

Luciana Padilha de Castro

Estagio Supervisionado

UFPB/CAMPUS II

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

AREA DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

ESTAGIO SUPERVISIONADO

TITULO: CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E
MICROBIOLÓGICA DE CORPOS AQUÁTICOS COM DIFERENTES
GRAUS DE POLUIÇÃO : AÇUDE VELHO E DE BOQUEIRAO.

ORIENTADORA: ANNEMARIE KONIG

PROCESSO: 1191 - Out/90

ALUNA: LUCIANA PADILHA DE CASTRO

Nº. DE INSCRIÇÃO: 871.1141-0

CARGA HORARIA: 364 h

NUMERO DE CREDITOS: 09 (work)

PERIODO DO ESTAGIO: SETEMBRO/1989 A FEVEREIRO/1990

CONCEITO FINAL: 'EXCELENTE'

ANNEMARIE KONIG

Campina Grande, de abril de 1991

NOME DO TRABALHO:

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E
MICROBIOLÓGICA DE CORPOS AQUÁTICOS COM DIFERENTES GRAUS
DE POLUIÇÃO : AÇUDE VELHO E DE BOQUEIRÃO.

Agradecimentos

As professoras Annemarie König e
Beatriz Suzana O. Ceballos, pelo exemplo e
dedicação.

INDICE

	Págs.
INTRODUÇÃO	01
1.0 - OBJETIVO	02
2.0 - DESCRIÇÃO DOS CORPOS AQUATICOS ESTUDADOS	02
2.1 - AÇUDE VELHO	02
2.2 - AÇUDE EPITACIO PESSOA	04
3.0 - MATERIAIS E METODOS	04
3.1 - COLETA DE AMOSTRAS	04
3.2 - QUALIDADE FISICO-QUIMICA	05
3.2.1 - TEMPERATURA	05
3.2.2 - OXIGENIO DISSOLVIDO	05
3.2.3 - POTENCIAL HIDROGENIONICO (pH)	06
3.2.4 - DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENIO (DBO) ...	07
3.2.5 - TURBIDEZ	09
3.3 - ANALISE MICROBIOLOGICA	09
3.3.1 - BIOMASSA DE ALGAS (Clorofila <u>a</u>)	09
3.3.2 - BACTERIAS INDICADORAS (Coliformes, Streptococos fecais, Pseudomonas aeruginosa).	12
4.0 - APRESENTAÇÃO E ANALISE DOS RESULTADOS	19
- AÇUDE VELHO	19
- AÇUDE EPITACIO PESSOA	19
4.3 - DISCUSSAO DOS RESULTADOS	24
- AÇUDE VELHO	24
- AÇUDE EPITACIO PESSOA	25
5.0 - CONCLUSOES	26
6.0 - BIBLIOGRAFIA	27
<u>ANEXO I</u> - TABELAS COM OS RESULTADOS OBTIDOS NO AÇUDE VELHO E AÇUDE EPITACIO PESSOA	
<u>ANEXO II</u> - ESQUEMA DO AÇUDE VELHO E AÇUDE EPITACIO PESSOA COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.	

INTRODUÇÃO

A harmonia entre o homem e a natureza tem sido o objetivo de inúmeras organizações mundiais e nacionais de preservação do meio ambiente. Muitos destes trabalhos observaram resultados positivos junto aos governos, como a recuperação do rio Tâmisa (Londres) e atualmente em execução de projeto, o rio Tietê (São Paulo). Porém, devido à enorme entropia alcançada pelo homem sob a face da terra, os trabalhos de reconstrução ambiental exigem grandes esforços associados a custos elevados. Diante desta situação, os estudos, os trabalhos de pesquisa e avaliação dos problemas ambientais, muito têm sido utilizados no sentido de prevenir e corrigir tais problemas.

No Brasil, os problemas relacionados com o meio ambiental são também refletidos nos aspectos sanitários, onde as populações mais carentes são as mais atingidas em suas necessidades primordiais de saúde e bem estar.

Sendo os corpos aquáticos lênticos principais mananciais para uso doméstico, muitas vezes utilizados sem tratamento prévio, faz com que as análises observadas neste trabalho, baseadas em parâmetros utilizados mundialmente, tenham importância no que se refere à qualidade de vida de uma população.

1.0 - OBJETIVO

Este trabalho foi desenvolvido no laboratório de Microbiologia da Área de Engenharia Sanitária e Ambiental (AESA), do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba (CAMPUS II), tendo como objetivo realizar um estudo comparativo da qualidade físico-química e microbiológica das águas dos açudes Epitácio Pessoa e Açude Velho localizados nos municípios de Boqueirão e Campina Grande respectivamente, Estado da Paraíba.

2.0 - DESCRIÇÃO DOS CORPOS AQUATICOS

2.1 - Açude Velho

O Açude Velho está localizado no centro da cidade de Campina Grande e tem como principais funções receber contribuições de águas pluviais na época de chuvas como também dar efeito paisagístico à cidade.

O Açude Velho foi construído em 1877, no Governo Imperial de D. Pedro II, com a finalidade de abastecer a cidade de água para que não se repetissem os prejuízos da seca, ocorrida antes de 1877. A água do Açude servia também para banho, lavagem de roupa e recreação. O Açude recebia águas vindas dos riachos das Fazendas Genaro Cavalcanti, Lauritzen e Tavares. Inicialmente existiam dois sangradouros, um natural onde as suas águas desaguavam na lagoa dos Canários (hoje Estádio Municipal Plínio Lemos e vizinhanças) rumo à cachoeira de Monte Castelo, outro construído em frente à SANBRA (hoje Hiperbompreço).

No início deste século, o Açude abastecia 80 % da população campinense e servia como ponto de encontro para os Tropeiros da Borborema.

Nesta época os homens usufruíam do Açude como uma verdadeira praia em contraste com as mulheres que a estas eram impostos costumes rígidos que as obrigavam a tomarem banho dentro de banheiros improvisados de palha de coco.

As águas do Açude Velho possibilitaram a instalação das primeiras indústrias de Campina Grande, como a de panificação, a SANBRA, a Aderson Clayton como também um vasto comércio para suprir a população não só campinense como ao grande número de viajantes e fornecedores que aqui se estabeleciam provisoriamente. Possibilitou também a instalação da primeira empresa de luz em 1923, que utilizava as águas do açude para refrigerar os motores à explosão.

Em 1939 foi inaugurado o sistema de abastecimento de água instalado no Alto Branco, que utilizava as águas vindas de Vaca Brava (Areia-Pb), e aos poucos a população campinense foi esquecendo o açude.

Na década de 70 (75/76) era possível o passeio em barcos pedalinhos e atualmente suas margens são utilizadas para passeios, práticas esportivas e suas águas para pesca pela população carente.

Atualmente o açude passa por sérios problemas. Foram detectadas inúmeras contribuições de esgotos domésticos clandestinas que chegam ao açude através da rede de água pluvial, poluindo assim este corpo aquático, causando a destruição de sua flora e fauna. Estas contribuições de esgotos aceleram o processo de eutrofização do Açude Velho. Este processo ocorre quando há um desenvolvimento de algas devido à grande quantidade de nutrientes tais como fósforo e nitrogênio, há um aumento na produção de oxigênio via fotossíntese, o que leva a um aumento na proliferação de animais pequenos que se alimentam das algas, e também de peixes que se nutrem desses pequenos animais.

A eutrofização caracteriza-se como uma reação em cadeia, de causas e efeitos característicos, havendo maior produção de matéria orgânica do que o sistema é capaz de assimilar. O aumento da produção de matéria orgânica leva a um aumento da quantidade de detritos orgânicos no meio e a decomposição desses detritos por microrganismos consome quantidade expressiva de oxigênio. Por outro lado, quando chega a noite e acaba o processo da fotossíntese, as algas passam a consumir parte do oxigênio produzido durante o dia. Com a queda do oxigênio dissolvido, surgem outros gases tóxicos provindos da atividade das bactérias anaeróbias (gás sulfídrico, metano, CO_2) que causam asfixia nos peixes e em outros organismos. O intenso crescimento de algas, dificulta a penetração de luz na água e provoca a morte das próprias algas. Finalmente o ecossistema caracteriza-se pela pouca profundidade, altos déficits de oxigênio, organismos mortos flutuando e grandes massas de algas à deriva. Estas características, indicam que o ecossistema está agonizante e só poderá ser salvo à custa de investimentos elevados e uso de tecnologia moderna.

