

5/06

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

POR DISCOS BIOLÓGICOS

- A EXPERIÊNCIA PORTUGUESA -



APRH

II SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

agosto de 1986

Salvador - Bahia - Brasil

Manuel Fernando Marques Inácio *
José Augusto Raimundo da Glória *

RESUMO

O tema tratado na presente comunicação, aborda a problemática do tratamento das águas residuais dos pequenos e médios aglomerados populacionais e, particularmente, o seu tratamento utilizando discos biológicos. Faz-se uma análise sumária das suas vantagens e possibilidades de aplicação em comparação com outros sistemas mais conhecidos.

* - Engenheiros Cívicos. Mestrado em Engenharia Sanitária, UNL

1 - INTRODUÇÃO

O trabalho que se apresenta pretende dar a conhecer a experiência portuguesa no domínio do tratamento de águas residuais utilizando uma tecnologia de baixo consumo energético e que apresenta grande facilidade na exploração e uma quase ausência de manutenção.

O tratamento biológico utilizando os BIODISCOS, foi iniciado em Portugal no início de 1985 tendo como premissa a utilização de equipamento e tecnologia totalmente nacionais. Foi nessa altura construída a primeira estação de tratamento de águas residuais (ETAR) que se destinava a tratar os efluentes de uma urbanização turística de luxo localizada na província do Algarve e para a qual se previa 1.500 habitantes no total.

Esse protótipo está ainda a funcionar como "piloto" sendo realizada colheita de amostras para análise físico-químicas e bacteriológicas uma vez por mês. Os resultados são excelentes e permitem concluir da eficiência do sistema face a grandes "pontas" de caudal e grandes variações na carga orgânica afluyente.

O processo de fabrico dos discos dessa primeira ETAR foi por moldação de fibra de vidro sobre um molde constituído a partir de chapas onduladas de fibrocimento.

O sucesso do sistema levou a que surgissem várias encomendas e logo se providenciou para a organização de uma fabricação em série de veios e de placas sendo estas fabricadas em chapas de PVC ondulada e corrugada apresentando uma alta superfície específica e baixo peso. Quanto aos veios são fabricados em aço carbono posteriormente galvanizado por imersão a quente e pintados com duas camadas de resina epóxida. A configuração do veio é o cerne da questão pois que são conhecidos vários acidentes ocorridos com veios que quebram após algum tempo de serviço. O sistema adoptado é um veio ôco de aço carbono com diâmetro de 219mm envolvido num sistema rígido de cantoneiras formando como que uma gaiola de

esquilo de elevada rigidez e baixo peso.

A ligação das placas ao veio é assegurada por varões normalizados também em PVC roscados nas extremidades para possibilitar a regulação consoante o número de placas em jogo. Até agora o maior veio construído tem 12 metros de comprimento tendo havido necessidade de colocar um apoio central e uma junta elástica na ligação dos dois semi-veios.

2 - DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO

As primeiras referências sobre tratamento de águas residuais por Discos Biológicos, foram feitas por Doman, em 1927, ao publicar um trabalho relativo a operações e resultados duma experiência realizada em 1925. Mais tarde, cerca de trinta anos depois, este sistema de tratamento foi novamente abordado com interesse significativo na Alemanha, tendo, em 1960, Hartmann desenvolvido experiências demonstrando as suas vantagens e resultados. Ao mesmo tempo, o Professor Popel, ainda na Alemanha, desenvolvia estudos que levaram à comercialização do sistema o qual se vem a estabelecer, definitivamente, na Europa depois de 1965.

Embora, efetivamente, só a partir da década de 1960, se possa considerar o desenvolvimento e aplicação prática das técnicas de depuração por Discos Biológicos, e, apesar também do primeiro trabalho sobre o assunto ter sido publicado em 1925, o fenómeno em si era já conhecido desde o século passado. Efetivamente, nos finais do século, Weigand, constatou que os micro-organismos que se desenvolviam nos cursos de água e nas rodas dos moinhos, possuíam uma importante capacidade para absorver as impurezas que se encontravam na água, ou seja, detinham um poder de auto-depuração. O fenómeno foi, na altura, interpretado como sendo o resultado da combinação do arejamento com a ação dos microorganismos. A idéia não pode, na altura, ser suficientemente explorada, fundamentalmente pelo facto de naquela época, não ser possível fabricar um suporte físico, móvel, que se apresentasse

estável, inerte e de pouco peso e com possibilidade de rotação no meio líquido.

