

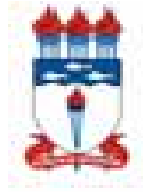
UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E ÍNDICE DE  
QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO SAÚDE, EM RAZÃO DA PRECIPITAÇÃO  
(MAIO A DEZEMBRO DE 2004): ESTUDO DE CASO

ALLYSSON EVANGELISTA DE MATOS ARAUJO

Maceió – Alagoas

Julho, 2006



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS, ÍNDICE DE  
QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO SAÚDE, EM RAZÃO DA PRECIPITAÇÃO  
(MAIO A DEZEMBRO DE 2004): ESTUDO DE CASO

Allysson Evangelista de Matos Araujo

Dissertação apresentada ao Instituto de  
Ciências Atmosféricas/CCEN/UFAL, para  
obtenção do título de Mestre em  
Meteorologia – Processos de Superfície  
Terrestre.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorim

Maceió – Alagoas

Julho, 2006

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale**

A663a Araujo, Allysson Evangelista de Matos.

Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e índice de qualidade da água no rio saúde, em razão da precipitação (maio a dezembro de 2004) : estudo de caso / Allysson Evangelista de Matos Araujo. – Maceió, 2006.

ix, 92f. : il., grafs., tabs.

Orientador: Ricardo Ferreira Carlos de Amorim.

Dissertação (mestrado em Meteorologia : Processos de Superfície Terrestre) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2006.

Bibliografia: f. 83-92.

1. Meteorologia. 2. Água – Análise. 3. Qualidade da água. 3. Avaliação hidroquímica – Rio Saúde – Alagoas. I. Título.

CDU: 551.577



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

## CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO

*“AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS E ÍNDICE DE  
QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO SAÚDE EM RAZÃO DA PRECIPITAÇÃO (MAIO  
A DEZEMBRO DE 2004)”*

*ALLYSSON EVANGELISTA DE MATOS ARAÚJO*

Dissertação submetida ao colegiado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Meteorologia. N.º de ordem: MET-UFAL-MS-041.

Aprovada pela Banca Examinadora composta por:

Prof. Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorim  
(Orientador)

  
Prof. Dr. Nyamièn Yahaut Sebastien  
(Membro Externo - UNIOESTE)

Prof. Dr. Paulo Ricardo Petter Medeiros  
(Membro)

- Maceió - Al -

Julho/2006

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	II
PENSAMENTOS	IV
LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX

	<b>Páginas</b>
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2..1 Considerações Gerais Sobre a Água e Seu monitoramento	3
2..2 Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos da água	6
2..2.1 Oxigênio Dissolvido	6
2..2.2 Temperatura da Água	9
2..2.3 Salinidade	11
2..2.4 Condutividade Elétrica	13
2..2.5 Turbidez da Água	14
2..2.6 Clorofila “a”	17
2..2.7 pH	20
2..2.8 Atenuação da Radiação e Transparência da água	22
2..2.9 Nitrato e Nitrito	25
2..2.10 Qualidade da Água	28
2..2.11 Climatologia das Chuvas no Nordeste Brasileiro	29
3. MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 Descrição da Área de Estudo	32
3.1.1 Características Físicas e Climatológicas da Bacia	32

3.2	Climatologia Local	35
3.3	Medições e Coletas de Água	36
3.4	Oxigênio Dissolvido	38
3.5	Temperatura da Água	39
3.6	Salinidade e Condutividade Elétrica	40
3.7	Turbidez	41
3.8	Clorofila “ a “	42
3.9	pH	43
3.10	Transparência da Água	44
3.11	Nitrato e Nitrito, Métodos para a Determinação da Amostras	45
3.12	Índice de Qualidade de Água	47
4.	RESULTADOS E DISCURSSÕES	49
4.1	Precipitação	49
4.2	Temperatura da Água	55
4.3	Condutividade Elétrica	57
4.4	pH	59
4.5	Oxigênio Dissolvido	61
4.6	Salinidade	63
4.7	Transparência da Água	64
4.8	Turbidez	66
4.9	Nitrato (NO <sub>3</sub> )	67
4.10	Nitrito (NO <sub>2</sub> )	69
4.11	Clorofila “a”	70
4.12	Índice de Qualidade de Água (IQAB)	71
5.	CONCLUSÕES	78
6.	RECOMENDAÇÕES	82
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

A meu pai, João de Freitas Araújo e minha mãe Jane Evangelista de Matos Araújo, grandes educadores, que sempre prezaram pela educação minha e de meus irmãos, como a coisa mais importante que tinham para nos dar, OFEREÇO.

A minha noiva Carol, meus irmãos Ricardo e Sheila, minhas avós Biba, e Luzia, e a meu amigo Tiago Souza, pelo apoio Carinho e confiança, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, pelas coisas boas, que sempre tive, pelas oportunidades que muitos não podem ter, mais que graças a ele eu tenho, como a oportunidade estudar, ter saúde, uma família e amigos a quem sempre posso confiar.

A Carolina Silva Fonseca, minha noiva, pelo carinho, força nos momentos difíceis, companheirismo, amor.

A meus irmãos Ricardo e Sheila, e minhas avós Biba e Luzia e meus pais João e Jane, pelo carinho confiança exemplo e dedicação.

A minha Família por estarmos sempre juntos conquistando cada vez mais vitórias.

A meu amigo Tiago Sousa e sua família, Tia Rosa, tio Petrucio, e seus irmãos, Daniela, e Gustavo, por terem me acolhido em sua casa e me dado apoio sempre que precisei, por serem minha família alagoana.

Ao professor e orientador, Ricardo Ferreira Carlos de Amorim, que foi de fundamental importância para a realização deste trabalho, e para o meu sucesso no mestrado.

Aos professores, Arno Maschmann de Oliveira e Paulo Ricardo Petter Medeiros, por todo apoio que me deram desde que ingressei na universidade sem os quais, não seria possível a realização das pesquisas deste trabalho e de muitas outras que realizei.

Ao professor Nyamien Yahaut Sébastien, pela colaboração na participação da banca e conselhos sobre a dissertação, de fundamental importância para a conclusão e qualidade da pesquisa.