2.2 - Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

O Açude Epitácio Pessoa é localizado no município de Boqueirão à 45 Km de Campina Grande e é utilizado como manancial de água potável para as cidades de Campina Grande, Boqueirão e Queimadas. Este açude é formado pela água represada dos rios Taperoá e Paraíba.

O açude presta-se também à piscicultura, irrigação e lazer para as populações das suas margens e cidades próximas.

3.0 - MATERIAIS E METODOS

3.1 - Coleta de amostras

Para as análises bacteriológicas foram utilizados frascos de vidro âmbar de um litro previamente esterilizados (a 160 °C por 1 hora) e para análises físico-químicas, onde não havia a necessidade de esterilização, utilizavam-se frascos de plásticos.

Para a realização da coleta foi utilizado um amostrador de madeira, que consistia em uma vara de madeira, braçadeiras de zinco fixadas na vara, distanciadas entre si de um metro, barbante com rolha para cada frasco. Os frascos eram colocados nas braçadeiras e ajustados por porcas borboletas, os barbantes com as rolhas fixas nas suas pontas fechavam os frascos. Em seguida o amostrador era colocado dentro da massa d'água, na profundidade desejada, e os cordões eram puxados. Com isto, os frascos eram enchidos com água do corpo aquático amostrado. Logo após, o amostrador era retirado e os frascos tampados. Nos pontos da margem eram coletados com auxílio do amostrador e nos pontos centrais a amostragem era feita diretamente na massa líquida com o auxílio de um barco a remo. No açude Epitácio Pessoa as margens eram amostradas diretamente através da imersão do frasco na massa líquida e os pontos centrais com auxílio de um barco a remo.

3.1.1 - A frequência de amostragem foi quinzenal estendendo-se de setembro de 1989 à fevereiro de 1990.

3.2 - A qualidade físico-química foi analisada através dos seguintes parâmetros

3.2.1 - Temperatura - Campo/laboratório

A elevação da temperatura promove perda de oxigênio na água, causando problemas à vida aquática. Quanto maior a temperatura, menor a solubilidade dos gases na água. A atividade dos microrganismos presentes é acelerado pelo aumento da temperatura, este aumento pode ser ocasionado pela variação climática como também pelos despejos industriais. A temperatura é expressa em grau centígrado (°C).

Material:

- termômetro de filamento de mercúrio - para medidas de campo;
- sensor de temperatura acoplado ao medidor de OD-YSI 54 ABF - utilizado nas medidas em laboratório.

Procedimento:

- a medição da temperatura da massa de água foi feita através da introdução do termômetro, com leitura após 1 minuto;
- no laboratório, a temperatura da amostra foi medida através do sensor de temperatura acoplado ao medidor de oxigênio dissolvido;
- ambos resultados eram anotados em tabelas.

3.2.2 - Oxigênio Dissolvido (OD)

A concentração de OD varia com a pressão atmosférica e com a temperatura. A atividade de organismos aeróbios, principalmente os que degradam a matéria orgânica existentes em esgotos domésticos e industriais reduzem a concentração de OD, tornando este parâmetro importante na avaliação do grau de poluição de um corpo aquático. A unidade de medida é miligrama por litro (mg/l).

Material:

- medidor de OD-YSI modelo 54 ABF com eletrodo de membrana seletiva;

- frascos de DBO;
- pisseta com água destilada;
- agitador magnético marca FANEM;
- haste magnética.

Procedimento:

- verificar se a membrana está bem ajustada e sem nenhuma bolha de ar;
- ligar o aparelho, checar a bateria em "Red line", verificar a temperatura, deixar estabilizar a concentração de OD para a temperatura e se necessário, calibrar o medidor de acordo com a tabela de solubilidade para oxigênio e temperatura;
- colocar a haste magnética no frasco da amostra;
- lavar com água destilada e introduzir o eletrodo no frasco de DBO;
- colocar o frasco no agitador;
- ligar o agitador para homogeneizar a amostra;
- sintonizar o medidor de OD na escala apropriada;
- fazer a leitura após a estabilização do ponteiro;
- anotar os valores em tabelas apropriadas.

3.2.3 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH), nos permite avaliar o grau de acidez e de alcalinidade de uma água. Este parâmetro é definido pelo teor de íons hidrogênio (H^+). O pH é importante para a vida aquática, pois todos os organismos tem uma faixa ideal de pH, geralmente situada entre 6-9.

Material:

- medidor de pH marca Procyon;
- becker de 250 ml;
- pisseta com água destilada;
- agitador magnético marca FANEM;

- haste magnética.

Procedimento:

- calibrar o aparelho com solução tampão 7,0 e 9,0;
- colocar \pm 150 ml de amostra no becker e sob agitação, introduzir o eletrodo;
- fazer a leitura e anotar em tabelas apropriadas;
- lavar o eletrodo entre uma leitura e outra;
- após todas as leituras colocar o eletrodo em solução saturada de KCl.

Obs.: Se a amostra for posteriormente utilizada para o teste DBO₅, e tiver um pH maior que 7,5 ou menor que 6,5, fazer a correção para uma faixa de 6,5-7,5 com NaOH 1 N ou H₂SO₄ 1 N.

3.2.4 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) - pelo método dos frascos padrões de DBO.

A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação bioquímica da matéria orgânica por microrganismos aeróbios, logo, valores elevados de DBO indicam redução no teor de oxigênio dissolvido de um corpo d'água, implicando em danos à fauna e à flora aquática. O teste de DBO determina a quantidade de oxigênio dissolvido retirada de um corpo d'água num tempo t após o lançamento de águas residuais. O oxigênio dissolvido é consumido pelas bactérias anaeróbias durante o processo de degradação da matéria orgânica presente nos esgotos.

Material:

- frascos de DBO com tampa esmerilhada;
- mangueira de plástico para o sifonamento do líquido de diluição;
- botijão com água destilada;
- aerador de aquário;
- pipetas de 1 e 10 ml;
- soluções nutrientes.

Procedimentos:

- Preparo da água de diluição: consertar
- aerar um volume conhecido de água destilada usando um aerador aquático. De preferência, colocar esta água na incubadora de DBO à 20 °C no dia anterior à análise.
- para cada litro de água destilada, adicionar 1 ml dos seguintes nutrientes: Tampão fosfato; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; $CaCl_2$; $FeCl_3 \cdot 6H_2O$.
- pipetar num frasco de DBO limpo um volume conhecido da amostra, com pH corrigido entre 6,5 - 7,5, adicionar a água de diluição cuidadosamente, com o auxílio do sifão, para evitar a formação de bolhas de ar;
- após completado o volume do frasco com água de diluição, medir o oxigênio dissolvido inicial e incubar a 20 °C por cinco dias no escuro, durante a incubação, verificar diariamente o selo da água, completando com água destilada, quando necessário;
- após os cinco dias, medir o oxigênio dissolvido final;
- a prova em branco será um frasco de DBO somente com líquido de diluição. A finalidade da prova em branco é conhecer o nível de matéria orgânica contida no frasco e na água de diluição, admite-se que ao final de cinco dias haja decréscimo máximo de 0,2 mg/l;
- limpeza dos frascos de DBO: os frascos de DBO são imersos na ácido clorídrico (HCl 3%) por 24 horas, depois lavados 5 vezes com água corrente e seguido de 5 vezes com água destilada.
- Equação para cálculo da DBO_5

$$DBO_5 \text{ (mg/l)} = (ODi - ODf) \frac{V_{\text{frasco}}}{V_{\text{amostra}}}$$

onde:

ODi = oxigênio dissolvido inicial
ODf = oxigênio dissolvido final
Vfrasco = volume do frasco de DBO
Vamostra = volume inoculado na amostra

3.2.5 - Turbidez

A turbidez pode ser interpretada como a falta de transparência ou brilho da água. A turbidez é devida à impurezas finamente divididas em suspensão na água, como argila, limo, matéria orgânica, algas, etc. A turbidez é expressa em N.T.U.

Material:

- turbidímetro marca Hach;
- bastão de vidro;
- pisseta com água destilada;
- frascos de vidro contendo amostras;
- papel absorvente.

Procedimento:

- calibrar o aparelho com as escalas 0 - 1000; 0 - 100; 0 - 10, dependendo da avaliação visual da turbidez da amostra;
- agitar a amostra com o bastão de vidro e colocar na cuveta, limpar cuidadosamente a superfície externa da cuveta com papel absorvente;
- introduzir a cuveta na cavidade luminosa, fechar com tubo apropriado para evitar a entrada de luz. Fazer a leitura e anotar os resultados em tabelas;
- lavar a cuveta com água destilada, e repetir o procedimento para as amostras subsequentes.