De 1925 a 1933, os estudos de Weigand foram retomados por outros técnicos e cientistas, resultando destas pesquisas um tambor em madeira, de 5 metros de diâmetro, revestido a régua de madeira. Os resultados foram excelentes mas, após algum tempo de funcionamento, o interior deteriorou-se. A dificuldade de consubstanciar um meio físico de suporte e, por outro lado, o desenvolvimento que outros processos de tratamento vieram a ter na altura, como seja o caso das lamas activadas, levaram a que não tivessem tido sequência as investigações iniciais.

Nas últimas décadas, com o aparecimento dos plásticos, a questão do suporte físico, problema grave dos tambores iniciais, foi ultrapassada, e substituída por discos de plástico, alinhados num veio horizontal, animado de movimento de rotação baixa, conseguindo-se materializar e desenvolver as idéias iniciais de Weigand.

Os investigadores, como Marki, Welch, Antoine, Eckenfelder, Edeline e outros, têm vindo a desenvolver e a descrever o uso crescente do sistema, nos E.U.A. e na Europa. Para além dos estudos de Percod e Nair, do Instituto de Tecnologia da Ásia (Bangkok), na Europa, será de destacar o particular interesse que investigadores do Water Research Centre, do Stevenage Laboratory, têm dedicado ao assunto e cujo trabalho tem contribuído para a divulgação dos Discos Biológicos por toda a Europa. Em Portugal, o sistema, apesar de divulgado, não foi praticamente aplicado, havendo apenas uma experiência de aplicação no tratamento de águas residuais comunitárias com bons resultados.

A nível do nosso País apenas se conhece o trabalho que o Eng.º Armando Duarte realizou na Universidade de Aveiro em que apresentou os aspectos qualitativos deste processo de tratamento. É todavia um trabalho didático que não teve em linha de conta com os aspectos reais de funcionamento hidráulico e aspectos ligados à construção. Estes dois aspectos

tos foram por nós considerados de extrema importância para a viabilidade do sistema pelo que serão objeto de trabalho a apresentar numa próxima oportunidade.

3 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Basicamente, as unidades designadas por Biodiscos ou Discos Biológicos, são leitos percoladores de sentido inverso, isto é o meio de cultura ou suporte passa através do efluente em vez do efluente passar através do meio. Neste caso são portanto os discos que, mergulhando no efluente até determinada profundidade, e rodando com uma velocidade baixa, cerca de 0,60 metros por segundo como velocidade periférica, asseguram o arejamento em parte do percurso e por conseguinte promovem o tratamento com elevado rendimento.

A unidade de Discos Biológicos, é um sistema de fluxo contínuo, constituído por um tanque de fundo cilíndrico sobre o qual roda um conjunto de discos com diâmetros geralmente situados entre os 2,5 e 3,5 m, espaçados de cerca de 1 a 2 cm, montados sobre um eixo horizontal e mergulhando no efluente até cerca de 40% do seu diâmetro e rodando a uma velocidade entre a a 2 r.p.m.

Os discos são fabricados em materiais muito leves, normalmente plásticos, tal como o PVC, polietileno ondulado, o polietileno expandido, poliuretano rígido, fibra de vidro, etc. A tendência actual é a procura de materiais cada vez mais leves, de forma a reduzir ao mínimo a energia necessária ao sistema.

O movimento de rotação aplicado ao veio, será extremamente baixo e transmitido através de um redutor e motor apropriados.

Nesta situação, o caudal das águas residuais a tratar, depois de passar pelas obras de entrada, passa à zona destinada à sedimentação primária, na qual são removidos os sólidos sedimentáveis e retidos os materiais flutuantes. Sobre

o decantador primário, existe um compartimento onde estão instalados os discos submersos no efluente, até determinada profundidade, montados num veio, tal como anteriormente se referiu.

As águas residuais provenientes do sedimentador primário, passam graviticamente à zona onde estão instalados os discos rotativos (Biozona), verificando-se, alguns dias após o início do funcionamento do sistema, se forma uma película mucilaginosa, designada por biofilme. Esta película aderente aos discos, é constituída sobretudo por bactérias, à volta das quais se desenvolvem os processos de depuração do efluente.

A matéria orgânica presente nas águas residuais submetida a fenómenos de adsorção e absorção, acaba por ser oxidada, verificando-se a sua síntese pelos microorganismos presentes, os quais obtêm o seu oxigénio durante o período de tempo em que os discos, no seu movimento rotativo, se encontram em contacto com a atmosfera envolvente.