A FAPEAL, pelo apoio dado, concedendo a bolsa de estudos, que permitiu a permanência no estado de ALAGOAS, bem como a realização dos trabalhos referentes a esta dissertação.

Silvia e Manoel Messias, técnica e químico, do laboratório de hidroquímica do LABMAR, os quais agradeço o apoio na realização das análises referentes a pesquisa.

A minha Família por estarmos sempre juntos conquistando cada vez mais vitórias.

Ao professor Maringolo, por seu apoio quando precisei, algo que não será esquecido.

As Coordenações do Radar Meteorológico de Alagoas, do LABMAR, e Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Alagoas.

“Senhor,

Fazei de mim um instrumento de vossa paz !

Onde houver ódio, que eu leve o amor,

Onde houver ofensa, que eu leve o perdão.

Onde houver discórdia, que eu leve a união.

Onde houver dúvida, que eu leve a fé.

Onde houver erro, que eu leve a verdade.

Onde houver desespero, que eu leve a esperança.

Onde houver tristeza, que eu leve a alegria.

Onde houver trevas, que eu leve a luz !

Ó Mestre,

fazei que eu procure mais.

Consolar, que ser consolado.

Compreender, que ser compreendido.

Amar, que ser amado.

Pois é dando, que se recebe.

Perdoando, que se é perdoado e

é morrendo, que se vive para a vida eterna !”

**(São Francisco de Assis)**

“ Sorte é apenas o encontro do preparo com a oportunidade”

**(Dr. Lair Ribeiro)**

“ A coisa mais importante para um homem é o seu nome, não existe valor maior do que uma palavra empenhada, ou deitar a cabeça em um travesseiro podendo dormir tranquilo sabendo que você é honesto.”

**(João de Freitas Araújo, Meu Pai)**

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Páginas</b>
1. Localização da bacia do rio Saúde, litoral norte do Estado de Alagoas, Lat. 09° 21' 92'', Long. 35° 36' 92''.	34
2. Local de coleta de dados no Rio Saúde, no ano de 2004.	35
3. Posto Pluviométrico instalado na sede do projeto Peixe Boi-Pratagy ( NMRH).	36
4. Garrafa Van Dorn, coleta de água no Rio Saúde, no período compreendido entre maio e dezembro de 2004.	37
5. GPS, Sistema de Posicionamento Global.	38
6. Oxímetro WTW de fabricação Alemã, modelo, OXI 315 / SET.	39
7. Condutivímetro ou salinômetro, modelo LF 330 da marca WTW. para determinação da condutividade e salinidade.	40
8. Turbidímetro de análise direta, Turbquanta fabricado pela MERCK.	41
9. Sonda multiparamétrica YSI modelo 6600, usada para análise da clorofila “a”.	42
10. PHmetro, usado para medidas de pH, com valores compreendidos entre 1 e 14.	44
11. Coleta de dados de transparência da água no Riacho Saúde, utilizando o Disco de Secchi.	45
12. Precipitação total em função dos meses para o período de maio a dezembro de 2004, coletada na estação Peixe Boi. (fonte Núcleo de meteorologia do estado de Alagoas).	51
13. Imagem de Radar para o dia 1° de junho de 2004, onde ocorreu o maior valor pluviométrico para o período estudado, Fonte: SIRMAL, ( Sistema de Radar Meteorológico de	51

- Alagoas) .
14. Precipitação para os últimos 8 dias antes das coletas, em função dos meses de coleta, no período de maio a dezembro de 2004, coletada na estação Peixe Boi. (Fonte: Núcleo de Meteorologia do Estado de Alagoas). 53
  15. Imagem de Radar para o dia 10 de dezembro de 2004, dia da coleta do mês com menor valor pluviométrico total para o período estudado, fonte: SIRMAL, (Fonte: Sistema de Radar Meteorológico de Alagoas) . 54
  16. Temperatura da água em função do período de coleta, compreendido entre de maio a dezembro de 2004, (dados obtidos através de coletas realizados In-loco). 55
  17. Condutividade elétrica em relação ao período de coleta para o período de maio a dezembro de 2004. 57
  18. pH da água para o período de maio a dezembro de 2004. 59
  19. Oxigênio Dissolvido na água para o período de maio a dezembro de 2004, (dados obtidos através de coletas realizados In-loco). 62
  20. Salinidade na água para o período de maio a dezembro de 2004. 63
  21. Transparência da água para o período de maio a dezembro de 2004. 64
  22. Comportamento da turbidez no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004. 66
  23. Comportamento do nitrato (NO<sub>3</sub>) no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004. 68
  24. Comportamento do nitrito (NO<sub>2</sub>) no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004. 69

25.	Comportamento da clorofila no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004.	70
26.	Índice de qualidade de água de Bascarán, para o Rio Saúde calculado para os meses de maio a dezembro de 2004.	72
27.	Presença de espécimes aquáticas no Rio Saúde no período de coleta.	73
28.	Variação do IQA no Rio Saúde comparado com a precipitação mensal, para o período de maio (mês 1) a dezembro (mês 8) de 2004.	74
29.	Variação do IQA no Rio Saúde comparado com a precipitação dos últimos 8 dias, para o período de maio (mês 1) a dezembro (mês 8) de 2004.	75

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Páginas</b>
1. Distribuição das concentrações dos principais elementos que compõe água doce e a água salgada, Fonte: (Gross, 1990).	12
2 Aspecto aparente da água	48
3 Intensidade de chuva, nas imagens de radar em mm/h.	52
4 Intensidade de chuva, nas imagens de radar em mm/h.	53
5 Comparação do oxigênio, turbidez e pH nas coletas do Rio Saúde com os valores apresentados pela resolução do CONAMA de 18 de junho de 1986.	76

AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS E ÍNDICE DE  
QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO SAÚDE, EM RAZÃO DA PRECIPITAÇÃO  
(MAIO A DEZEMBRO DE 2004)