3.3 - As análises microbiológicas foram efetuadas através de análise algológica e bacteriológica

3.3.1 - Análise Algológica

- 3.3.1.1 - Determinação da Biomassa de algas pelo método da extração à quente de clorofila "a" com metanol 90 %

A determinação da concentração de clorofila "a" presente num corpo aquático possibilita avaliar a densidade populacional de algas e sua capacidade de oxigenação do corpo aquático uma vez que um dos produtos da reação da fotossíntese é o oxigênio.

a. Filtração

Material:

- bomba de vácuo;
- pisseta com água destilada;
- pinça;
- tubo de centrifuga graduado;
- papel de filtro marca Framex, faixa branca de 7 cm Ø;
- conjunto de filtração formado por: Kitzato 1000 ml, copo de 250 ml, base para receber o filtro, garra metálica para unir copo e base.

Procedimento:

- colocar o papel de filtro na base e depois o copo sobre a base unindo ambos com a garra metálica;
- filtrar um volume conhecido de amostras e anotar este volume;
- após a filtração, retirar o papel de filtro com a pinça e guardar no tubo de centrifuga, ao abrigo da luz, para posterior extração da clorofila;
- fazer o mesmo procedimento para as outras amostras.

b. Extração de clorofila "a"

Material:

- centrifuga marca FANEN;
- tubos de centrifuga graduados;
- metanol 90 % (9 partes de metanol + 1 parte de água destilada);

- becker 250 ml, bastão de vidro;
- tubos de ensaio de vidro.

Procedimento:

- adicionar 7 ml de metanol a 90 % em cada tubo de centrifuga;
- colocar os tubos em banho maria e quando levantar fervura marcar dois minutos;
- retirar os tubos do banho maria e deixar esfriar;
- completar novamente com metanol a 90 % o nível de 7 ml;
- comprimir o papel de filtro para o fundo do tubo, com o auxílio do bastão de vidro;
- centrifugar à 2500 RPM, por cinco minutos;
- transferir o sobrenadante clarificado, que contém a clorofila, para tubos de ensaios pequenos de vidro, devidamente identificados.

c. Leitura espectrofotométrica

Material:

- espectrofotômetro Shimatzu UV-100-01 ;
- cuvetas de vidro com espaço interno de 1 cm ;
- papel absorvente.

Procedimento:

- zerar o espectrofotômetro com metanol 90 % ;
- colocar na cuveta o sobrenadante de cada uma das amostras e ler à 665 e 750 nm ;
- após leitura das absorbâncias, anotar em tabelas apropriadas e calcular as concentrações de clorofila "a" pela equação abaixo (Jones, 1979):

$$Cl\ a\ (g/l) = \frac{13}{e} \cdot (D_{0665nm} - D_{0750nm}) \cdot \frac{v}{V}$$

onde:

- DO = densidade óptica à 665 e 750 nm
- I₃ = coeficiente de extinção para o metanol 90 %
- v = volume do extrato em ml
- V = volume do filtrado da amostra em litros
- e = espaço interno da cuveta (1 cm)

3.3.2 - Análise Bacteriológica

Determinação do índice de Coliformes fecais, Estreptococos fecais e Pseudomonas aeruginosas pela técnica da membrana filtrante.

3.3.2.1 - Índice de coliformes fecais

O índice de coliformes fecais, é utilizado mundialmente no controle da poluição das águas. A Escherichia coli é uma bactéria exclusiva do intestino do homem e dos animais homeotermos, sua presença indica poluição fecal. Devido à sua fácil detecção, através de técnicas relativamente fáceis e viáveis, como também devido à sua taxa de mortalidade ser aproximada às das bactérias patogênicas, são amplamente utilizados no controle da poluição.

A presença de coliformes fecais numa água é indicio da possibilidade da existência de microrganismos patogênicos intestinais, tais como Salmonella, Shigella, Rotavírus e outros.

3.3.2.2 - Estreptococos fecais

A verificação da presença de Estreptococos fecais no meio aquático, representa mais um parâmetro de avaliação do grau de poluição fecal e da origem da poluição. A detecção de Streptococcus bovis ou Streptococcus equinus indica poluição por fezes de animais de sangue quente, e a detecção de Streptococcus faecalis indica poluição humana.

3.3.2.3 - Pseudomonas aeruginosa

É uma bactéria encontrada na água e no solo. A determinação em águas utilizada para uso doméstico e consumo humano é de grande importância sanitária, por ser ela um microrganismo oportunista que provoca infecções de ouvido (otites externas), de pele, principalmente em pessoas que vivem constantemente em contato com a água, como por exemplo os nadadores. Sua presença em números relativamente altos está associada à poluição humana (fezes ou esgotos). Nos esgotos provenientes de hospitais são encontrados altíssimos níveis de Pseudomonas aeruginosa.

Material:

- conjunto de filtração marca Millipore;
- líquido de diluição;
- pinça Millipore;
- almofadas esféricas de papel absorvente Millipore;
- placas de Petri plásticas de 5 a 6 cm de diâmetro;
- pipetas bacteriológicas de 1,0 a 10 ml ;
- bico de Bunsen;
- bomba à vácuo marca Millipore;
- membrana millipore 47 mm de diâmetro e poros de 0,45 µm
- frascos de MacCartney para o preparo das diluições, caso sejam necessárias;
- estufas bacteriológicas Soc-Fabbe. Mod 117 reguladas à $44,5 \pm 0,2$ °C para Coliformes e *Streptococos* fecais, e 42 ± 1 °C para *Pseudomonas aeruginosas*.

3.3.2.5 - Preparação do material

Todo material utilizado na bacteriologia é lavado com água e sabão, depois enxaguado com bastante água corrente, e logo após, lavado três vezes com água destilada. E colocado para secar em estufa a 100°C. Alguns materiais precisam ser esterilizados.

A esterilização é a eliminação de todos microrganismos existentes em um material. O material necessita ser protegido de uma recontaminação, o que poderá ocorrer caso o material não seja devidamente protegido.

A esterilização de soluções pode ser feita através de dois métodos: por calor e por filtração.

Calor: quando esterilizados por calor, as soluções são colocadas em tubos ou frascos de vidro, suas saídas vedadas com tampões de algodão, evitando-se assim a contaminação por microrganismos existentes no ar. O método mais comum utilizado na esterilização por calor é a autoclave, um recipiente metálico, preenchido com vapor super aquecido e submetido a uma pressão superior à atmosférica.

Filtração: é mais utilizada na esterilização de soluções que contenham substâncias termolábeis.

A esterilização de objetos sólidos confeccionados com material termo-estável (vidraria), é feita em geral com ar quente. Os objetos são envolvidos em papel e colocados na estufa durante uma hora, depois que a temperatura da câmara esterilizadora atingir 160 °C.

3.3.2.6 - Procedimento

- esterilização da bancada a ser utilizada com álcool comum;
- fazer a montagem do aparelho de filtração;
- distribuir, com assepsia, as almofadas absorventes nas placas de Petri, e para quantificação de coliformes fecais, colocar 2 ml do meio Sódio Lauril Sulfato;
- identificar as placas na seguinte ordem: local da coleta, volume a ser filtrado, diluição e data;
- esterilizar os funis plásticos em água fervente por cinco minutos;
- colocar com pinça estéril a membrana filtrante com a superfície quadriculada para cima na placa porosa;
- ajustar o funil corretamente sobre o receptáculo, estando o conjunto sob vácuo parcial;
- filtrar um volume conhecido de amostra ou de suas diluições, através da membrana de acetato de celulose. As bactérias contidas na água ficam retidas na sua superfície;
- transferir, com pinça estéril, a membrana para a placa de Petri contendo meio de cultura seletivo, que quando incubada à temperatura adequada, permitirá o desenvolvimento das bactérias selecionadas;
- as bactérias que ficaram retidas nos poros da membrana se desenvolvem localmente multiplicando-se por fissão binária, originando uma colônia no local onde antes havia uma bactéria. Essas colônias são visualizadas a olho nu após o tempo de incubação característico de cada bactéria;
- após a filtração, lavar o funil com 20 a 30 ml de líquido de diluição;

- incubar as placas, de acordo com o tipo de bactéria; 18 - 24 horas para Coliformes fecais, 48 horas para Streptococos fecais e cinco dias para Pseudomonas aeruginosas; após o tempo de incubação, contar todas as colônias, amarelas para Coliformes fecais, vermelhas para Streptococos fecais e pretas esverdadas para Pseudomonas aeruginosa, fazer o cálculo para 100 ml;
- cálculo para determinação do número de bactérias em 100 ml de amostra:

$$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ de bactérias}}{100 \text{ ml}} = \frac{\text{Nc} * 100}{\text{ml}}$$

onde:

