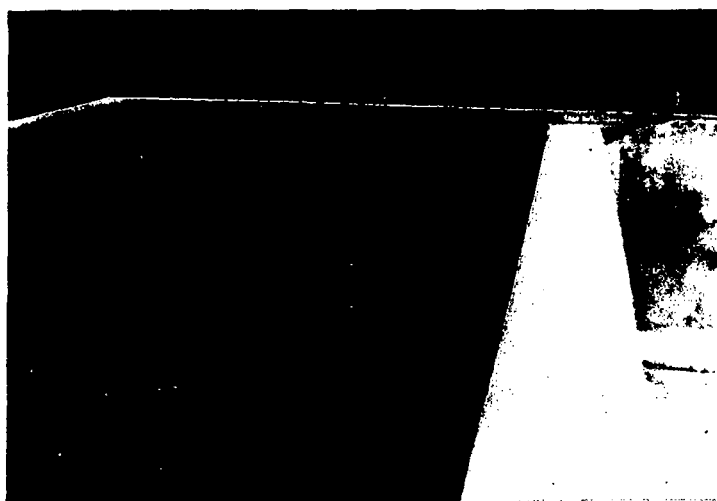
#### 15. CAJAMAR (Fotografias nº 45 a 46)

O município de Cajamar construiu apenas a estrutura de concreto dos filtros, não tendo sido instalado o sistema drenante e os demais elementos necessários ao funcionamento da instalação. A estrutura é nova e se encontra em perfeito estado de conservação.





FOTOGRAFIA Nº 45 - Cajamar - S.P.  
Estrutura de filtros lentos abandonada.



FOTOGRAFIA Nº 46 - Cajamar - S.P.  
Estrutura de filtros lentos abandonada.

16. TAQUARITINGA - SP (Desenhos nº 34 e 35; fotografias nº 47 a 50)

16.1 - INFORMAÇÕES

Data da inspeção - 3/fevereiro/1969

População urbana - 9000 habitantes

População de projeto - 15000 habitantes

Projeto - ECHS - São Carlos (1964)

Construção - Prefeitura Municipal de Taquaritinga (1964)

Administração - Prefeitura Municipal de Taquaritinga

Manancial - Ribeirão do Fucci. Apenas é cercado o local da captação.

Captação - Desvio em canal aberto até a chegada na caixa de areia. Na parte inicial o canal é revestido num trecho de aproximadamente 500 metros.

Pré-tratamento - Caixa para retenção de areia, que é limpa cada 5 a 7 dias.

Desinfecção - realizada através de aplicação de gás cloro.

16.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado.

Número de unidades - duas

Dimensões - Comprimento útil - 28,0 m  
largura útil - 7,0 m  
altura útil - 2,0 m  
área de filtração - por unidade - 196,0m<sup>2</sup>  
total - 392,0m<sup>2</sup>

Entrada de água - Após sua passagem pela caixa de retenção de areia pelo vertedor Pars hall, e pelo separador de vazões a água adentra às unidades filtrantes através de tubulações de ferro fundido, diretamente sobre o nível da areia, em placa de concreto de 0,50m de diâmetro.

Sistema drenante - Tubulação principal de manilha - de cerâmica vidrada de 150 mm - (6") de diâmetro. A tubulação principal recebe a 45º, 6 tubulações de cada lado, também constituídas de manilhas de cerâmica vidrada com 100mm (4") de diâmetro assentadas com juntas abertas.

Contrôle de vazão - O controle de vazão é realizado através de operação manual das válvulas das tubulações afluentes e efluente.

Vazão de projeto -  $3750 \text{ m}^3/\text{dia} = 43,4 \text{ l/s}$

Vazão atual -  $3840 \text{ m}^3/\text{dia} = 44,4 \text{ l/s}$

Taxa de filtração - de projeto -  $9,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$   
atual -  $9,8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$

### 16.3 - MATERIAL FILTRANTE

16.3.1 - A areia procede do Município de Barrinha. É retirada do Rio Mogi-Guaçu e encaminhada em caminhões para Taquaritinga. A areia utili



FOTOGRAFIA Nº 47 - Taquaritinga-S.P.  
Caixa de Areia.