ARAUJO, Allysson Evangelista de Matos. Avaliação dos parâmetros físicos e químicos e índice de qualidade da água no rio Saúde, em razão da precipitação (maio a dezembro de 2004): Estudo de caso. Orientador: prof. Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorim. Maceió-AL, 2006. 109p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a variação do índice de qualidade da água no rio Saúde Litoral norte de Alagoas, relacionando parâmetros de qualidade da água bem como o próprio índice, com os períodos chuvoso e seco definidos através de estudos climatológicos. O período de coletas ficou compreendido entre os meses de maio a dezembro de 2004, sendo os meses de maio a agosto, definidos como sendo o período chuvoso, e de setembro a dezembro uma estação seca. Foram coletados os parâmetros químicos da água: Oxigênio Dissolvido, pH, Turbidez, Salinidade, Material em suspensão, Clorofila, Condutividade Elétrica, Nitrato, Nitrito, Temperatura e Transparência da água. Também foi coletada a precipitação na estação Peixe Boi localizada na cede do projeto Peixe Boi, no litoral norte de Alagoas. Os resultados encontrados mostrara baixos valores de qualidade da água, isso de deve a falta de parâmetros biológicos no calculo do índice. O índice usado para o calculo foi o Bascaràn, foi detectada a variação desse índice em relação ao período seco e chuvoso tendo um leve aumento no período chuvoso e estabilidade no período seco.

**Palavras Chaves:** Meteorologia, Qualidade da água, Hidroquímica.

AVALIATION OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS, AND OF  
THE VARIATION OF THE INDEX OF QUALITY OF THE WATER IN THE RIVER  
SAÚDE RELATING WITH THE LOCAL PRECIPITATION, FOR THE PERIOD  
FROM MAY TO DECEMBER OF 2004.

ARAÚJO, Allysson Evangelista de Matos. Characterization of the physical and chemical parameters, and of the variation of the index of quality of the water in the River Saúde relating with the local precipitation, for the period from May to December of 2004: Study of case. Guiding: Prof. Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorin. Maceió-AL, 2006. 109p. Dissertation (Master's degree in Meteorology)

### **Summary**

This work was developed with the objective of evaluating the variation of the index of quality of the water in the river Saúde North coast of Alagoas, relating parameters of quality of the water as well as the own index, with the rainy and dry periods defined through climatological studies. The period of collections was understood among the months from May to December of 2004, being the months from May to August, defined as being the rainy period, and from September to December the dry season. The chemical parameters of the water were collected: Dissolved oxygen, pH, Turbidez, Salinity, Material in Suspension, Chlorophyll, Electric Conductivity, Nitrate, Nitrite, Temperature and Transparency of the water. Also the precipitation was collected in the station Peixe Boi located in project Peixe Boi headquarters, in the North coast of Alagoas. The found results had shown low values of water quality, which is due the lack of biological parameters in the calculation of the index. The index used for the calculation was Bascaran, the variation of that index was detected in relation to the dry and rainy periods tends a light increase in the rainy period and stability in the dry period.

**Key Words:** Meteorology, Quality of the water, Hydrochemistry

## **1. INTRODUÇÃO**

Estudos diagnósticos de eventos extremos são muito importantes no sentido de estabelecer eventuais ocorrência de eventos similares, sobretudo no meio aquático. A água doce e a água dos oceanos vem sendo motivo de preocupação, em relação a não poluição, a reprodução dos organismos vivos nela existentes e a própria qualidade da água. Atualmente, há um interesse em estudar os parâmetros relacionados aos ecossistemas aquáticos existentes. O porque de suas anomalias, e a variação dos parâmetros físicos e químicos.

Até o final do Século XX, apenas 47% das cidades brasileiras coletavam parcialmente seus esgotos domésticos e deste montante cerca de 90% são lançados nos rios, e 70% dos efluentes industriais estão disponíveis no ambiente, sem sofrerem qualquer tratamento. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, conseguia tratar



apenas 23% dos esgotos coletados, podendo tratar naquele momento, até mais de 50%, onde vários são os destinos dessas águas, desde um sistema simples de tratamento, reutilização diversa, ou mesmo despejadas em outros corpos, tanto de água doce, como no mar.

O Brasil detém cerca de 20 % da água doce do mundo e só na Amazônia estão concentradas mais de 80% das disponibilidades hídricas nacionais, enquanto que no Polígono das Secas, na região do semi-árido que representa 12 % do território brasileiro, tais carências hídricas são extremas e compõem um quadro de pobreza absoluta e que, ainda não se aplicou condições mínimas de equacionamento a curto prazo.

O município de Maceió é uma área em crescimento constante e desordenado, podendo com o passar do tempo ter um possível colapso do seu sistema de abastecimento de água, torna-se visível à necessidade de uma avaliação prévia de possíveis alternativas de abastecimento de água para o município de Maceió. Devido a essas condições se faz necessário um estudo aprofundado dos diversos fatores relacionados com a variação da qualidade das águas continentais. O objetivo do trabalho é avaliar os parâmetros físicos e químicos da água, e a variação da qualidade da água do Riacho Saúde localizado no litoral norte do Estado de Alagoas, utilizando o Índice de qualidade de água IQAB, relacionando os resultados com os períodos seco e chuvoso, sendo os dois períodos bem definidos nessa região.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Considerações Gerais Sobre a Água e Seu monitoramento**

O intenso uso da água e a poluição gerada contribuem para agravar sua escassez e resulta na necessidade crescente do acompanhamento das alterações da qualidade da água.

Faz parte do gerenciamento dos recursos hídricos o controle ambiental, de forma a impedir que problemas decorrentes da poluição da água venham comprometer seu aproveitamento múltiplo e integrado, dessa forma esse controle pode colaborar para a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente. Ultimamente, novos problemas ambientais têm sido detectados numa velocidade muito maior do que a nossa capacidade de resolver os velhos problemas já conhecidos. É necessário entender os processos ambientais, para que se avance no conhecimento dos ecossistemas e para que se possa atuar corretamente sobre as causas das alterações encontradas. Isso somente é possível quando se dispõe de um conjunto de informações confiáveis obtidas a partir de observações sobre o que está ocorrendo no meio. É assim que os sistemas de monitoramento de qualidade de água devem ser entendidos e planejados (TUNDISI, 2002).