- Nc = número de colônias contadas na placa
- 100 = para se referir a 100 ml
- ml = mililitros filtrados na amostra

3.3.2.7 - Preparo do líquido de diluição

a. Solução estoque "A"

- 3,4 g de fosfato monopotássio (KH_2PO_4);
- 50 ml de água destilada;
- corrigir o pH para próximo de 7,2 com hidróxido de sódio ($\text{NaOH} - 1\text{N}$);
- colocar num frasco de vidro, fechar com tampão de algodão e cobrir com papel alumínio;
- autoclavar à 121 °C durante 15 minutos.

b. Solução estoque "B"

- 8,11 g de cloreto de magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$);
- 100 ml de água destilada;
- colocar num frasco de vidro, fechar com tampão de algodão e cobrir com papel alumínio;
- autoclavar à 121 °C durante 15 minutos.

c. Solução final - Líquido de diluição bacteriológico

- 1,25 ml de estoque "A" ;
- 5 ml de estoque "B" ;
- colocar 500 ml de água destilada, num balão volumétrico de 1000 ml, pipetar as soluções estoques e completar com água destilada até o volume do balão.
- fazer a correção do pH para 7,2 ; distribuir a solução em frascos e autoclavar à 121 °C durante 15 minutos, colocar tampões de algodão e cobrir com papel alumínio,
- guardar as soluções estoque "A" e "B" na geladeira, observando antes de utilizá-las se não estão contaminadas.

3.3.2.8 - **Preparo dos meios de cultura**

1) Coliformes fecais

Membrana Lauril Sulfato - Oxoid

- dissolver 76,2 g de meio de cultura com um litro de água destilada, num erlenmeyer de 1000 ml;
- corrigir o pH, se necessário, para $7,2 \pm 0,2$;
- distribuir em frascos de vidro, vedar com tampões de algodão e cobrir com papel alumínio;
- autoclavar à 121 °C durante 5 minutos;
- estocar em geladeiras a 4 °C por no máximo 15 a 20 dias.

2) Streptococos fecais

Meio KF Streptococcus Agar - Oxoid

- dissolver 7,64 g de meio em 100 ml de água destilada. Levar ao fogo, deixar ferver sob agitação até dissolver todo o ágar;
- retirar do fogo e deixar esfriar para 50 °C ;

- adicionar, com assepsia, 1 ml da solução 2, 3, 5 Triphenyl Tetrazolium Chloride (TTC);
- dispensar com assepsia em placas de Petri estéreis e guardar em geladeira.

3) Pseudomonas aeruginosa

m - PA de Servin e Cabelli

- Componentes	Método A (g/100ml)	Método B (g/100ml)
L-Lysine	0,5	0,5
NaCl	0,5	0,5
Extrato de levedura	0,2	0,2
Xilose	0,25	0,125
Tiosulfato de sódio	0,68	0,5
Sucrose	0,125	0,125
Lactose	0,125	0,125
Vermelho de fenol	0,008	0,008
Citrato férrico amoniacal	0,08	0,08
Agar bacteriológico	1,5	1,5
Sulfato de magnésio	---	0,15

- Mexer os ingredientes por 10 a 15 minutos, colocar em autoclave à 121 °C durante 20 minutos. Esfriar até a temperatura de aproximadamente 56 °C, acrescentar os seguintes antibióticos em um becker estéril:

Antibiótico	Quantidade
Sulfapiridina	0,0176 g
Kanamicina	0,05 ml
Acido Nalidixico	0,50 ml
Cetrimita	0,08 g

- regular o pH para 7,2 com NaOH - 1N ;
- distribuir em placas de Petri 4 a 7 ml e depois guardar em geladeira.

Após todo o processo de filtração e incubação por cinco dias, as colônias pretas esverdeadas são confirmadas no meio de leite de Brown e Scott-Foster.

- **Soluções:**

Solução 1:

Componentes	Quantidade
- Nutriente ágar	2,1 g
- NaCl	0,42 g
- Ágar bacteriológico	2,5 g
- Água destilada	83,4 ml

Solução 2:

Componentes	Quantidade
- Leite instantâneo semi-desnatado	16,6 g
- Água destilada	83,4 ml

- Após a pesagem dos componentes, colocar num recipiente estéril a solução 2, em outro recipiente colocar a solução 1. Agitar ambos os recipientes por rotação. A solução 1 é previamente levada ao fogo brando para dissolver o ágar e posteriormente para a autoclave à 121 °C durante 15 minutos. A solução 2 é esterilizada por fervura. Misturar as soluções 1 e 2 ainda quentes e distribuir em placas de Petri de vidro. Este meio deve ter cor branca amarelada.

Observações: Neste meio de leite, as Pseudomonas aeruginosas hidrolisam a a caseína do leite formando amarelo ou verde um halo transparente. Após a incubação de 24 horas é feito o teste de oxidase, que consiste em colocar sobre um papel de filtro o reagente oxidase, e com auxílio de palitos estéreis, fazer a transferência de pequena amostra das colônias. Ao esfregar a amostra sobre o papel de filtro, este escurece indicando positivo, confirmando a presença de Pseudomonas aeruginosas.

4.0 - Apresentação e discussão dos resultados

4.1 - Apresentação dos resultados - Açude Velho

4.1.1 - Temperatura

Os valores médios mensais da temperatura nos pontos da margem e centrais, são mostrados na tabela 1. Foi observado que ao longo do período experimental (set/89 à fev/90) a temperatura não variou muito, oscilando entre a mínima de 23 °C (Av3, Av13 - set/89; Av11, Av15 - out/89) e máxima de 29 °C (Av12, Av14 - jan/90; Av5, Av8, Av9, Av10, Av11, Av12, Av13, Av15 - fev/90). As amostras coletadas nos pontos da margem tiveram uma variação maior do que os pontos centrais, porque sendo as margens menos profundas, estas se aquecem mais rapidamente do que o centro. Estas temperaturas elevadas são típicas dos meses de verão na região.

4.1.2 - pH

Na tabela 2 são mostrados os valores médios do pH. Durante o período experimental as variações ocorridas oscilaram entre o valor mínimo de 7,1 unidades (Av12 - jan/90) e um máximo de 10,0 unidades (Av8, Av13, Av14 - out/89). No Açude Velho foram identificados vários pontos de entrada de esgoto, dos quais três foram mostrados (Av9, Av10, Av12) e durante o período da pesquisa o pH variou entre 7,1 e 8,0 unidades, valores típicos para águas contendo esgoto. Com exceção do Av4, que recebia esgotos de maneira intermitente. Nos demais pontos o pH foi sempre superior a 8,0 (66% do total de amostra analisadas). Este pH elevado pode estar associado à atividades de algas que consomem o CO₂ da água, o qual é fornecido pela respiração das bactérias. Quando o suprimento de CO₂ derivado da atividades das bactérias aeróbias fica reduzido, este é fornecido pelo sistema carbônico, com a dissociação do íon bicarbonato e a eliminação de íons hidroxilas, que aumentam o pH.

4.1.3 - Oxigênio Dissolvido

Na tabela 3 encontram-se os resultados obtidos das concentrações de oxigênio dissolvido para as temperaturas mínimas e máximas observadas (item 4.1.1) durante este trabalho que estariam entre 8,57 - 7,70 mg/l. No entanto, muitas amostras apresentaram super saturação de oxigênio dissolvido, como por exemplo AV3 em set/89, cuja concentração de oxigênio dissolvido foi de 11,6 mg/l numa temperatura de 23 °C. Foi observado que ao longo de todo o experimento os pontos das margens com esgoto (AV9, AV10, AV12) apresentaram concentrações abaixo de 7,70 mg/l. Os pontos das margens sem esgoto (exceção AV4, com esgoto intermitente) e os pontos centrais apresentaram concentrações de oxigênio dissolvido dentro desta faixa. Foi observado também que houve ao longo do período experimental uma

diminuição da concentração de oxigênio dissolvido (set/89 - fev/90) resultante provavelmente da elevação da temperatura (Tabela 1), que além de diminuir a concentração de oxigênio dissolvido, proporciona um aumento na atividade dos organismos presentes que se reflete na diminuição destas concentrações. Estas diminuições foram menos evidentes nos pontos centrais, que mantiveram-se com valores mais constantes.

4.1.4 - Demanda Bioquímica de Oxigênio

Os valores médios mensais da demanda bioquímica de oxigênio, estão apresentados na Tabela 4. Foi observado que 20 amostras, representando 34 % do total, situaram-se entre 6,0 - 10,0 mg/l.