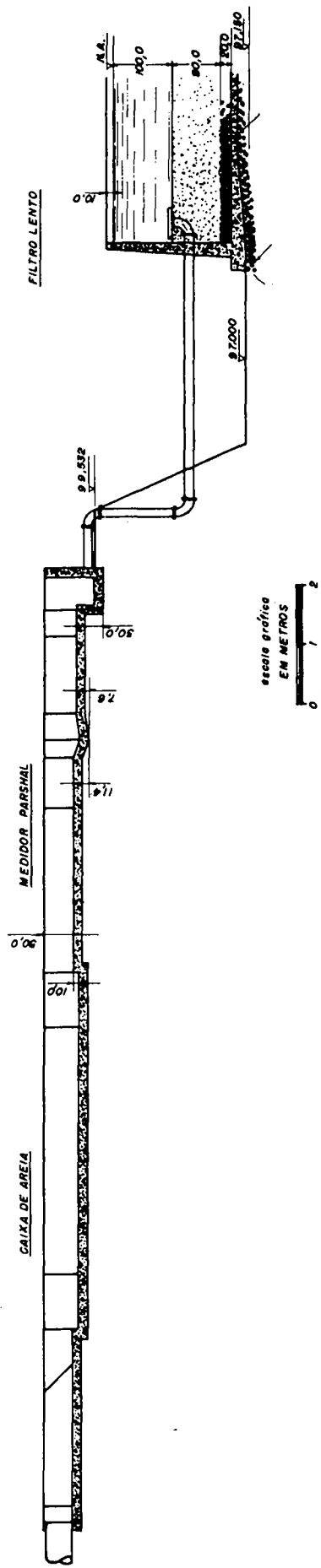
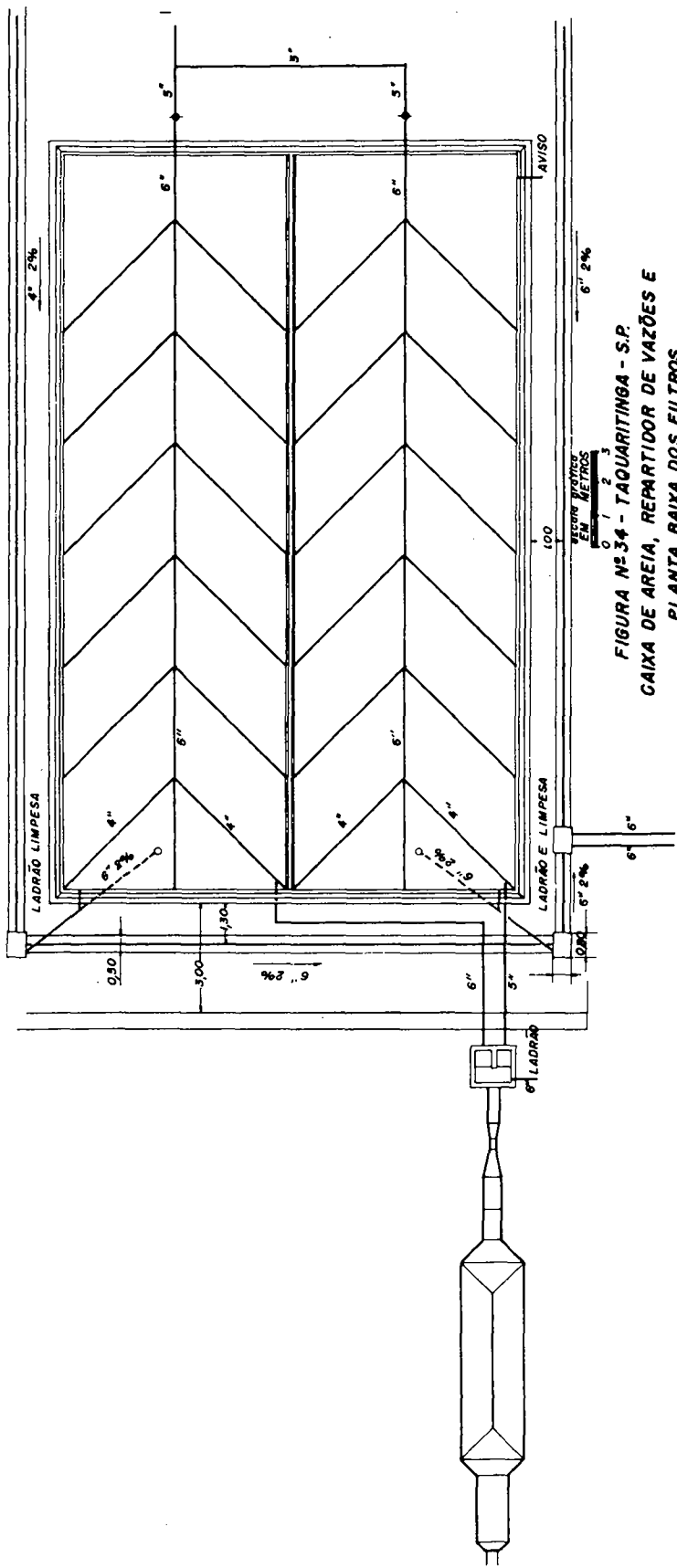
FOTOGRAFIA Nº 48 - Taquaritinga-S.P.  
Vista dos filtros e casa de bombas.



FOTOGRAFIA Nº 49 - Taquaritinga-S.P.  
Entrada de água nos filtros.



FOTOGRAFIA Nº 50 - Taquaritinga - S.P.  
Válvulas para controle de vazão



zada atualmente é mais grossa que a especificada no projeto, cujas características são as seguintes:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂM. (mm)	DIÂM. (mm)	COEF. UNIF.	PENEI- RAS Nº	ASTM-SÉRIE US (mm)
única	0,80	-	0,25	2	-	-

#### 16.3.2 - Camada Suporte

Constituido de seixos rolados com as características:

CAMADA	ESPES- SURA (cm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM -SÉRIE US (mm)
Superior	5,0	pednisco	3,0	-	-	-
intermed.	7,5	3/8" a 3/4"	8,0	-	-	-
Superior	17,5	3/4" a 2"	20,0	-	-	-

#### 17. NUPORANGA - SP (Figuras nº 36 a 38; Fotografias nº 51 e 52)

##### 17.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data de inspeção - 4/fevereiro/1969

População urbana - indeterminada

População de projeto - indeterminada

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias do Estado de São Paulo - Divisão de Saneamento Rural - Seção de Estudos e Projetos (1954)

Construção - Prefeitura Municipal de Nuporanga

Manancial - Rio São José - Bacia desprotegida

Captação - Direta em pequenos reservatórios de acumulação. Do reservatório a água é derivada diretamente para os filtros.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - A estação de tratamento dispõe de equipamento para aplicação de hipoclorito, em boas condições. Esta, entretanto - há muito tempo não está sendo realizada.

## 17.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - Paredes de tijolos e laje de fundo em concreto armado. Foi projetada cobertura das unidades filtrantes com treliças de madeira e telha francesa que, entretanto, não foi executada.

Número de unidades - duas

Dimensões - Comprimento útil - 11,55m  
largura útil - 5,50m  
altura útil - 2,64m  
Área de filtração - por unidade - 63,5m<sup>2</sup>  
total - 127,0m<sup>2</sup>