O conceito de monitoramento da qualidade da água é muito mais amplo do que a simples verificação dos padrões legais de qualidade da água que estão sendo obedecidos ou

não. Deve atender a necessidade de se responder o que está sendo alterado e porque as modificações estão ocorrendo. O gerenciamento da qualidade da água precisa dessa resposta para que as ações tomadas sejam eficientes na redução dos danos ao meio ambiente, atuais e futuros. Não basta coletar os dados no campo. É importante que se estabeleça formas de utilização desses dados coletados, permitindo que essas informações sejam úteis ao gestor dos recursos hídricos e à sociedade e que delas resultem um passo a mais no conhecimento dos processos da natureza (TUNDISI, 2002).

O Brasil, é um país, com poucos sistemas de monitoramento de qualidade da água. Portanto, dispõe de uma quantidade pequena de informações sobre o estado de seus corpos de água, principalmente face as suas dimensões continentais, diferenças geográficas regionais e magnitude dos problemas de poluição. Existem poucas redes instaladas com coleta sistemática de dados e, mesmo no caso de campanhas mais específicas quanto a objetivo e ao local, também não há grande disponibilidade. A contaminação da água se define como a alteração de sua qualidade natural pela ação do homem, que faz com que seja, parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina. Entende-se por qualidade natural da água o conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que apresenta a água em seu estado natural nos rios, lagos, mananciais, no subsolo ou no mar (CONEZA, 1998 & MOPU, 1985).

A qualidade da água não é um termo absoluto, sendo algo que sempre se caracteriza em função de determinado uso. Interessa, pois, conhecer a água sob diversos pontos de vista: utilização fora do lugar onde se encontra, como é o caso de água potável, usos domésticos e urbanos, usos industriais, agrícolas e para dessedentação de animais, principalmente bovinos; utilização dos cursos de água ou massa de água, para banho, pesca,

navegação, etc. Também como meio aquático, que acolhe espécies animais e vegetais e como meio receptor de efluentes residuais de origem urbana ou industrial (CONEZA, 1998).

Esse fato indica a necessidade do país desenvolver sua tecnologia de redes de monitoramento de qualidade da água e reconhecer a importância desses investimentos, para melhorar e ampliar seus bancos de informações no setor de recursos hídricos (REBOUÇAS 2002).

Hidrologicamente, um rio é um sistema aberto, com um fluxo contínuo da fonte a foz, sendo que esse vetor influi fortemente na composição das comunidades as quais apresentam adaptações que as tornam capazes de evitar a deriva em direção a foz. Toda a região pelágica está caracterizada pela instabilidade do corpo de água; na região bentônica tem-se uma composição de diferentes tipos de comunidades, em dependência da força da água ou da velocidade da correnteza ou, em última análise da declividade do rio. As águas correntes ou lóxicas, mostram, características peculiares em relação aos lagos, no que se refere ao fator, dinâmica do movimento do corpo de água. A declividade dos rios, em dependência de sua localização geográfica, e a velocidade da água, não permitem um balanço de substâncias mais estático, como observado nos lagos. Apenas os rios localizados na planície e com baixa velocidade das águas, podem ser encontradas condições que se assemelham a lagos (ALOIS SCHÄFER, 1984).

Os parâmetros de qualidade de água a seguir fazem parte de um padrão utilizado por um índice de qualidade de água que será adotado para a análise dos resultados dos dados analisados em laboratório.

## **2.2 Parâmetros Físicos, Químicos e Biológicos da água.**

### 2.2.1 Oxigênio Dissolvido

Dentre os gases dissolvidos na água, o Oxigênio (O<sub>2</sub>), é considerado um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são: a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas são: o consumo pela decomposição de matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, o Ferro (Fe) e o Manganês (Mn). A solubilidade do oxigênio na água, como de todos os gases, depende de dois fatores principais: temperatura e pressão. Assim, com a elevação da temperatura e a diminuição da pressão, ocorre redução e solubilidade do oxigênio na água. A uma pressão de 760 mmHg e 100% de umidade relativa, e uma temperatura de 0° C, solubilizam-se 14,60 mg de oxigênio por litro de água, enquanto que nas mesmas condições e á temperatura de 30° C (freqüentemente observada em lagos tropicais), solubilizam-se apenas 7,59 mg de oxigênio por litro de água, ou seja, cerca da metade do valor a 0° C. Logo, para se obter a saturação de oxigênio, é preciso relacionar os teores absolutos de oxigênio dissolvido com a temperatura e a pressão atmosférica. Entende-se por saturação de oxigênio como sendo a quantidade máxima de oxigênio que pode ser dissolvida na água em determinada pressão e temperatura (ESTEVES, 1998).

Baseado nessas propriedades, os organismos aquáticos tropicais têm, em princípio, menos oxigênio disponível do que os de lagos temperados, devido a baixa temperatura encontrada nas águas temperados a solubilização do oxigênio é bem maior que em águas tropicais. Esta constatação assume importância, quando considera-se, que nas águas próximas ao equador, a temperatura pode atingir até 38° C (ESTEVES, 1998).

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o oxigênio dissolvido reduz ou desaparece, quando a água recebe quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos de água são decompostos por microorganismos que se utilizam oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio. A morte de peixes em rios poluídos se deve, portanto, à ausência de oxigênio e não à presença de substâncias tóxicas (BRANCO, 1986).

O teor de OD expressa a quantidade de oxigênio dissolvido presente no meio, sendo que a sua concentração está sujeita às variações diária e sazonal em função da temperatura, da atividade fotossintética, da turbulência da água e da vazão do rio (PALMA-SILVA, 1999), podendo reduzir-se na presença de sólidos em suspensão e de substâncias orgânicas biodegradáveis, como esgoto doméstico, vinhoto e certos resíduos industriais (MATHEUS et al., 1995). A decomposição da matéria orgânica nos cursos d'água pode diminuir o teor de oxigênio dissolvido.