Nos pontos (AV9, AV10, AV12), onde existia entrada de esgoto doméstico foi observada uma grande variação entre os pontos (out/89 e fev/90). Também foi verificada grandes variações da DBO de um mesmo ponto ao longo do período amostrado, como por exemplo (AV12) com 110 mg/l em out/89 e 17 mg/l em jan/90. Apesar de terem sido considerados como margem sem esgoto, as demandas bioquímicas de oxigênio dos pontos (AV3 e AV4) variaram muito (Tab 4). Estas variações podem ser devidas às entradas de matéria orgânica no ponto (AV3) através do Canal das Piabas e pela contribuição intermitente de material biodegradável que entra no ponto (AV4) através de uma tubulação de concreto.

Sládecek (1979) classificou os corpos aquáticos de acordo com faixa de DBO abaixo descritas:

DBO mg/l	Classificação Saprobica	N. amostras	% amostras
0,0 - 2,5	Oligosapróbico	0	0
3,0 - 5,0	-Mesosapróbico	3	5
6,0 - 10,0	-Mesosapróbico	20	34
> 10,0	Polisapróbico	36	61
	TOTAL	59	100

As águas do Açude Velho estariam então classificadas como -mesosapróbico (34 %) e polisapróbico (61 %). Estes elevados níveis de saprobicidade estão relacionados com a presença de matéria orgânica em alta concentração.

4.1.5 - Turbidez

Na Tabela 5 são mostrados os valores da turbidez. O ponto (AV4) com esgoto intermitente, apresentou o

valor máximo de 60 NTU (out/89), possivelmente devido à presença de algas e matéria orgânica particulada no esgoto. Amostras com ausência de turbidez foram observadas em vários pontos, especialmente em fev/90. A diminuição da turbidez observada nos meses dez/jan/fev, provavelmente ocorreu devido à diminuição da produção de algas ocorrida no mesmo período.

4.1.6 - Clorofila "a"

Os resultados de clorofila "a" estão apresentados na Tabela 6. A determinação deste parâmetro não foi feita nos pontos (AV9, AV10, AV12) por serem entradas de esgotos no Açude Velho e portanto havendo ausência de algas planctônicas. Foi observado um decréscimo da biomassa ao longo do período experimental nos pontos centrais e das margens. Esta diminuição das algas podem ter ocorrido provavelmente devido à predação pelo zooplacto ou pela sua morte. Com a morte das algas, estas entrando em decomposição, podem produzir gases tóxicos e malcheirosos, matando o restante da flora e a fauna. Os valores mínimos e máximos foram 6,9 g/l (AV 11 - fev/90) e 113 g/l (AV7 - nov/89) respectivamente.

4.1.7 - Coliformes fecais

Os resultados das médias mensais de Coliformes fecais estão na Tabela 7. Foi observada uma variação de 10^6 CF/100 ml (AV8 - set/89) a $2,1 \times 10^7$ CF/100 ml (AV12 - fev/90). Os pontos (AV9, AV10, AV12) apresentaram valores muito elevados, característicos de esgotos domésticos com média de $3,9 \times 10^6$ CF/100 ml. Nestes pontos estão localizadas entradas clandestinas de esgotos no Açude Velho, através da rede de água pluvial. O ponto (AV4) também apresentou valores elevados, devido à sua característica de receber esgoto intermitente. Os pontos das margens sem esgoto e centrais apresentaram valores aproximados com média de $1,5 \times 10^3$ CF/100 ml. Estas altas concentrações de Coliformes fecais encontrados indicaram que a poluição que chegou neste corpo aquático, tenha origem nos esgotos domésticos clandestinos.

4.1.8 - Estreptococos fecais

Na Tabela 8 são mostrados os valores médios mensais de estreptococos fecais. Os pontos (AV9, AV10, AV12) apresentaram valores muito altos, com uma média de $2,2 \times 10^5$ EF/100 ml. Os pontos centrais e das margens sem esgoto apresentaram uma média de 240 EF/100 ml. O ponto (AV4) forneceu uma média de $3,5 \times 10^3$ EF/100 ml, pela sua condição de esgoto intermitente. Estes resultados confirmam a análise feita para coliformes fecais, indicando poluição por esgotos domésticos.

4.1.9 - *Pseudomonas aeruginosa*

Na Tabela 9 encontram-se os valores médios mensais de *Pseudomonas aeruginosa*. Os pontos (AV9, AV10, AV12) apresentaram os maiores valores com uma média de $1,0 \times 10^3$ Pa/100 ml, com valor máximo de $3,7 \times 10^4$ Pa/100 ml. Os pontos centrais e das margens sem esgoto apresentaram valores aproximados, com uma média de 14 Pa/100 ml. O ponto (AV4), com esgoto intermitente apresentou uma média de 22 Pa/100 ml. O valor mínimo de 0,0 Pa/100 ml, foi observado nos pontos (AV3, AV4, AV5, AV8, AV14, - set/89) e (AV5, AV12, AV7 - fev/90). Os resultados deste parâmetro confirmaram a poluição de origem humana no açude.

4.2 - Apresentação dos resultados - Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

4.2.1 - Temperatura

Na Tabela 10 encontram-se os valores médios mensais da temperatura. Foi observado que a temperatura praticamente manteve-se constante com mínima de 22 °C (Bq1 - set/89 e nov/89) e máxima de 26 °C (Bq2, Bq3, Bq5 - nov/89) e (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5, Bq4, Bq6, Bq7 - jan/90). A temperatura média foi de 24,5 °C.

4.2.2 - pH

Os valores médios do pH são mostrados na Tabela 11. Foi observado que ao longo do período experimental o valor médio do pH foi 8,0 unidades, provavelmente devido ao elevado teor de sais que caracteriza a água do açude em água dura. Foi observado um valor mínimo de 7,6 (Bq1, Bq2, Bq3, Bq4, Bq6, Bq7 - fev/90) e um máximo de 8,4 (Bq2 - out/89), (Bq1, Bq2 - dez/89), (Bq1, Bq2, Bq3, Bq4, Bq7 - jan/90). Observou-se também que no mês de fevereiro/90 o pH de 7,6 unidades foi igual para todos os pontos (margens e centro).

4.2.3 - Oxigênio Dissolvido

Na Tabela 12 estão os resultados obtidos da concentração de oxigênio dissolvido. Com valor mínimo de 8,0 mg/l (Bq2 - out/89) e máximo de 9,6 mg/l (Bq3 - jan/90) foi observado que entre os pontos das margens e do centro não houve variação das concentrações. De acordo com as temperaturas mínimas e máximas observadas (item 4.2.1), a faixa da concentração de saturação de oxigênio dissolvido está entre 8,74 - 8,12 mg/l. Um total de 60 % das amostras apresentaram valores dentro desta faixa, e 40 % das amostras apresentaram super saturação, tendo como valor máximo o ponto (Bq3 - jan/90) com 9,6 mg/l para uma temperatura de 26 °C, para a qual, o valor ideal seria 8,12 mg/l. Estes resultados indicam um bom nível de oxigenação, fator importante para a manutenção da flora e fauna no meio.

4.2.4 - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

Os valores médios mensais da demanda bioquímica de oxigênio estão apresentados na Tabela 13. De acordo com as normas de classificação mostradas no item 4.1.4 observou-se 15 amostras, representando 71 % do total analisado, com DBO numa faixa entre 0,0 - 2,5 mg/l e as 6 amostras restantes se enquadraram numa faixa de 3,0 - 5,0 mg/l, representando 29 % do total de amostras.

A DBO da maioria das amostras (71 %) variou entre 0,0 - 2,5 mg/l, caracterizando este açude como um corpo aquático oligosapróbico, devido provavelmente à baixa concentração de macronutrientes.

4.2.5 - Turbidez

A Tabela 14 mostra os valores da turbidez, cuja maioria dos valores foi menor que 1,0 NTU, revelando uma água com pouco material particulado suspenso, o que permite a grande penetração de luz solar, favorecendo desta maneira o crescimento das algas e o processo fotossintético, com conseqüente aumento da produção de oxigênio.

4.2.6 - Clorofila "a"

Os valores da clorofila "a" estão apresentados na Tabela 15. Os valores mínimos e máximos foram de 0,0 g/l (Bq1 - set/89) e 44,2 g/l (Bq3 - set/89). Este valor máximo ocorreu provavelmente devido à presença de banhistas, lavagens de roupas, utensílios domésticos, uso de sabão e detergentes sintéticos o qual sendo rico em fósforo, permitiu a entrada de nutrientes na água possibilitando elevado crescimento de algas. Os pontos das margens e centrais apresentaram valores aproximados, estes valores indicam baixa quantidade de matéria orgânica.