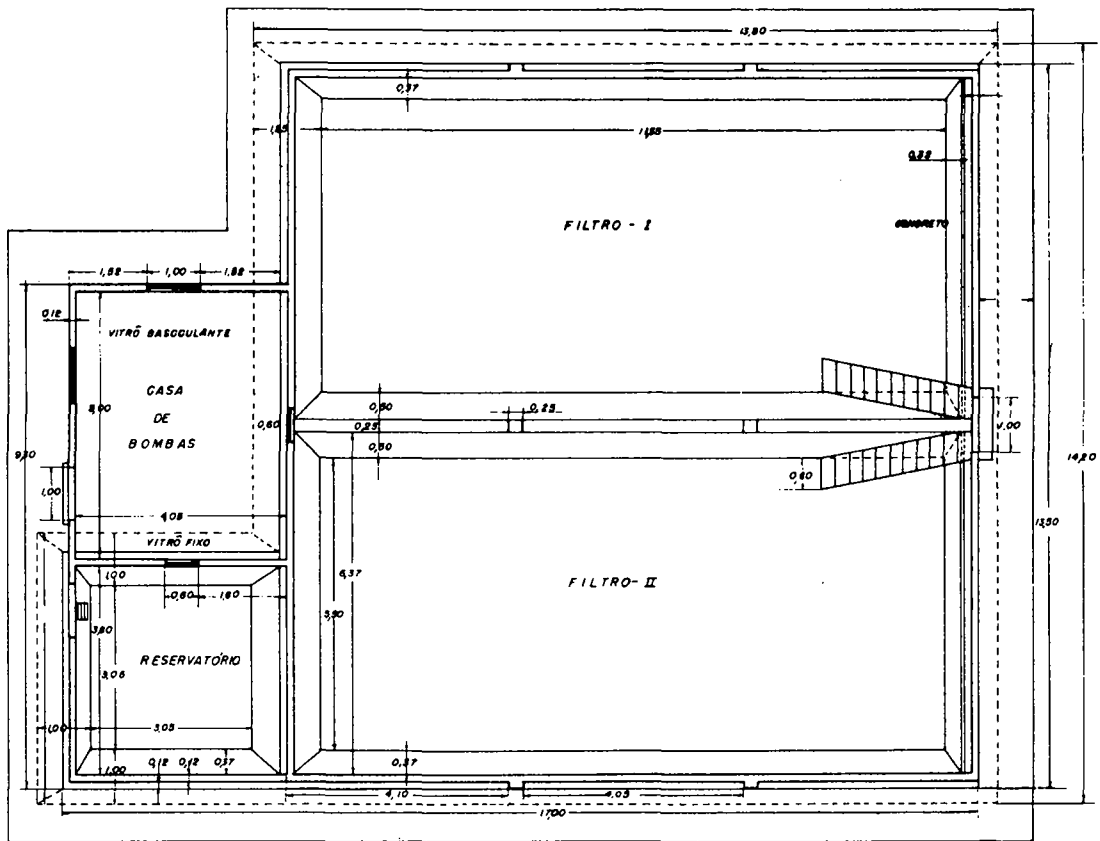


FOTOGRAFIA Nº 51 - Nuporanga-S.P.  
Vista Geral dos Filtros e Casa de  
Bombas.



FOTOGRAFIA Nº 52 - Nuporanga - S.P.  
Comportas para regular a entrada de  
água nos filtros.





escala grafica  
 E 4 METROS

FIGURA Nº 36 - NUPORANGA - S.P.  
 PLANTA DOS FILTROS

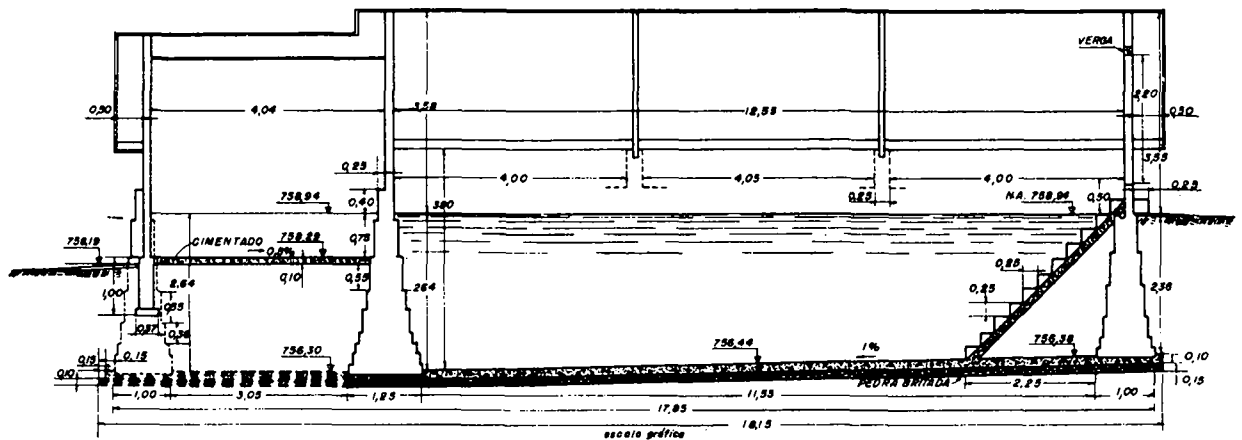


FIGURA Nº 37 - NUPORANGA-S.P.  
SECÇÃO LONGITUDINAL DOS FILTROS

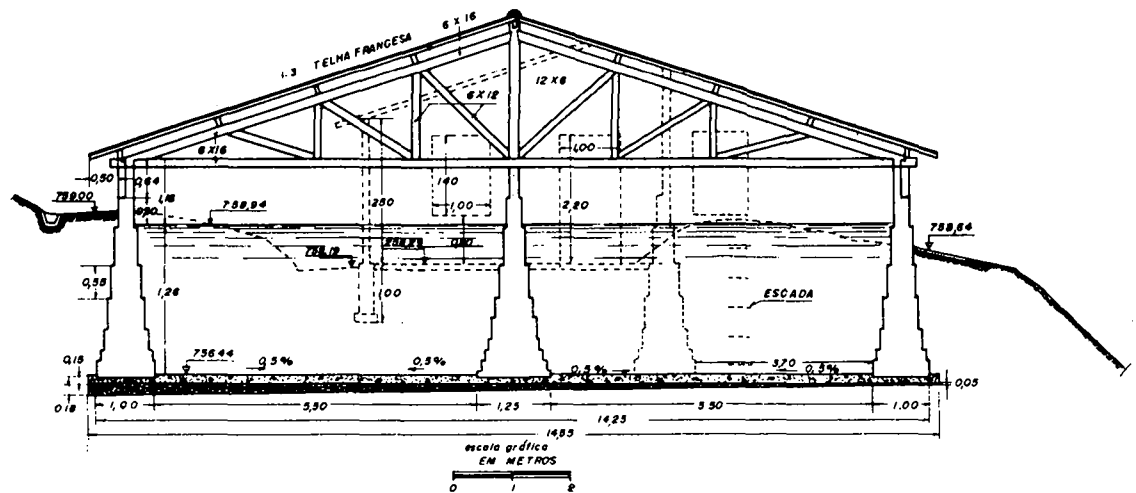


FIGURA Nº 38 - NUPORANGA - S. P.  
SECÇÃO TRANSVERSAL DOS FILTROS

Entrada de água - Pequena comporta tipo Rein

Sistema drenante - Não foi possível determinar com segurança a constituição do sistema drenante. Segundo a informação do tratador este seria constituído de um principal de manilha de cerâmica vitrificada com 100 mm de diâmetro, recebendo 6 tubulações de cada lado de manilha cerâmica vitrificada, furadas, também com 100 mm de diâmetro.