Desta forma, o biofilme aderente aos discos, vai aumentando a sua espessura, de forma que as condições anaérobias criadas, levam ao desprendimento da biomassa, que será removida no decantador secundário. Com o objectivo de provocar uma diluição da matéria orgânica presente nas águas residuais que dão entrada na biozona, é assegurada uma recirculação do efluente à saída da zona do tratamento biológico, para o sedimentador primário.

As águas residuais provenientes do decantador secundário, são conduzidas ao meio receptor final, dada a eficiência do tratamento levar a que o efluente final apresente características tais como:

$$\text{CBO}_5 \leq 20 \text{ mg/l}$$

$$\text{SS} \leq 30 \text{ mg/l}$$

As lamas produzidas e sedimentadas no decantador secundário, são removidas por carga hidrostática para um pequeno poço

de bombagem, sendo enviadas ao sedimentador primário onde se misturam com as lamas aí existentes, sofrendo uma digestão durante um determinado período. A retirada das lamas digeridas, efectua-se por meio de tubagem, que permite a sua remoção do fundo do sedimentador, o qual funciona como câmara de digestão. A produção de lamas é função da carga aplicada, em termos de gr DBO₅/m² dia, podendo referir-se que, para cargas de 15/60 gr DBO₅/m² dia, a carga de lamas se situa entre 0,13 a 0,50 Kg DBO₅/Kg lamas/dia.

4 - CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO DO PROCESSO

O sistema de tratamento por Discos Biológicos, apresenta já há algum tempo, grande aceitação em diferentes países do Mundo onde o avanço tecnológico se faz sentir e, em particular, na Europa. A sua aplicação progressiva, tem vindo a manifestar-se à medida que se foi estabelecendo legislação adequada em termos de saúde pública e qualidade de vida das populações, e também a partir do momento em que a crise energética tem vindo a fazer sentir os seus efeitos.

A título de exemplo, e, tendo bem presente a experiência portuguesa, em que o custo da energia é um factor altamente marcante podemos dizer que, relativamente ao processo de lamas activadas, para pequenos aglomerados populacionais, o consumo de energia dum unidade de tratamento por Discos Biológicos, é de cerca de 20% do consumo da primeira. Para o caso de instalações de maior porte, este valor situa-se à volta dos 10%.

Em Portugal, até à presente data, não tem havido um incremento deste tipo de solução de tratamento de águas residuais, por razões várias, conhecidas da maior parte dos técnicos da especialidade, estando-se, no entanto, numa fase em que um grupo de técnicos qualificados avançaram com essa solução à semelhança de experiência existentes por toda a Europa.

Sob o ponto de vista de concepção, o sistema de tratamento é semelhante ao dos leitos percoladores ou leitos bacterianos, melhor dizendo, apenas com a diferença que, nestes últimos, é a água residual que passa sobre os microorganismos do biofilme, enquanto que, no caso dos Discos Biológicos, são as comunidades de microorganismos que passam através da água residual.

É um sistema que tem sido usado para a remoção da matéria orgânica carbonatada, quer para a remoção do azoto de um efluente primário ou secundário, ou com ambos os objectivos. Os sistemas de Discos Biológicos, são normalmente construídos de dois a seis módulos, sendo a remoção da matéria carbonatada efectuada nos primeiros módulos, enquanto que a nitrificação tem lugar nos últimos. A abordagem do estudo da estratificação horizontal dum sistema de Discos Biológicos, é semelhante à vertical dos leitos percoladores apresentando a modelação destes reactores biológicos, algumas dificuldades. O comportamento dos diferentes modelos na cinética de remoção do substrato, é um assunto actual e em permanente evolução, sendo tema de investigações em curso.

5 - O SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS POR DISCOS BIOLÓGICOS. O PRIMEIRO INVESTIMENTO E EXPLORAÇÃO