A difusão de oxigênio dentro de um corpo de água dá-se pelo transporte de massa de água, uma vez que a difusão molecular é insignificante, tendo em vista, a ocorrência da quebra da molécula de água, com resultados de aeração do corpo de água. Imagina-se a superfície de um lago com teor de oxigênio de 10,29mg/L e se esse lago estiver totalmente

livre de turbulência e a distribuição de oxigênio ocorrer somente por difusão molecular, serão necessários 638 anos para uma camada de água, localizada a 10m de profundidade, possa atingir uma concentração de 11,00mg/L de O<sub>2</sub>, o que é insignificante em termos absolutos, devido a pequena difusão molecular de oxigênio (GESSNER , 1959).

O padrão de distribuição de oxigênio em ecossistemas aquáticos é, via de regra, inverso ao gás carbônico. Esse fato é evidente durante um dia ensolarado, quando ocorre na zona eufótica um intenso consumo de gás carbônico devido a fotossíntese, ao mesmo tempo em que ocorre uma produção considerável de oxigênio. Por outro lado, na zona afótica, devido a atividade microbiana (decomposição de matéria orgânica), há uma alta produção de gás carbônico e correspondente consumo de oxigênio. Este fenômeno ocorre mesmo em lagos rasos, como é o caso do lago Curuçá, no Pará, onde a partir de dois metros de profundidade observa-se forte déficit de oxigênio e acentuado aumento de gás carbônico (CAMARGO & MIYAI, 1988).

As flutuações apresentadas pelas variáveis limnológicas no período de 24 horas assumem papel fundamental na caracterização dos corpos de água, especialmente daqueles localizados em regiões tropicais. Isto porque, estas variações interferem em processos biológicos e bioquímicos que ali se desenvolvem, geralmente caracterizados por profundas alterações, nem sempre previsíveis (BARBOSA, 1981).

O padrão da variação sazonal, típico para ecossistemas aquáticos temperados, assume menor importância em regiões tropicais, em detrimento das variações diárias. Nos trópicos, as variações anuais do fotoperíodo, da intensidade luminosa e da temperatura (acima dos níveis limitantes ao crescimento) entre diferentes estações do ano, são reduzidas, apresentando, no entanto, grande, variações no decorrer de 24 horas. As amplitudes de variação destes fatores ambientais, são, menores na região equatorial e

maiores na subtropical. Dentre as variáveis limnológicas que apresentam maiores variações diárias, destaca-se o oxigênio dissolvido. As grandes variações diárias das concentrações de oxigênio dissolvido ocorrem, por estar este gás diretamente envolvido com o processo de fotossíntese e respiração e/ou decomposição que, por sua vez, estão diretamente relacionados com o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura da água. Assim, pode-se dizer que as variações diárias de oxigênio dissolvido estão diretamente acopladas a estas variáveis, podendo, no entanto, outros fatores como os ventos e as chuvas, terem importância eventual (ESTEVEZ, 1998).

### **2.2.2 Temperatura da Água**

A temperatura da água é influenciada pela latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade. Nos ecossistemas aquáticos continentais, a quase totalidade da propagação do calor ocorre por transporte de massa d'água, sendo a eficiência deste em função da ausência ou presença de camadas de diferentes densidades. Em lagos que apresentam temperaturas uniformes em toda a coluna, a propagação do calor através de toda a massa líquida pode ocorrer de maneira eficiente, uma vez que a densidade da água nessas condições é praticamente igual em todas as profundidades, sendo o vento o agente fornecedor da energia indispensável para a mistura das massas d'água. Por outro lado, quando as diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades, formando uma barreira física, impedindo que se misturem, e se a energia do vento não for suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente, criando a condição de estabilidade térmica. Quando ocorre este fenômeno, o ecossistema aquático está



estratificado termicamente. Os estratos formados frequentemente estão diferenciados física, química e biologicamente (ESTEVES, 1998).

A temperatura da água influencia na concentração de outras variáveis, como Oxigênio Dissolvido (PORTO et al., 1991).

A temperatura da água, é o parâmetro físico mais comumente observado devido a facilidade com que pode ser registrado. A temperatura é um dos principais limitantes numa grande variedade de processos biológicos, desde a velocidade de simples reações químicas até a distribuição ecológica de uma espécie animal.

Arcova et al. (1993) afirmaram que a principal variável que controla a temperatura da água de pequenos rios, é a radiação solar.

As grandes massas de água propiciam um ambiente térmico particularmente estável. A temperatura do corpo de um peixe segue de perto a da água. Esta temperatura nunca pode ser menor que a da água (HARDY, 1981).

As variações de temperatura na superfície e no fundo do lago seguem as oscilações naturais da temperatura do ar, conforme seus aspectos de sazonalidade. Cabe destacar que, em decorrência da elevadíssima capacidade calorífica da água, os ambientes aquáticos apresentam amplitudes térmicas consideravelmente inferiores àquelas obtidas na atmosfera. (SPERLING et. al., 2004).

Para as medidas de temperatura, podem ser utilizados termômetros simples de mercúrio ou aparelhos mais sofisticados como o "Termistor", que pode registrar diretamente a temperatura em várias profundidades na coluna d'água. Estas medidas devem ser realizadas no próprio local de coleta. A elevação anormal da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, etc.) e

usinas termoeletricas. A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físico-químicos. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto que a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam a solubilidade com a elevação da temperatura. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (HTTP://WWW.INTERMEGA.COM.BR, Acessado em 2004).

### **2.2.3 Salinidade**

Salinidade é o conteúdo total de material dissolvido em água (PICKARD & EMERY, 1981). Vários elementos, tem suas proporções constantes entre eles na água do mar como: cloro, sódio, magnésio, cálcio, potássio e enxofre. Todos ocorrem como íons ou grupos de átomos. Embora existam mais de 70 elementos dissolvidos na água do mar, estes seis elementos perfazem mais de 99 % do conteúdo total dos sais. A constância de proporções entre os elementos maiores na água do mar possibilita a determinação da salinidade da água do mar através de um único constituinte, sendo que o cloreto é o mais utilizado. Através da determinação da clorinidade (gramas/litro) é possível determinar a quantidade de sal existente. Em um litro de água do mar encontramos 965g de água e 35g de sal onde o cloreto representa aproximadamente 55% desse valor (GROSS,1990).