Contrôle de vazão - Realizado através de operação manual da comporta de entrada e da válvula na tubulação efluente.

Vazão de projeto - indeterminada

Vazão atual -  $730 \text{ m}^3/\text{dia} = 8,4 \text{ l/s}$  (estimada)

Taxa de filtração - de projeto - indeterminada  
atual -  $5,8 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{dia}$  (estimada)

17.3 - Material filtrante - Não foi possível determinar - qual o material filtrante e camada suporte especificados em projeto. Atualmente é utilizada areia oriunda do Rio Pardo que é colocada nos filtros sem nenhuma preparação.

18. CAJURÚ - SP (Fotografias nº 53 e 54)

18.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data de inspeção - 5/fevereiro/1969

População urbana - 7000 habitantes

População de projeto - indeterminada

Projeto - Não foi determinada a firma projetista

Construção - Prefeitura Municipal de Cajurú

Administração - Prefeitura Municipal de Cajurú

Manancial - Corrego Engenho da Serra. Bacia desprotegida.

Captação - Direta. Adutora por requalque

Pré-tratamento - Nenhum

Desinfecção - Não é realizada. A estação dispõe de equipamento completo para aplicação de hipoclorito, que entretanto, se encontra abandonado.

18.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - circular, de concreto armado.

Número de unidades - duas

Dimensões - diâmetro interno - 13,60m

altura útil - 2,00 m

área de filtração- por unidade-145,0m<sup>2</sup>

total -290,0m<sup>2</sup>



FOTOGRAFIA Nº 53 - Cajuru - S.P.  
Vista dos filtros.



FOTOGRAFIA Nº 54 - Cajuru - S.P.  
Entrada de água e caixa de dis-  
tribuição.

Entrada de água - A tubulação de recalque descarrega a água bruta sobre uma caixa elevada situada entre as duas unidades filtrantes. Essa caixa com as dimensões aproximadas de..... 1,0 x 0,80 x 0,80 contem cascalho grosso e possui o fundo perfurado. Após atravessar o lado do cascalho, a água cai em outra caixa de distribuição de onde verte diretamente sobre as unidades filtrantes.

Sistema drenante - Constituído de canaleta central de concreto com dimensões 0,30 x 0,30 e laterais de manilhas cerâmicas vitrificadas de 100mm de diâmetro assentadas com juntas abertas.

Contrôle de vazão - O controle de vazão é realizado através de operação manual das válvulas das tubulações afluente e efluente.

Vazão e taxa de filtrada - Não foi possível determinar as vazões e taxas de filtrações de projeto e atuais, devido à inexistência de plantas ou memoriais descritivos e pela impossibilidade de serem feitas medições no local.

18.3 - MATERIAL FILTRANTE

As únicas informações relativas ao material filtrante utilizado são as seguintes:

    Espessura da camada de areia - 0,30m

    Espessura da camada suporte - 0,20m

19. SANTO ANTÔNIO DA ALEGRIA - SP (Figuras nºs 39 a 43; Fotografias nº 55 e 56)

19.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data de inspeção - 5/fevereiro/1969

População urbana - 1.700 habitantes

População de projeto - indeterminada.

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias do Estado de São Paulo.

    Divisão de Saneamento Rural - Secção de Estudos e Projetos - (1955)

Construção - Prefeitura Municipal de Santo Antônio da Alegria (1955)

Administração - Prefeitura Municipal de Santo Antônio da Alegria.

Manancial - Córrego do Baú. Bacia desprotegida.

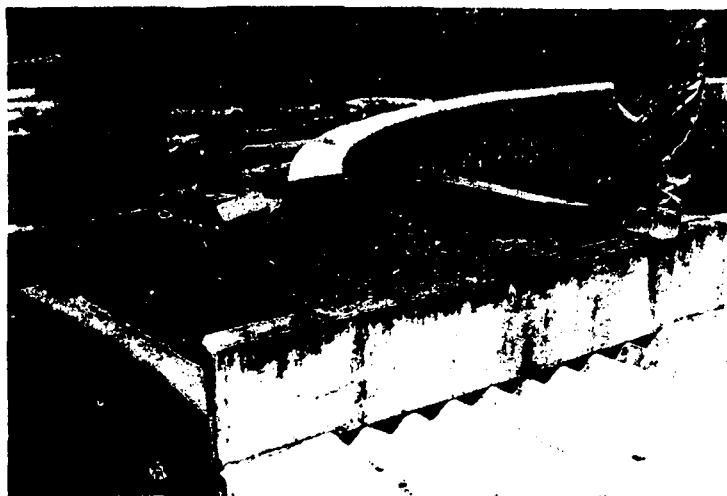
Captação - Pequena barragem para elevação do nível e tomada direta.