A característica fundamental do tratamento das águas residuais por Discos Biológicos, é o seu baixo consumo energético e a simplicidade de exploração, para além de garantir uma eficiência de tratamento semelhante ao dos processos convencionais com o mesmo grau. A tendência, nos últimos anos de procura de materiais cada vez mais leves, no fabrico dos discos, e o facto da perda de carga ser muito pequena, leva, entre outras razões, a que o consumo de energia seja extremamente baixo comparado com outros processos de tratamento. Se pensarmos num sistema de tratamento por arejamento prolongado, bastante implantado no País, para pequenos e médios aglomerados, poderemos dizer que, em termos de consumo de energia, o sistema por Discos Biológicos necessita du

ma potência instalada em média 5 a 8 vezes menos, dependendo da dimensão da instalação. Comparativamente com sistemas de tratamento de "filme fixo", como seja o caso dos leitos percoladores, o sistema de Discos Biológicos, assegurando a mesma eficiência de tratamento, é muito menos afectado por variações bruscas das cargas orgânicas e hidráulicas afluentes. A razão de ser desta situação está na baixa relação F/M, mas também pelo facto do sistema hidráulicamente ser do tipo "plug flow", que leva à eliminação de curtos circuitos, tamponizando as variações bruscas de carga. No caso da comparação do sistema com outros sistemas de tratamento do tipo de "cultura suspensa", concretamente lamas activadas, as experiências conhecidas e a bibliografia disponível, apontam ainda para vantagens do sistema por Discos Biológicos.

Efectivamente, Antoine e Hynek, por exemplo, nos seus trabalhos, em que utilizaram como efluente não só águas residuais domésticas como industriais de vários tipos, concluem que os sistemas por Discos Biológicos são estáveis, mais versáteis e competitivos, quando comparados com os sistemas de lamas activadas.

A experiência e a bibliografia disponível, referem que, em termos de custos, os de primeiro investimento andam por cerca de 20 a 25% acima dos custos relativos aos sistemas tradicionais, enquanto que, em termos de custos de exploração, representam cerca de 20% dos custos relativos a outros sistemas de tratamento. Para o caso dos leitos percoladores, o valor será, em princípio, diferente, sobretudo se não houver elevação a montante do sistema.

6 - DOMÍNIO DE APLICAÇÕES

Tal como se referiu, o sistema de tratamento designado por Biodiscos, constitui uma solução de tratamento de águas residuais domésticas-comunitárias, com custos de exploração e manutenção reduzidos, tendo, sobretudo, em atenção os custos actuais de energia e de mão-de-obra.

Para pequenos aglomerados populacionais, era usual, em muitas outras situações, adoptar a solução de fossas sépticas, as quais não correspondem às exigências actuais de qualidade dos efluentes finais. A presente solução constitui não só a solução correcta a adoptar como ainda uma alternativa válida aos processos de tratamento convencionais. Trata-se, pois, dum processo de tratamento para as seguintes situações:

- Pequenos e médios aglomerados rurais;
- Urbanizações localizadas em zonas onde se torna difícil sob os aspectos técnico e/ou económico a drenagem dos seus efluentes para as redes municipais de águas residuais;
- Estabelecimentos oficiais, tais como: hospitais, escolas, prisões, quartéis, etc.;
- Aldeamentos turísticos, parques de campismo, motéis, termas, marinas, hotéis, etc.;
- Como tratamento complementar, em estações de tratamento convencionais, cuja capacidade de depuração se encontra ultrapassada.

Qualquer outra situação não especificada anteriormente, poderá ser estudada convenientemente pelo grupo de colaboradores graduados em engenharia sanitária que constituem a equipe que tem vindo a trabalhar na investigação e aplicação do sistema à realidade nacional.

7 - OPERAÇÃO DO SISTEMA

O sistema funciona de forma a que toda a matéria orgânica biodegradável e sedimentável, existentes nas águas residuais, constituirá o substracto que as diferentes comunidades de microorganismos, actuantes na biozona, vão oxidar e sintetizar. O oxigênio necessário aos fenómenos referidos, é obtido durante o período em que os discos se encontram fora do efluente e em contacto com a atmosfera envolvente. Os discos constituem o suporte onde adere a pelúcula mucilagínosa onde se encontram comunidades de microorganismos com especial relevo para as bactérias, e que são os responsáveis pe

los fenômenos de depuração. O biofilme aderente aos discos, vai aumentando de espessura, no decurso dos fenômenos do ataque dos microorganismos ao substracto, desenvolvendo-se, então, fenômenos de anaérobiose na inter-fase disco-biofilme, que provocam o desprendimento de farrapos que vão sendo sedimentados. As lamas formadas e sujeitas e um tempo elevado de retenção, apresentam-se suficientemente mineralizadas, de forma a poderem ser retiradas em condições sanitárias adequadas, sendo comum o dimensionamento de forma a que a retirada seja efectuada de três a seis meses.