4.2.7 - Coliformes fecais

Na Tabela 16 estão mostrados os valores médios mensais de Coliformes fecais. Foi observado que os valores mais elevados ocorreram no mês de setembro/89 nos pontos das margens (Bq1, Bq2, Bq3) e no ponto do centro (Bq4). Os pontos das margens apresentaram um índice de contaminação superior com média de 74 CF/100 ml em relação aos pontos centrais, com média de 7 CF/100 ml. Foi observada no ponto (Bq1) a presença de barqueiros que fazem o transporte de pessoas e alimentos para outras margens e ilhas do açude, nos pontos (Bq2 e Bq3), suas águas eram utilizadas para banho e lavagem de roupa, sendo provavelmente estas as causas da contaminação fecal observada. Observa-se também que ao longo da pesquisa o índice de contaminação foi decaindo nos pontos (Bq1 e Bq2), permanecendo constante nos

pontos (Bq3 e Bq5). O valor máximo de $4,9 \times 10^3$ CF/100 ml, (Bq3 - set/89) e mínimo de 0,0 CF/100 ml (Bq1 - nov/89), foram observados.

4.2.8 - *Streptococos fecais*

Os valores médios mensais de *Streptococos fecais* encontram-se na Tabela 17. Foi observado um valor médio de 19 EF/100 ml, com um mínimo de 0,0 EF/100 ml (Bq7 - jan/90 e Bq4 - fev/90) e um máximo de 2300 Ef/100 ml (Bq5 - dez/89).

4.2.9 - *Pseudomonas aeruginosa*

Os resultados de *Pseudomonas aeruginosa* estão demonstrados na Tabela 18. Os resultados obtidos indicam baixa presença desta bactéria no corpo aquático, confirmando uma pequena poluição humana.

4.3 - Discussão dos resultados

4.3.1 - Açude Velho

O lançamento de esgotos domésticos, lixo, óleos, graxas, agrotóxicos e fertilizantes provocam perturbações em qualquer ecossistema aquático. Estas perturbações são refletidas na qualidade físico-química e microbiológica das águas, as quais são utilizadas para diversos fins, como piscicultura, unificação do ar, lazer, paisagismo e principalmente como fonte de abastecimento d'água.

Este tipo de degradação tem sido observada nos últimos anos no Açude Velho, o que vem comprometendo o desenvolvimento normal de sua flora e fauna. Esta degradação é facilmente verificada a partir da observação dos pontos de entrada de esgotos, os quais contêm nutrientes como nitrogênio e fósforo, permitindo um desenvolvimento acelerado das algas. A grande produção de algas causa a diminuição de oxigênio, impedindo a vida dos peixes e das próprias algas. Estas entrando no estado de putrefação ocorre o consumo de oxigênio e grande produção de gases tóxicos e malcheirosos, gerando um processo cíclico. Esta grande produção de algas forma uma verde camada, o que impede a penetração de luz, impossibilitando o desenvolvimento normal de outras espécies. Isto provoca um desequilíbrio no meio, de modo que, só as espécies mais resistentes conseguem sobreviver.

Diante dos resultados obtidos foi possível observar no Açude Velho três regiões, classificadas de acordo com suas características físico-químicas e microbiológicas. Sob o aspecto físico-químico observou-se pontos das margens com entradas de esgoto, que apresentaram valores elevados de DBO_5 , baixas concentrações de saturação de oxigênio dissolvido e

valores de pH próximos do neutro. Os pontos das margens sem entrada de esgoto, com valores mais baixos de DBO₅, maiores concentrações de saturação de oxigênio dissolvido, pH mais elevado, indicando menor quantidade de carga orgânica, porém com características de início de eutrofização. Os pontos centrais apresentaram características semelhantes aos pontos das margens sem esgoto classificando-as de acordo com a resolução nº 20 da CONAMA de 1986, como pertencentes à Classe 3.

Do ponto de vista microbiológico, os pontos das margens com entrada de esgoto apresentaram altos valores de Coliformes fecais, presença de Pseudomonas aeruginosa, indicando a possibilidade da existência de outros organismos patogênicos também estarem entrando nas águas do Açude Velho. Os pontos das margens sem entrada de esgoto apresentaram valores inferiores de Coliformes fecais em relação aos das margens com esgoto, também o mesmo fato com relação aos Estreptococos fecais e Pseudomonas aeruginosa. Os pontos centrais apresentaram o mesmo comportamento dos pontos das margens sem entrada de esgoto.

De acordo com os dados, em alguns pontos do açude foi observada uma grande redução dos organismos indicadores de poluição fecal, indicando a possibilidade de reversão do quadro de eutrofização ultimamente crescente. Através de medidas de controle e tratamento das águas residuárias que adentram o Açude, é possível reduzir a disseminação de doenças de veiculação hídrica e evitar a poluição das águas do açude, possibilitando que este corpo aquático retome o seu papel na comunidade como fonte de lazer.

4.3.2 - Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)

A utilização racional das águas do Açude Epitácio Pessoa é de grande importância, de modo que o equilíbrio aquático do manancial que abastece as cidades de Campina Grande, Boqueirão e Queimadas não seja prejudicado. Neste corpo aquático, foi possível observar diferenças entre as margens e o centro de acordo com os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, verificando-se um maior grau de poluição nas margens. De acordo com a resolução nº 20 da CONAMA de 1986, suas águas pertencem à Classe 1.

São necessárias avaliações contínuas da qualidade físico-química e microbiológica deste corpo aquático, de modo que não se repita o mesmo processo de degradação que ocorre no Açude Velho.

Os cuidados e investimentos necessários para recuperação e preservação do Açude Epitácio Pessoa devem ser incentivados para que a sua função social de abastecimento seja preservada.

5.0 - CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu elaborar as seguintes conclusões:

- o Açude Velho possui três regiões, margem com esgoto, margem sem esgoto e centro, com distintas características físico-químicas e microbiológicas;
- as margens sem esgoto e a parte central do Açude Velho estão classificadas segundo a resolução Nº 20 da CONAMA como pertencentes à Classe 3, indicadas para o abastecimento doméstico, após tratamento convencional; irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e dessedentação de animais.
- as margens com entrada de esgoto conferem ao Açude Velho um elevado grau de poluição havendo necessidade de constante controle, de modo que este corpo aquático não entre em processo acelerado e irreversível de eutrofização;
- no Açude Epitácio Pessoa há duas regiões, margem e centro, com diferentes características físico-químicas e microbiológicas;
- foi observado no Açude Epitácio Pessoa um menor grau de poluição, sendo necessário um controle de forma a impedir que o mesmo processo de eutroficação nele ocorra;
- as águas do Açude Epitácio Pessoa estão classificadas segundo a resolução Nº 20 da CONAMA como pertencentes à Classe 1, suas águas são indicadas ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho), à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

BIBLIOGRAFIA

1. ARAUJO; S. M. E KONIG; A
A DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. APOSTILA CIENCIAS DO
AMBIENTE, AESA/DEC/CCT/UFPb, CAMPINA GRANDE, 1986.
2. SLADECEK, V. (1979). CONTINENTAL SYSTEMS FOR THE ASSESSMENT OF
RIVER WATER QUALITY. CHAPTER 3 IN "BIOLOGICAL INDICATORS OF
WATER QUALITY". ED. POR A. JAMES E L. EVISON, JOHN WILEY &
SONS, CHICHESTER.
3. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 20, 18.09.1986 - EM RESOLUÇÕES CONAMA
1984/86. MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO
AMBIENTE - SECRETARIA ESPECIAL DO MEIO AMBIENTE,
BRASILIA DF, 1986, 92 p.
4. SILVA; S. A. E MARA; D. D. TRATAMENTOS BIOLÓGICOS DE AGUAS
RESIDUARIAS - LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO - CAPITULO 1,
ED. RIO DE JANEIRO; ABES, 1979.