Pré-tratamento - Nenhum

Desinfecção - Não é realizada. No projeto foi pre -

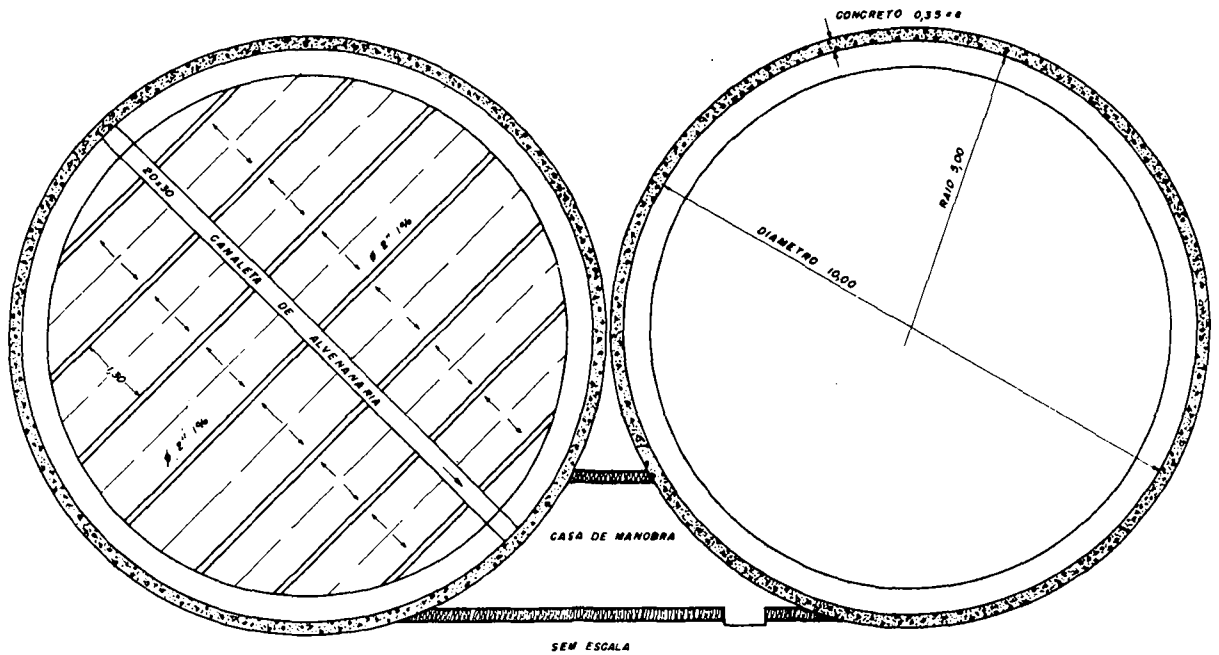


FOTOGRAFIA Nº 55 - Santo Antonio da  
Alegria - S.P. - Vista dos filtros.



FOTOGRAFIA Nº 56 - Santo Antonio da  
Alegria - S.P. - Entrada de água e  
Caixa de Distribuição.