Ao contrário da água do mar, na água doce as proporções dos seus constituintes são variáveis. O maior constituinte é o bicarbonato com 49% do total. A salinidade total da

água doce normalmente é dominada por quatro cátions principais (Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio) e pelos ânions (Bicarbonato, Carbonato, Sulfato e Cloro) (WETZEL, 1981).

Água Doce	Bicarbonato 49%	Cálcio 12%	Sílica 11%	Sulfato 9,3%	Outros 18,3%
Água Salgada	Cloreto 55%	Sódio 30,6%	Sulfato 7,7%	Magnésio 3,7%	Outros 3%

**Tabela 1: Distribuição das concentrações dos Principais elementos que compõe água doce e a água salgada, Fonte: (Gross, 1990).**

Atualmente utiliza-se para determinar a salinidade na água do mar o método da condutividade, onde é utilizado um condutivímetro ou termo-salinômetro que através de parâmetros pré-determinados pode-se avaliar a quantidade de sal através de condutividade elétrica. A condutividade elétrica serve para indicar a capacidade da água em conduzir a corrente elétrica. A concentração de eletrólitos determina a capacidade da água em conduzir uma corrente elétrica através de íons dissociados onde a velocidade de movimentação dos íons modifica-se com a temperatura. Na água salgada há uma grande concentração desses íons aumentando assim a condutividade elétrica e conseqüentemente a salinidade, ao contrario da água doce que possui baixo teor de eletrólitos dissolvidos conseqüentemente baixa condutividade elétrica (SCHÄFER, 1985).

#### **2.2.4 Condutividade Elétrica**

A condutância elétrica (condutividade) é uma expressão numérica da capacidade de uma água em conduzir a corrente elétrica. A condutividade da água depende de suas concentrações iônicas e da temperatura. A condutância elétrica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade específica da água aumenta. Considerando-se que a capacidade de uma solução em conduzir a corrente elétrica é função da concentração dos íons presentes, é de se esperar que em soluções de maior concentração iônica, maior será a condutividade elétrica. Por outro lado, em água pura, ocorre o fenômeno inverso, onde maior será a resistência, e menor a condutividade. A atividade iônica de uma solução é fortemente dependente de sua temperatura (aumenta cerca de 2% a cada °C). em limnologia, adotou-se como padrão a temperatura de 25°C, para realização das leitura de condutividade elétrica. No passado outros valores foram utilizados como padrão (18 e 20°C). Além da temperatura, o pH da amostra pode ter influencia sobre os valores de condutividade elétrica. Principalmente em água pobres em sais solúveis e de baixos valores de pH (<5), o íon H<sup>+</sup> torna-se o principal responsável pelos valores de condutividade elétrica. Caso semelhante ocorre com o íon OH<sup>-</sup> em águas muito alcalinas, (pH>9). Assim em amostras cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas, os valores de condutividade elétrica são devidos, a elevadas concentrações de poucos íons em solução; dentre estes, os mais freqüentes são H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> (ESTEVES, 1998).

Segundo Sperling (2004), pode-se constatar a ocorrência de teores elevados de condutividade elétrica no período seco, quando não ocorre o efeito diluidor das águas de chuva .

Em regiões tropicais, os valores de condutividade elétrica nos ambientes aquáticos estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localizam e com as condições climáticas (estação seca e chuvosa), do que com o estado trófico (BARBOSA, 1981).

Do ponto de vista da limnológico, a condutividade elétrica dos corpos de água de uma região pode fornecer importantes informações, que possibilitam identificar as várias províncias geológicas, evidenciando desta maneira, a interação entre o sistema aquático e o terrestre, conforme (FITTIKAU, 1971B).

Em água doce, pode-se relacionar o valor da condutividade com as concentrações dos principais íons determinantes da salinidade como: cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonatos, sulfatos e cloreto. Para água de piscicultura, valores de 20 a 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , devem ser esperados ([HTTP://WWW.MERCADODAPESCA.COM.BR](http://www.mercadodapescacom.br) Acessado em 2004).

### **2.2.5 Turbidez da água**

A turbidez da água, é o inverso da transparência da água, sendo esta última, associada à cor e a turbidez, medindo por sua vez a profundidade de penetração da luz na massa líquida, considerado um fator limitante do crescimento e reprodução das plantas aquáticas. A alta turbidez da água, reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez da água, pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. E afeta adversamente o uso doméstico, industrial e recreacional da água ([HTTP://WWW.INTERMEGA.COM.BR](http://www.intermegacom.br) Acessado em 2004).

A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação direta incidente no corpo de água. Quantitativamente, este fenômeno pode ser expresso em termos de coeficiente de dispersão ou alguma unidade empírica, como a turbidez nefelométrica. Esta medida é expressa em diferentes unidades, sendo as mais freqüentes: NTU(“Nephelometric Turbidity Units”) e unidades de turbidez de Jackson (ESTEVES, 1998).

Os principais responsáveis pela turbidez da água (também pela dispersão da radiação) são principalmente as partículas suspensas (bactérias, fitoplâncton, detritos orgânicos e inorgânicos) e em menor proporção os compostos dissolvidos. Estes são responsáveis pela verdadeira cor da água e o material em suspensão pela cor aparente. Pode-se, a grosso modo, considerar a cor aparente da água, como a sua turbidez (HUTCHINSON, 1957).

A turbidez da água decorre da presença de finas partículas de argila e/ou diferentes materiais em suspensão, durante prolongado tempo, pois as águas quando muito agitadas podem manter em suspensão pequenas partículas de areia ( PAIVA, 1982).

Ainda segundo Paiva (1982), a turbidez da água provoca fenômeno de reflexão e dispersão dos raios luminosos, limitando a penetração da luz na coluna de água.