ANEXO I

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM C/ESGOTO			CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15
SETEMBRO/89	23	24	24	24	23	24	-	-	-	-	-	-
OUTUBRO/89	25	-	-	26	-	-	-	-	-	24	23	23
NOVEMBRO/89	-	26	25	-	25	25	25	25	25	26	26	26
DEZEMBRO/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25
JANEIRO/90	28	27	28	28	28	29	28	28	29	26	26	26
FEVEREIRO/90	28	28	29	29	29	28	29	29	29	-	29	29

TABELA 1 - Valores médios da temperatura (°C) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM C/ESGOTO			CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15
SETEMBRO/89	9,7	9,8	9,8	9,9	9,9	9,9	-	-	-	-	-	-
OUTUBRO/89	9,6	8,5	9,5	10,0	10,0	10,0	7,6	7,8	7,4	9,3	9,2	9,6
NOVEMBRO/89	9,3	8,8	9,3	9,4	9,4	9,4	7,7	7,8	7,6	9,2	9,2	9,2
DEZEMBRO/89	7,9	7,9	-	8,2	7,5	8,3	-	-	-	8,1	8,4	8,2
JANEIRO/90	7,8	7,7	7,9	8,0	8,1	8,2	7,2	7,4	7,1	7,8	8,0	8,1
FEVEREIRO/90	8,4	8,2	8,5	8,6	8,6	8,6	8,0	8,0	7,5	8,6	8,3	8,6

TABELA 2 - Valores médios do pH (unidade) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO					MARGEM C/ESGOTO					CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15	
SETEMBRO/89	11,2	11,4	10,0	11,0	11,6	11,2	-	-	-	-	-	-	
OUTUBRO/89	8,2	5,2	9,0	9,4	9,6	9,0	1,2	2,0	1,8	8,8	8,4	9,2	
NOVEMBRO/89	6,2	4,2	6,5	6,1	6,6	6,0	0,6	1,4	0,8	8,6	8,4	8,2	
DEZEMBRO/89	5,3	6,1	5,6	5,8	1,9	6,3	-	-	-	7,0	7,5	6,7	
JANEIRO/90	6,1	5,0	6,0	6,9	7,1	7,4	0,9	0,4	0,5	6,4	6,7	7,8	
FEVEREIRO/90	6,8	3,4	7,6	7,3	8,0	7,6	2,3	2,1	0,4	7,1	7,1	8,1	

TABELA 3 - Valores médios da concentração de OD (mg/l) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO					MARGEM C/ESGOTO					CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15	
SETEMBRO/89	23	-	-	19	9	9	-	-	-	-	-	-	
OUTUBRO/89	12	37	10	7	12	6	13	12	110	11	12	9	
NOVEMBRO/89	9	20	9	10	11	9	24	24	48	12	12	13	
DEZEMBRO/89	5	7	6	5	20	-	-	-	-	7	8	9	
JANEIRO/90	11	15	15	13	17	11	56	13	17	16	-	14	
FEVEREIRO/90	5	17	16	8	7	7	19	31	107	15	8	9	

TABELA 4 - Valores médios da DBO₅ nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

: ACUDE VELHO :

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM C/ESGOTO			CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15
SETEMBRO/89	30	15	15	15	15	15	-	-	-	-	-	-
OUTUBRO/89	20	60	23	15	20	15	5	5	40	10	10	10
NOVEMBRO/89	20	20	20	20	30	20	35	15	25	20	20	20
DEZEMBRO/89	5	10	5	5	5	5	-	-	-	5	5	5
JANEIRO/90	5	5	5	0	5	0	5	20	25	-	0	0
FEVEREIRO/90	0	5	0	0	0	10	0	5	10	0	0	0

TABELA 5 - Valores médios de Turbidez (NTU) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

: ACUDE VELHO :

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM C/ESGOTO			CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15
SETEMBRO/89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OUTUBRO/89	93,8	68,8	56,1	40,6	37,0	35,8	-	-	-	54,3	66,8	93,6
NOVEMBRO/89	71,0	74,2	63,0	96,7	75,2	62,0	-	-	-	113,3	109,6	101,4
DEZEMBRO/89	62,8	43,7	61,9	61,0	-	53,7	-	-	-	64,3	62,5	68,5
JANEIRO/90	12,1	27,8	12,1	8,6	8,2	6,9	-	-	-	9,7	6,8	7,6
FEVEREIRO/90	9,6	7,2	9,6	11,3	8,5	11,5	-	-	-	9,8	4,4	7,9

TABELA 6 - Valores médios da Clorofila "a" (g/l) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb. Os pontos AV9, AV10 e AV12 são entradas de esgotos e portanto h foi feita a determinação da clorofila a.

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM COM ESGOTO						CENTRO
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15	
SETEMBRO/89	-	-	1x10 ²	1x10	5x10 ²	-	-	-	-	-	-	-	
OUTUBRO/89	1,5x10 ³	6,9x10 ⁴	1,8x10 ²	1,4x10 ²	1,5x10 ⁴	3,6x10 ²	1,1x10 ³	1,7x10 ⁶	-	1,5x10 ²	3,3x10 ²	8,5x10 ²	
NOVEMBRO/89	1,3x10 ³	1,5x10 ⁴	6,4x10 ²	5,2x10 ²	2,0x10 ³	5,2x10	9,1x10 ⁴	1,4x10 ⁶	2,4x10 ⁵	3,9x10 ²	2,3x10 ²	4x10 ²	
DEZEMBRO/89	9x10 ³	-	6,9x10 ³	6,6x10 ³	-	-	-	-	-	-	4,5x10 ³	6x10 ³	
JANEIRO/90	1,6x10 ⁴	1x10 ³	3,2x10 ³	2,7x10 ³	2,8x10 ⁴	1,2x10 ³	-	1x10 ⁷	3x10 ⁶	3,8x10 ³	1,4x10 ³	1,4x10 ³	
FEVEREIRO/90	1,7x10 ³	7,9x10 ³	2,9x10 ³	2x10 ³	2,6x10 ⁴	1,5x10 ³	2,2x10 ⁶	1,1x10 ³	2,1x10 ⁷	1,1x10 ³	-	1,5x10 ³	

TABELA 7 - Valores médios de Coliformes Fecais (CF/100 ml) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM COM ESGOTO						CENTRO
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15	
SETEMBRO/89	5,2x10 ²	5,5x10 ³	6,3x10	5,2x10	5,7x10 ²	6,3x10	-	-	-	-	-	-	
OUTUBRO/89	2,5x10 ²	3,1x10 ⁴	5x10	1,8x10	9,6x10 ²	9,3x10	-	-	-	-	-	-	
NOVEMBRO/89	6,8x10 ²	4,3x10 ²	9,6x10	4,6x10 ²	5,1x10 ²	-	8,9x10 ³	6,3x10 ⁴	9,1x10 ⁴	-	3,9x10	-	
DEZEMBRO/89	3x10 ³	1,7x10 ⁴	7,7x10 ²	3,5x10 ²	-	7x10 ²	-	-	-	5,7x10 ²	2,4x10 ²	2,2x10 ²	
JANEIRO/90	8,4x10 ²	4x10 ²	8x10	1,3x10 ²	8x10 ³	7,5x10	-	1,4x10 ⁶	3x10 ⁵	9,6x10	6x10 ²	6,5x10	
FEVEREIRO/90	1,3x10 ³	4,2x10 ³	3,6x10 ²	9,3x10	2,7x10 ²	2x10 ²	4,8x10 ⁵	2,9x10 ⁶	-	1,4x10 ²	1,5x10 ²	1,4x10 ²	

TABELA 8 - Valores médios de Estreptococos Fecais (EF/100 ml) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

 ACUDE VELHO

LOCAL	MARGEM SEM ESGOTO						MARGEM COM ESGOTO						CENTRO		
MES PONTO	3	4	5	8	13	14	9	10	12	7	11	15			
SETEMBRO/89	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-			
OUTUBRO/89	0,8x10	0,8x10	-	1x10	-	0,2x10	-	-	-	-	-	-			
NOVEMBRO/89	0,4x10	1,4x10	0,4x10	0,3x10	3x10	0,2x10	2,4x10 ²	0,6x10	4,8x10 ³	-	-	-			
DEZEMBRO/89	2,6x10	6,2x10	2,2x10	3,2x10	-	3,6x10	-	-	-	4,7x10	0,5x10	0,5x10			
JANEIRO/90	3,4x10	6x10	6x10	3x10	6x10	3,3x10	5x10	3,7x10 ⁴	1,4x10 ⁴	3,3x10	3x10	2,8x10			
FEVEREIRO/90	0,5x10	1,3x10	0	0,3x10	7,1x10	0,2x10	3x10 ²	2,2x10 ⁴	0	0	0,3x10	0,2x10			