8 - GRAU DE TRATAMENTO

As várias experiências conduzidas em modelo reduzido e os casos práticos resultantes de situações reais, têm demonstrado que estes sistemas asseguram ao efluente final da E.T.A.R. características que, em termos de SS e CBO_5 , se situam abaixo dos 30 mg/l e 20 mg/l, respectivamente. A qualidade do efluente, permite que o seu lançamento possa ser feito em pequenas linhas de água sem qualquer inconveniente significativo.

Experiências levadas a cabo pelo Water Research Centre, e referidas num trabalho publicado em 1982, demonstram que os valores dos parâmetros acima referidos e que constituem os valores definidos pelo British Standards Institution, 1982, foram observados em mais de 95% das amostras recolhidas.

9 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS E VANTAGENS DO SISTEMA

Descreveram-se já, nos pontos anteriores, as características fundamentais deste tipo de tratamento, os seus órgãos e princípios de funcionamento. Poderemos ainda acrescentar que este sistema de tratamento por Discos Biológicos, designados na literatura inglesa por "Rotating Biological Contactors" R.B.C., podem ser apresentados em tipo monobloco, para situações relativas a poucos habitantes, ou do tipo mis-

to, considerando trabalhos de construção civil para o caso de aglomerados populacionais de maior dimensão. Os trabalhos de construção civil, dizem respeito, basicamente, à execução das obras de entrada, sedimentadores, instalação de tubagens e acessórios, etc. A zona correspondente ao tratamento biológico dispõe de uma cobertura em fibra de vidro provida de ventiladores e portas de acesso à biozona, possibilitando a manutenção do equipamento electromecânico instalado. Como vantagens mais significativas, poderemos destacar:

- Investimento inicial com custos competitivos com outros sistemas de tratamento, que asseguram a mesma qualidade de efluente final;
- Manutenção reduzida, sendo, em grande parte das situações, apenas necessária uma verificação semanal e uma remoção mínima de lamas, de 3 em 3 meses, dependendo do número de habitantes servidos;
- Custos de energia reduzidos, face às potências instaladas. Face à experiência prática e aos custos de energia dos sistemas de tratamento convencionais, poderemos dizer que o seu valor representa cerca de 10% dos valores atribuídos a um sistema de lamas activadas em arejamento prolongado;
- Flexibilidade assegurada a sobrecargas bruscas, quer hidráulicas quer em termos de cargas orgânicas, superiores aos sistemas de tratamento convencionais;
- Inexistência de cheiros, moscas, ruídos, harmonizando-se ainda, de forma bastante aceitável, com o ambiente envolvente, sobretudo em zonas rurais e espaços verdes, dada a concepção do tipo de cobertura e a cor verde adoptada, tendo em vista, sobretudo, o enquadramento paisagístico.
- Ideal para terrenos planos já que não introduz perda de carga, sensível, no escoamento.