FIGURANº 39 - SANTO ANTONIO DA ALEGRIA - S. P.  
 PLANTA DOS FILTROS E CASA DE MANOBRA

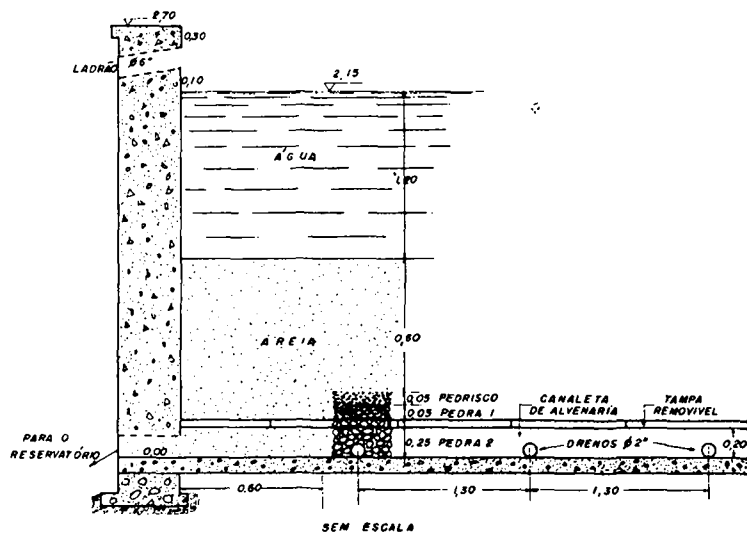


FIGURA Nº 40 - SANTO ANTONIO DA ALEGRIA - S.P.  
 CORTE ESQUEMÁTICO DOS FILTROS

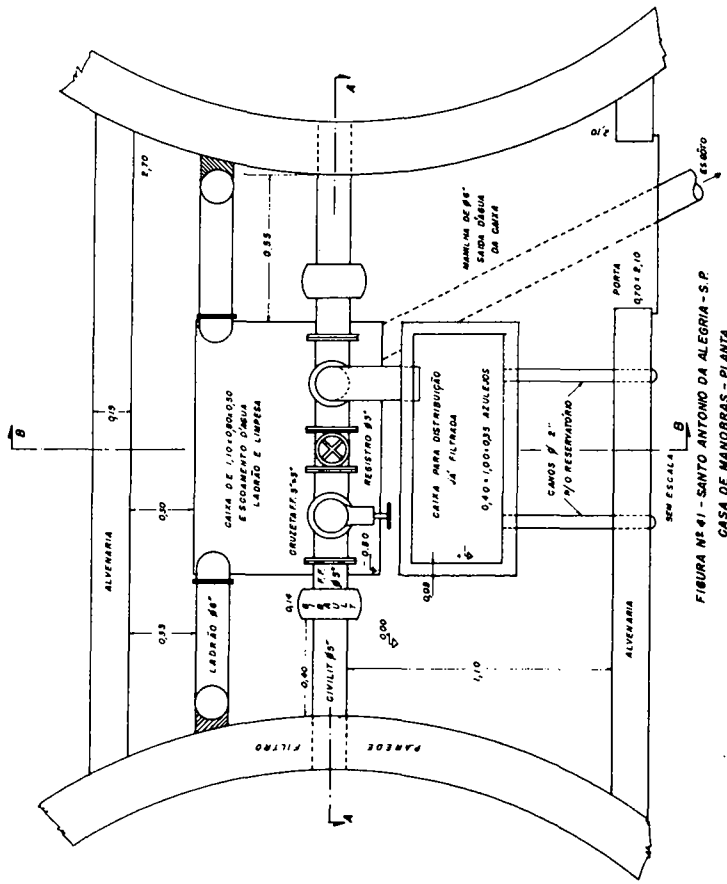


FIGURA Nº 41 - SANTO ANTONIO DA ALEGRIA - S.P.  
CASA DE MANOBRAS - PLANTA

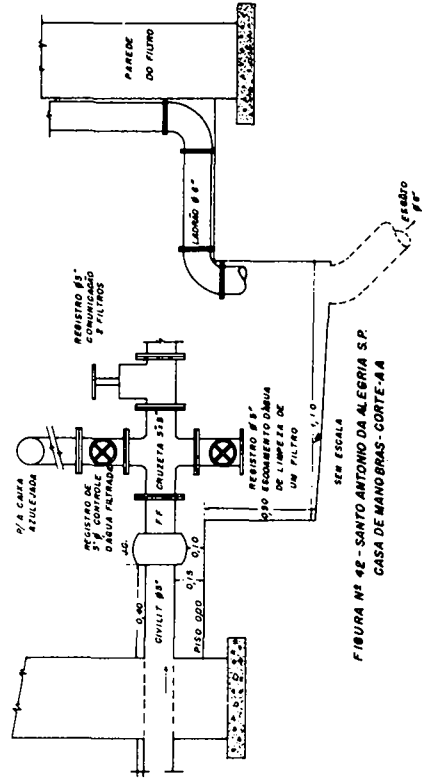


FIGURA Nº 42 - SANTO ANTONIO DA ALEGRIA - S.P.  
CASA DE MANOBRAS - CORTE-A-A

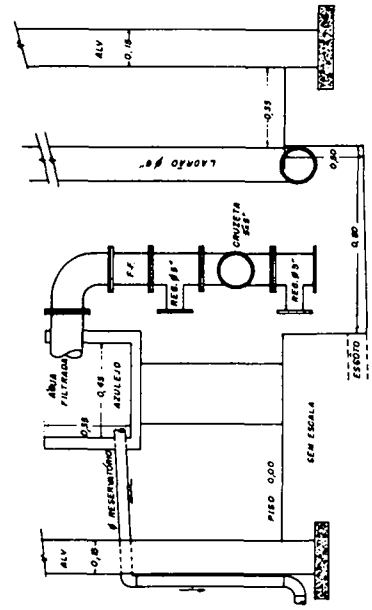


FIGURA Nº 43 - SANTO ANTONIO DA ALEGRIA - S.P.  
CASA DE MANOBRAS - CORTE-B-B

vista uma pequena caixa azulejada para servir como tanque de contacto para cloração.

## 19.2 - CARACTERÍSTICAS DO FILTROS

Estrutura - circular, de concreto armado.

Número de unidades - duas

Dimensões - diâmetro interno - 10,00m

altura útil - 2,15m

área de filtração- por unidade- 78,50m<sup>2</sup>  
total -157,00m<sup>2</sup>

Entrada de água - A adutora descarrega a água bruta sobre uma caixa de distribuição - com aproximadamente 1,0 x 1,0m e 0,30m de altura, situada entre as duas unidades filtrantes. Após atravessar o leito de cascalho grosso existente na caixa, a água, através dos furos das paredes laterais verte diretamente sobre a camada filtrante.

Sistema drenante - Constituído de uma canaleta central de alvenaria com as dimensões de 0,20 x 0,30m com 2% de declividade que recebe, perpendicularmente, 7 tubulações de cada lado de manilha cerâmica furada com 50mm de diâmetro e 1% de declividade.

Contrôle de vazão - Realizado através de operação - manual das válvulas nas tubulações afluente e efluente.

Vazão de projeto - indeterminada

Vazão atual - O filtro estava fora de funcionamento na data da inspeção. A vazão atual de  $450 \text{ m}^3/\text{dia} = 5,2 \text{ l/s}$  foi estimada através dos seguintes elementos: Habitantes servidos - 1800 (300 ligações - 6 pessoas/ligação).

Taxa "per capita" - 200 l/hab. dia  
Coeficiente relativo ao dia de maior consumo 1,25.

Taxa de filtração - de projeto - indeterminada  
atual -  $3 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{dia}$ .

A taxa de filtração real deve - ser maior do que a estimada segundo os critérios espostos. Provavelmente, devido à inexistência dos medidores domiciliares, o consumo "per capita" está ultrapassando 200 l/hab.

### 19.3 - MATERIAL FILTRANTE

#### 19.3.1 - Areia

O único elemento disponível referente ao material filtrante utilizado em Santo Antônio da Alegria é o seguinte: Espessura da camada de areia - 0,60 m.

19.3.2 - Camada Suporte

Constituida de pedra britada com as seguintes características:

CAMADA	ESPESSURA (cm)	DIÂMETRO (mm)	DIÂM. EFET. (mm)	COEF. UNIF.	PENEIRAS Nº	ASTM-SERIE US (mm)
Superior	5,0	Pedrisco	-	-	-	-
Intermed.	5,0	Pedra 1	-	-	-	-
Inferior	25,0	Pedra 2	-	-	-	-

20. BRAUNA - SP (Figuras nºs 44 a 46; Fotografias Nºs 57 a 59)

20.1 - INFORMAÇÕES GERAIS

Data de inspeção - 10/fevereiro/1969

População urbana - 2.000 habitantes

População de projeto - 3.000 habitantes (1977)

Projeto - Departamento de Obras Sanitárias do Estado de São Paulo - Divisão de Saneamento Rural Secção de Estudos e Projetos (1957) Prefeitura Municipal de Braúna.

Construção - Prefeitura Municipal de Braúna.

Administração - Prefeitura Municipal de Braúna

Manancial - A água é captada de dois Mananciais: Córrego do Macuco e uma pequena mina aflorante.

Captação - No Córrego do Macuco a água é captada diretamente havendo apenas uma pequena barragem para elevação do nível da água. A bacia é protegida com cercas e valetas. A fonte aflorante é captada através de uma pequena caixa de tomada.

Pré-tratamento - nenhum

Desinfecção - não é realizada

20.2 - CARACTERÍSTICAS DOS FILTROS

Estrutura - concreto armado

Número de unidades - duas

Dimensões - comprimento útil - 13,00

largura útil - 6,50

altura útil - 2,50

Área de filtração- por unidade- 84,5  
total -169,0

Entrada de água - Diretamente sobre a areia, caindo sobre placa de cimento amianto.