A turbidez da água, aponta a quantidade de sólidos em suspensão, responsáveis por variações quantitativas e qualitativas da qualidade das águas, como penetração da luz, fotossíntese e produtividade. Ela é resultante da presença de partículas orgânicas ou do solo (inorgânicas), em suspensão na água, até certo ponto desejáveis, na medida que reduzem a penetração de luz, impedindo a manifestação das macrófitas nos viveiros. Porém, concentrações elevadas de sólidos em suspensão são danosas aos peixes, impedem e

reduzem excessivamente a passagem da luz, desequilibrando assim cadeia trófica. Em águas muito turvas a luz se extingue completamente logo abaixo da superfície d' água. Uma elevação nessa variável pode causar modificações nos ciclos biodinâmicos, interferindo na velocidade e intensidade da ação fotossintética ( PAIVA, 1982).

A turbidez na água é causada pela presença de materiais em suspensão, tais como argila, Sílica, matéria orgânica e inorgânica. Em concentrações elevadas reduz a penetração da luz na água, inibindo a sim a ação fotossintética no ambiente (MEDEIROS, 2003b).

Turbidez de uma amostra de água, é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessa-la. Esta redução se dá por absorção ou por espalhamento, uma vês que as partículas que provocam turbidez nas águas, são maiores que o comprimento de onda da luz branca, devido a presença de sólidos em suspensão (MEDEIROS et al, 2002).

Uma água turva demonstra excesso de materiais orgânicos, como excrementos, restos vegetais e animais, etc., provocando o aumento de bactérias. Solo argiloso e águas em movimentação, ocasionam turvamento (([HTTP://WWW. MERCADODAPESCA.COM.BR](http://www.mercadodapesca.com.br) Acessado em 2004)

### **2.2.6 Clorofila “a”**

Dentre os componentes específicos dos cloroplastos, os mais importantes são representados pelos pigmentos, principalmente as clorofilas. A clorofila “a” é de ocorrência generalizada em todas as células fotossintetizadoras, e desempenha um papel fundamental no processo de bioconversão de energia. A estrutura da clorofila ”a”

compõe-se da porção porfirina, constituída de quatro anéis de pirrol ligados por pontes de carbono-hidrogênio. Outra característica da molécula de clorofila, é a cadeia carbônica denominada fitol, que é ligada ao sistema de anéis pirrolicos. Uma importante característica da molécula de clorofila é a presença do “anel” número 5, o qual parece estar relacionado com a função fotocatalítica do pigmento, provavelmente através de recepção dos elétrons atraídos dos outros anéis pela carga positiva do íon magnésio (GUIMARÃES, 1985).

A clorofila, se desenvolve “por metro quadrado” tendendo a apresentar quantidades similares em comunidades distintas, indicando que o conteúdo do pigmento verde em comunidades inteiras é mais uniforme do que em plantas individuais ou em partes de plantas. Comunidades intactas, contendo várias plantas, novas e velhas, em pleno sol e na sombra, estão integradas ajustando-se, tanto quanto aos fatores limitantes locais que permitem ou não à entrada de energia solar, incidindo no ecossistema proporcionalmente à área deste. As plantas, ou parte de plantas adaptadas a sombra, tendem a apresentar uma concentração mais alta de clorofila do que as adaptadas a luz, propriedade esta que lhes permite capturar e converter o maior número possível dos escassos fótons de luz (GESSENER, 1949).

A clorofila total é mais alta em comunidades estratificadas, como florestas, onde geralmente é maior na terra do que na água. Num dado sistema adaptado a luz, a clorofila da zona autotrófica adapta-se aos nutrientes e aos outros limites. Conseqüentemente se a razão de assimilação e luminosidade disponível for conhecida, pode-se estimar a produção bruta, extraindo os pigmentos e medindo-se a concentração clorofiliana com um espectrofotômetro. Ryther e Yestsch (1957) Apud, (Odum, 1985), descobriram que o



fitoplâncton marinho, em nível de saturação luminosa, apresenta uma razão de assimilação relativamente constante de 3,7g de carbono assimilado por hora por grama de clorofila. Taxas de produção calculadas segundo esta produção e segundo medidas de clorofila-luz são semelhantes às obtidas por outros métodos como as análises instantâneas realizadas com sondas. A partir de 1957 o método clorofiliano vem sendo largamente usado para se estimar a produção primária do mar e de outras massas.

Os pigmentos são compostos que absorvem radiações visíveis. O principal pigmento fotossintético coletor de energia solar é a clorofila. A molécula de clorofila é feita de um anel complexo ou porfirina, contendo Mg, e uma parte linear ou fitol (álcool). A porfirina é hidrófila e se encontra imersa na região protéica das membranas do cloroplasto enquanto o fitol hidrófobo serve para ancorar a molécula de clorofila na sua camada de lipídios(ODUM, 1985).

A clorofila absorve radiações nas regiões das cores azul e vermelha e reflete radiações na região de cor verde. A absorção de luz visível pelas moléculas de clorofila não é típica de moléculas orgânicas que geralmente absorvem a radiação UV.

A absorção da clorofila se deve à presença, sua molécula, de ligações conjugadas, ou seja, ligações simples alternadas com ligações duplas no anel de porfirina da molécula. Os diferentes tipos de clorofila existentes (a, b, c) se devem a diferenças nesse anel (ODUM, 1985).

A unidade fotossintética ou fotossíntese (FS) consiste em aproximadamente 300 moléculas de clorofila. A energia solar coletada por essas moléculas é transferida por ressonância para uma molécula coletora. Essa molécula introduz a energia coletada na

sequência de oxidações e reduções que resultam na formação de ATP e NADPH. Quando um fóton ou um quantum de energia luminosa é absorvido pela molécula de clorofila, um elétron dessa molécula é ativado e passa para um nível energético mais alto. A energia do fóton absorvido deve ser igual à diferença entre o nível de energia da molécula antes e depois da ativação. Sendo a energia do fóton inversamente proporcional ao seu comprimento de onda, somente certo comprimento de onda pode ser absorvido pela molécula a ser ativada. Uma vez ativada, a molécula de energia pode liberar sua energia na forma de calor, de fluorescência, de fosforescência ou fotoquímica. Em plantas intactas, a maior parte da energia é liberada na forma fotoquímica (ODUM 1985).

### **2.2.7 pH**

Segundo Carmouze, (1994), o termo pH (potencial hidrogeniônico) é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade.