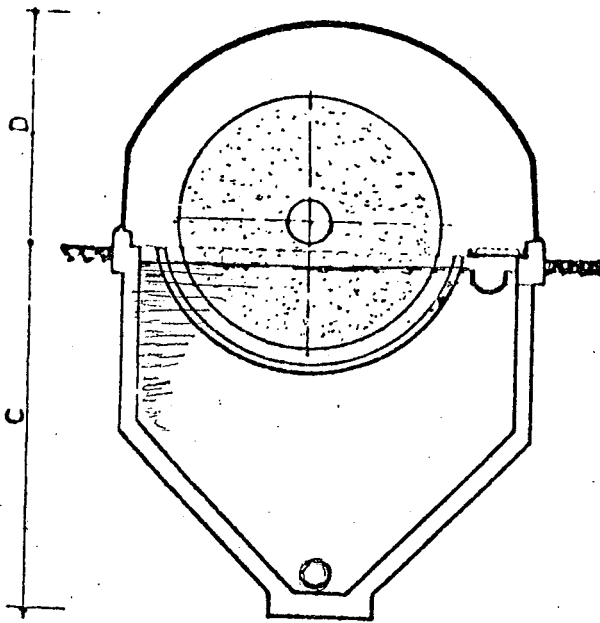


CUSTO

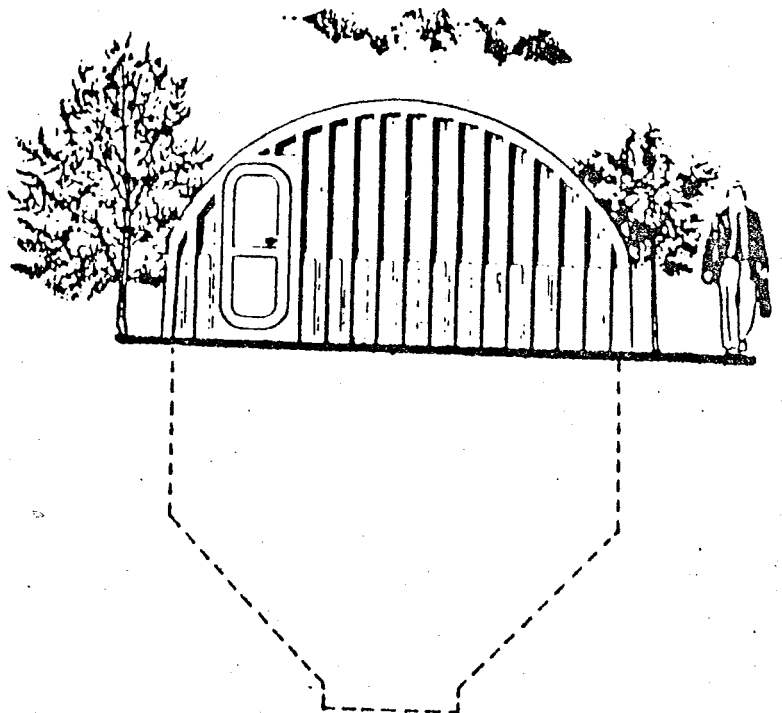
USD \$63.000

USD \$100.000

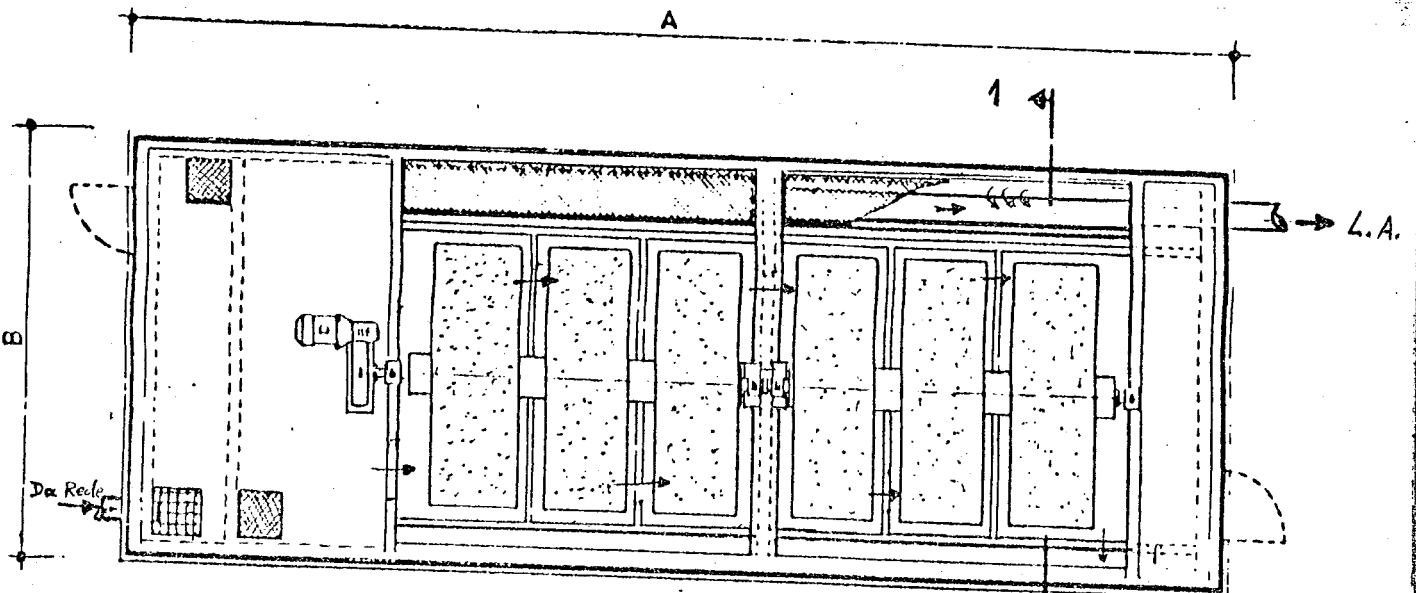
Nº Habitantes	A	B	C	D
1.000	10.00	4.50	3.50	2.50
2.500	13.00	4.50	3.50	2.50



CORTE 1-1



ALÇADO PRINCIPAL



PLANTA