TABELA 9 - Valores médios de Pseudomonas aeruginosa (PA/100 ml) nos pontos da margem (AV3, AV4, AV5, AV8, AV9, AV10, AV12, AV13 e AV14) e centrais (AV7, AV11, AV15) do Açude Velho - Campina Grande Pb.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA									
LOCAL		MARGEM				CENTRO			
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7	
SETEMBRO/89		22	23	23	-	23	-	-	
OUTUBRO/89		25	23	24	-	-	-	-	
NOVEMBRO/89		22	26	26	26	-	-	-	
DEZEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-	
JANEIRO/90		26	26	26	26	26	26	26	
FEVEREIRO/90		24	24	24	24	24	24	24	

TABELA 10 - Valores médios da temperatura (°C) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA									
LOCAL		MARGEM				CENTRO			
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7	
SETEMBRO/89		7,9	7,85	8,1	-	8,0	-	-	
OUTUBRO/89		8,2	8,4	8,2	-	-	-	-	
NOVEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-	
DEZEMBRO/89		8,4	8,4	8,2	8,2	-	-	-	
JANEIRO/90		8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3	8,4	
FEVEREIRO/90		7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	

TABELA 11 - Valores médios do pH (unidades) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA								
LOCAL		MARGEM				CENTRO		
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7
SETEMBRO/89		8,7	8,2	8,6	-	8,5	-	-
OUTUBRO/89		8,1	8,0	8,2	-	-	-	-
NOVEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-
DEZEMBRO/89		8,4	8,5	8,8	8,3	-	-	-
JANEIRO/90		8,5	8,7	9,6	9,4	9,0	8,9	8,7
FEVEREIRO/90		9,1	8,5	9,2	9,0	9,5	8,4	9,0

TABELA 12 - Valores médios de concentração de OD (mg/l) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA								
LOCAL		MARGEM				CENTRO		
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7
SETEMBRO/89		1,0	1,0	2,0	-	1,0	-	-
OUTUBRO/89		3,0	3,0	3,0	-	-	-	-
NOVEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-
DEZEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-
JANEIRO/90		1,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0
FEVEREIRO/90		1,0	1,0	1,0	5,0	2,0	3,0	1,0

TABELA 13 - Valores médios da DBO₅ (mg/l) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA									
LOCAL		MARGEM				CENTRO			
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7	
SETEMBRO/89		< 1,0	1,5	1,5	-	< 1,0	-	-	
OUTUBRO/89		< 1,0	< 1,0	< 1,0	-	-	-	-	
NOVEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-	
DEZEMBRO/89		< 1,0	< 1,0	< 1,0	-	< 1,0	-	-	
JANEIRO/90		< 1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
FEVEREIRO/90		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	

TABELA 14 - Valores médios de turbidez (NN) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA									
LOCAL		MARGEM				CENTRO			
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7	
SETEMBRO/89		0,0	4,4	44,2	-	1,9	-	-	
OUTUBRO/89		-	-	-	-	-	-	-	
NOVEMBRO/89		3,6	2,9	3,6	3,4	-	-	-	
DEZEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-	
JANEIRO/90		-	-	-	-	-	-	-	
FEVEREIRO/90		1,2	2,1	1,6	1,2	1,9	1,1	2,5	

TABELA 15 - Valores médios da Clorofila "a" (g/l) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA							
LOCAL	MARGEM				CENTRO		
M	1	2	3	5	4	6	7
SET/89	$3,5 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$4,9 \times 10^3$	-	1×10^3	-	-
OUT/89	$1,3 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$9,8 \times 10$	$7,0 \times 10$	-	-	-
NOV/89	0	$0,8 \times 10$	10^2	2×10^2	-	-	-
DEZ/89	$0,2 \times 10$	$1,7 \times 10$	$2,8 \times 10$	23×10^2	-	-	-
JAN/90	$0,5 \times 10$	$0,6 \times 10$	3×10	$2,72 \times 10^2$	-	$0,2 \times 10$	$0,1 \times 10$
FEV/90	$0,2 \times 10$	$0,7 \times 10$	$2,5 \times 10^2$	$1,62 \times 10^2$	$0,1 \times 10$	$0,2 \times 10$	$0,8 \times 10$

TABELA 16 - Valores médios de Coliformes Fecais (CF/100 ml) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA							
LOCAL	MARGEM				CENTRO		
M	1	2	3	5	4	6	7
SET/89	$0,75 \times 10$	$0,7 \times 10$	$7,55 \times 10$	-	$3,25 \times 10$	-	-
OUT/89	$1,0 \times 10^2$	$0,9 \times 10$	$1,4 \times 10$	$4,3 \times 10$	-	-	-
NOV/89	-	-	-	-	-	-	-
DEZ/89	$0,9 \times 10$	$1,2 \times 10$	$1,6 \times 10$	23×10^2	-	-	-
JAN/90	0	$0,7 \times 10$	$0,5 \times 10$	$4,6 \times 10$	$0,1 \times 10$	$0,1 \times 10$	0
FEV/90	$1,3 \times 10$	$0,3 \times 10$	$3,0 \times 10^2$	$9,0 \times 10$	0	$1,5 \times 10^2$	$0,2 \times 10$

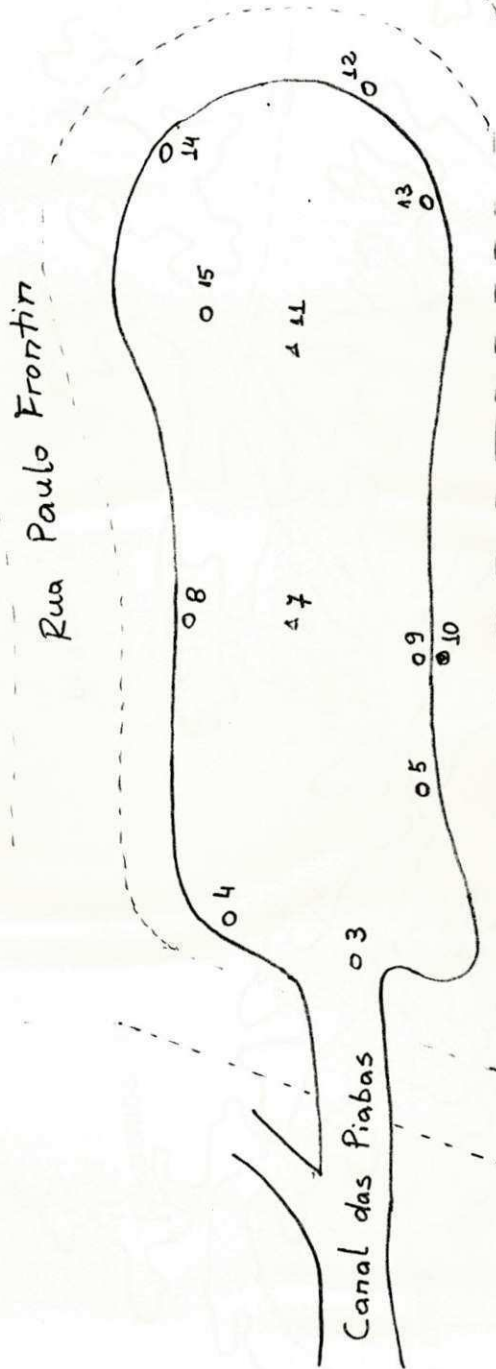
TABELA 17 - Valores médios de Esteptococos Fecais (EF/100 ml) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-PB.

AÇUDE EPITÁCIO PESSOA									
LOCAL		MARGEM					CENTRO		
MES	PONTO	1	2	3	5	4	6	7	
SETEMBRO/89		0,2	0,2	1,0	-	0,2	-	-	
OUTUBRO/89		0,4	0,3	0	0,2	-	-	-	
NOVEMBRO/89		-	-	-	-	-	-	-	
DEZEMBRO/89		0	0	0	0	0	-	-	
JANEIRO/90		0	0	0	0	0	0	0	
FEVEREIRO/90		0	0	0	0	10	0	0	

TABELA 18 - Valores médios de Pseudomonas aeruginosa (PA/100 ml) nos pontos da margem (Bq1, Bq2, Bq3, Bq5) e centrais (Bq4, Bq6, AV7) do Açude Epitácio Pessoa - Boqueirão-FB.

ANEXO II

Acude Velho



Av. Miguel Couto

- AV₃ = Ponte
- AV₄ = FUEP
- AV₅ = Polícia Federal
- AV₇ = Centro
- AV₈ = Efluente
- AV₉ = Charco 2002
- AV₁₀ = Jato 2002
- AV₁₁ = Centro
- AV₁₂ = Jato Berro D'água
- AV₁₃ = Entre Berro e Itapemirim
- AV₁₄ = Caranguejo
- AV₁₅ = Centro (a partir de 19.10.89)

Av. Dr. Severino Cruz

Av. Canal

Rua Vila Nova da Rainha