Sistema drenante - Tubulação principal de cimento amianto de 150mm de diâmetro recebendo, perpendicularmente, seis tubos de cada lado espaçados 2,0m entre si e 1,50 m das paredes, de cimento amianto furado, com 75mm de diâmetro.

Nas junções dos laterais com o



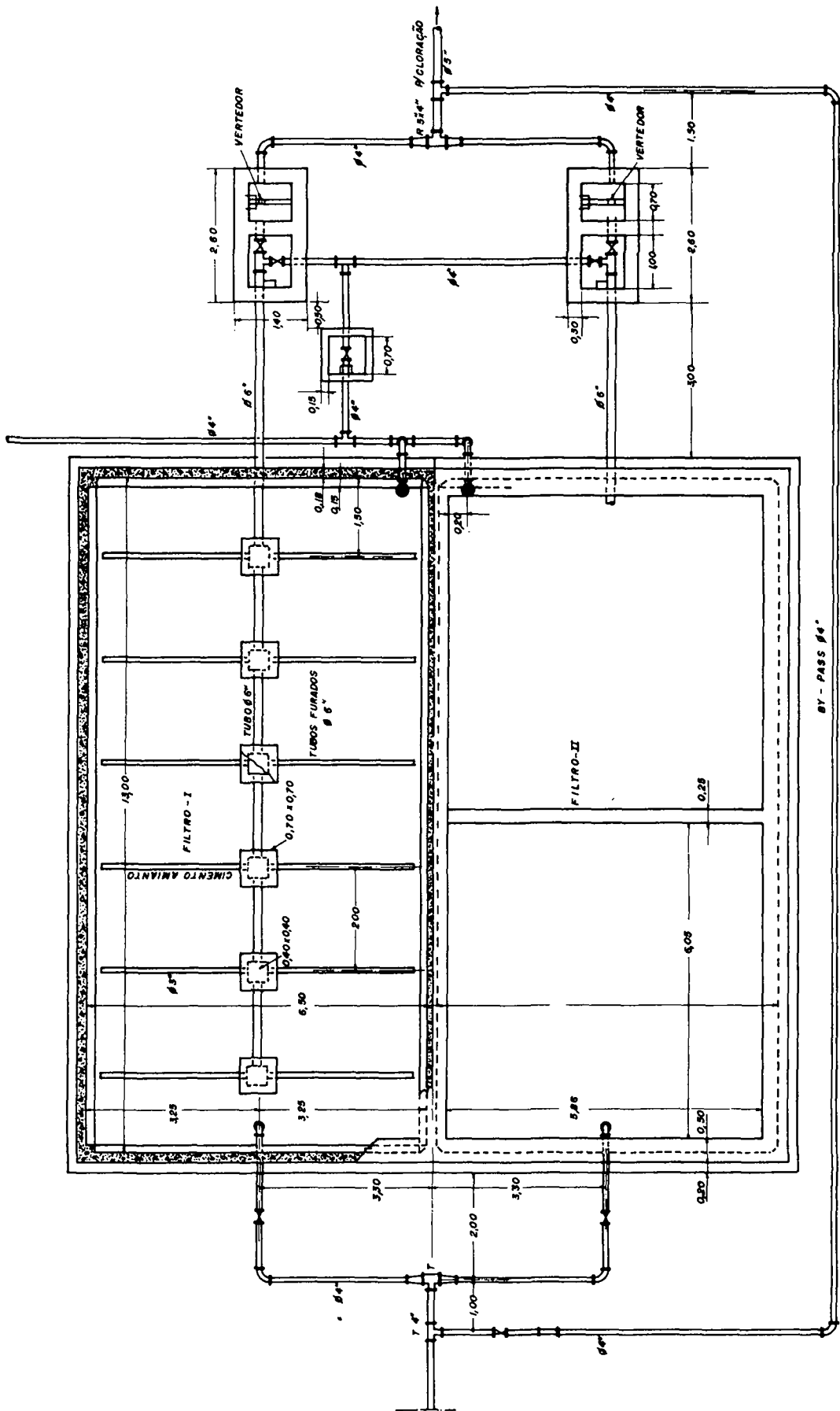
FOTOGRAFIA Nº 57 - Braúna - S.P.  
Saída dos filtros-Válvulas para  
Controle de vazão.



FOTOGRAFIA Nº 58 - Braúna - S.P.  
Vista dos Filtros



FOTOGRAFIA Nº 59 - Brauna - S.P.  
Areia amontoadada dentro de uma  
das unidades em operação.



escala gráfica  
em metros



FIGURA Nº 44 - BRAUNA - S.P.  
PLANTA DOS FILTROS



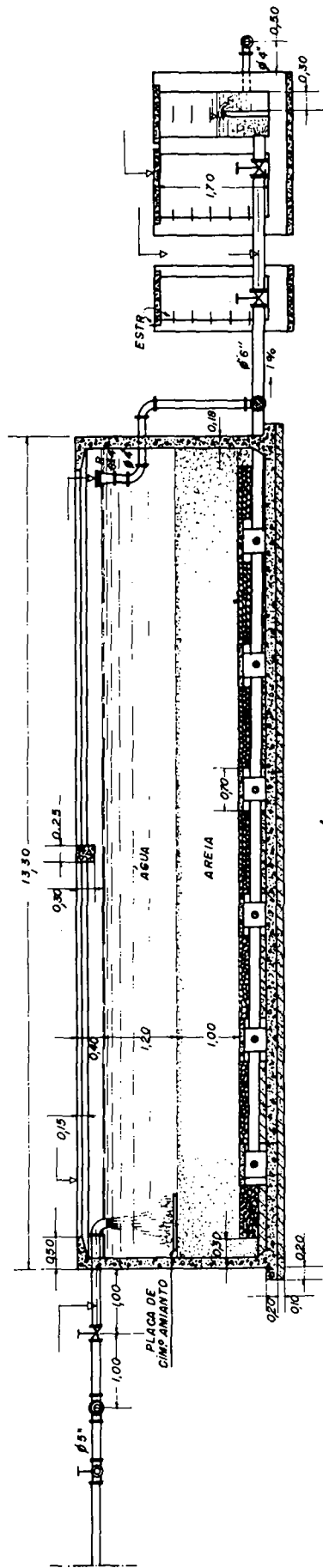


FIGURA Nº 45 BRAÚNA - S.P.  
CORTE LONGITUDINAL DOS FILTROS

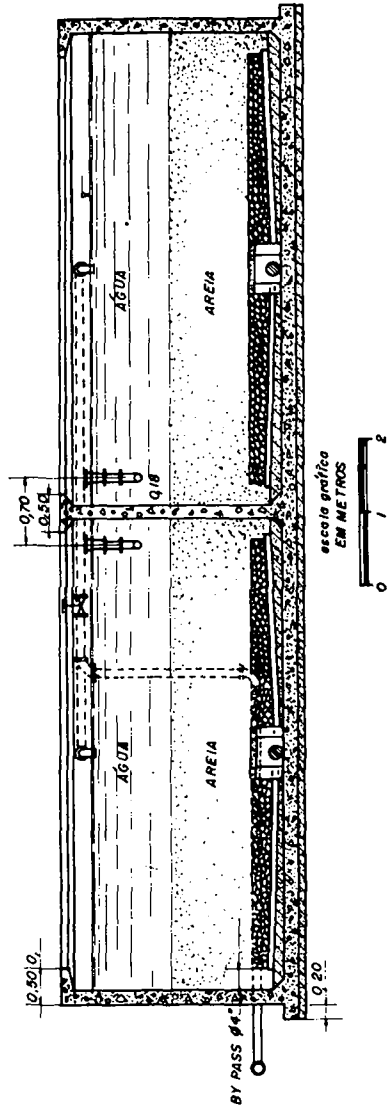


FIGURA Nº 46 - BRAÚNA-S.P.  
CORTE TRANSVERSAL DOS FILTROS

escala gráfica  
EM METROS



principal foram construídas caixas de alvenaria e tampa de concreto com as dimensões internas de 0,40 x 0,40 m. Segundo o operador o sistema drenante é constituído de tubos de cimento amianto furado, sendo o principal de 125mm e os laterais de 50mm.

Contrôle de vazão - através de operação de válvulas nas tubulações afluente e efluente. O sistema de vertedores - previsto no projeto para auxiliar o controle de vazão não foi executado.

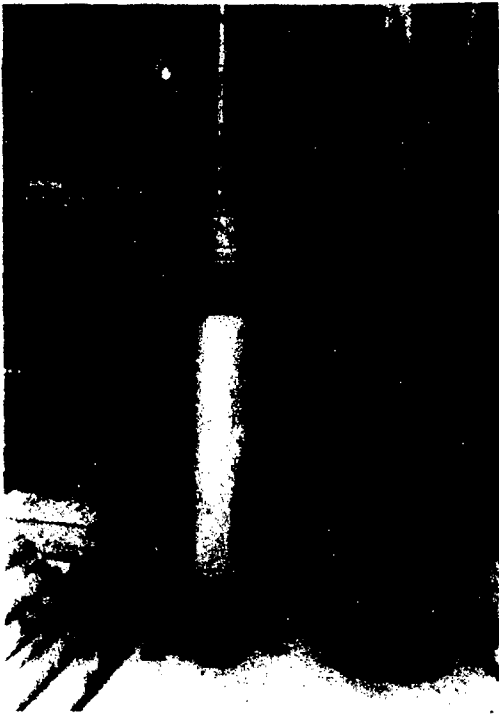
Vazão de projeto -  $750 \text{ m}^3/\text{dia} = 8,7 \text{ l/s}$  (estimado em função da população de projeto - 3.000 habitantes; taxa "per capita" - 200 l/hab. dia e coeficiente do dia de maior consumo - 1,25).

Vazão atual -  $599 \text{ m}^3/\text{dia} = 5,7 \text{ l/s}$

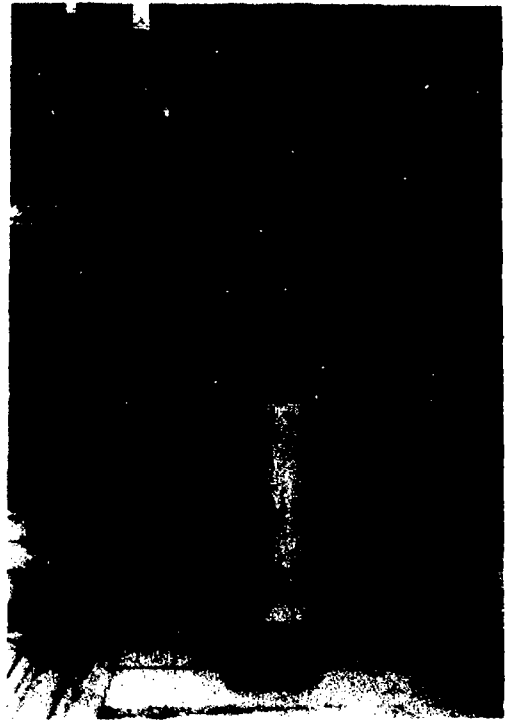
Taxa de filtração - de projeto -  $4,5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$   
atual -  $3,0 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ dia}$

### 20.3 - MATERIAL FILTRANTE

É utilizada uma camada de areia muito fina, comprada sem nenhuma especificação, com 1,0m de espessura. A areia é originária de Salto de Avanhandava (Rio Tietê). Não há especificações referentes à camada suporte também sabendo-se apenas que esta é constituída de pedra britada com 0,30 m de espessura.



FOTOGRAFIA Nº 60 - Controlador de Vazão Telescópico tipo "Itauna".



FOTOGRAFIA Nº 61 - Controlador de Vazão Telescópico tipo "Itauna".



FOTOGRAFIA Nº 62 - Controlador de Vazão Telescópico tipo "Itauna" - Detalhe do tubo fixo



FOTOGRAFIA Nº 63 - Controlador de Vazão tipo Telescópico tipo "Itauna". Detalhe do Tubo móvel.