As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água, se o pH está mais alcalino ou ácido, devido a fatores, como, despejo de efluentes na água. Às águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9, às vezes

são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode ser elevado, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um pHgâmetro digital.

O pH fornece indícios sobre a qualidade hídrica (água superficial valor entre 4 e 9), o tipo de solo por onde a água percorreu e indica a acidez ou a alcalinidade da solução (MATHEUS et al., 1995).

A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar (tamponar) ácidos a ele adicionados. Esta capacidade depende de alguns compostos, como bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. A alcalinidade é determinada através da titulação.

É possível obter pHs de soluções, para o tratamento de água em um aquário, através de uma tabela determina-se o valor ideal para os peixes. Caso contrário pode-se desenvolver fungos que são mais comuns em pHs ácidos. Em pHs ácidos os organismos tendem a sofrer de irritações e escamações de pele. O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria morta a ser decomposta, sendo que quanto maior a quantidade de matéria orgânica disponível, menor o pH, pois para haver decomposição desse material muitos ácidos são produzidos (como o ácido húmico). As águas conhecidas como Pretas (por exemplo o Rio Negro, no Amazonas) possuem pH muito baixo, devido ao excesso de ácidos em solução. O pH de um corpo d'água também pode variar, dependendo da área (no

espaço) que este corpo recebe as águas da chuva, os esgotos e a água do lençol freático. Quanto mais ácido for o solo da Bacia, mais ácidas serão as águas deste corpo d'água. Por exemplo, um Cerrado, que tem excesso de alumínio, quando drenado, leva uma grande quantidade de ácidos para os corpos d'água, reduzindo o pH. A variável em questão, o pH, é muito influenciável pelo espaço e no tempo, ([HTTP://.WWW.EDUCAR.SC.USP.BR](http://www.educar.sc.usp.br), Acessado em 2004).

### **2.2.8 Atenuação da Radiação e Transparência da Água.**

A radiação na água está submetida a dois processos básicos: absorção e dispersão. O somatório de ambos leva ao que é denominado atenuação da radiação. Este é um fenômeno que ocorre de maneira exponencial ao longo da coluna de água e é denominado de atenuação vertical da radiação. Este é função principalmente da quantidade de material em suspensão, visto que nestas condições ocorrerá mais absorção (a radiação dispersa pode alcançar uma partícula por todos os lados) e mais perdas de radiação para a atmosfera.

O coeficiente de atenuação vertical da radiação ( $k$ ), também chamado de coeficiente de extinção vertical ou menos corretamente de coeficiente de absorção vertical,

corresponde ao somatório dos coeficientes de absorção e coeficiente de dispersão, sendo expresso em metros. O coeficiente de atenuação vertical da radiação juntamente com a intensidade da radiação na superfície são os principais fatores que determinam a quantidade de energia em uma determinada profundidade da coluna de água. Esta relação pode ser representada pela seguinte equação.

$$(Eq:1) I = I_0 \times e^{-kZ}$$

Onde: I = radiação em uma dada profundidade (w/m<sup>2</sup>)

I<sub>0</sub> = radiação na superfície (freqüentemente utilizando-se da subsuperfície)

e = base de logaritmo neperiano

z = profundidade (m)

k = coeficiente de extinção ou atenuação

Derivando-se a equação referente ao calculo do coeficiente vertical de atenuação, obtém-se:

$$(Eq:2) K = (\ln I_0 - \ln I) / Z$$

Onde : ln = logaritmo natural

O K é função de dois fatores principais: concentração de compostos dissolvidos e em suspensão na água, e da distância percorrida pela radiação. Quando k é expresso graficamente, utiliza-se a forma logarítmica.

O K medido em campo apresenta-se em média 20% superior àquele obtido em condições de laboratório. Isto ocorre porque em condições naturais a radiação penetra na água predominantemente como ocorre em condições experimentais (KIRK, 1986).

Como pode ser observado, os valores de K variam em virtude de compostos presentes na água. Os menores valores médios foram encontrados na região limnética (região localizada entre a região litorânea e a região profunda dos corpos de água) de lagos oligotróficos e os maiores em lagos turbidos, ou seja, com elevada concentração de compostos em suspensão. Na extensa pesquisa realizada por Howard et. al. (1984), que envolveu 34 lagos dos mais diferentes tipos, os valores de K variaram de 0,10 a 35,30.

A intensidade de atenuação nos diferentes comprimentos de onda é função da qualidade da água. Em lagos com águas ricas em compostos húmicos apresenta uma maior atenuação sobre o azul e o verde e menor sobre o vermelho devido a capacidade dessas substâncias de absorverem a radiação nesses comprimentos de onda. Por outro lado, em lagos com águas relativamente claras como o lago de Helvécio (MG), a maior atenuação é sobre o vermelho e, a menor, sobre o azul.

A transparência da coluna d'água pode variar desde alguns centímetros até dezenas de metros. Essa região da coluna d'água é denominada zona eufótica e sua extensão depende, principalmente, da capacidade do meio em atenuar a radiação subaquática. O limite inferior da zona eufótica é geralmente assumido como sendo aquela profundidade

onde a intensidade da radiação corresponde a 1% da que atinge a superfície (CARMOUZE, 1994).

Em locais com águas claras a profundidade do disco de Secchi é mais real, visto que nestas condições ocorre pouca dispersão da radiação, conseqüentemente, a radiação refletida a partir da superfície do disco é em grande parte captada pelo observador. Por outro lado, nos lagos com elevadas concentrações de compostos dissolvidos e particulados, forte dispersão da radiação pode ocorrer, assim: a) parte da radiação que incidiria no disco é dispersa não retornando pelo caminho óptico ao observador, não sendo envolvida no processo de observação; b) parte da radiação que é refletida a partir do disco é dispersa, não retornando pelo caminho óptico ao observador; c) radiações dispersas, fora do caminho óptico original, atinge este caminho passando a ser envolvidas no processo de observação. Como resultado, observa-se freqüentemente em lagos túrbidos a subestimação dos valores do disco de Secchi. Em alguns casos o disco pode desaparecer rapidamente, no entanto, a luz difusa poderá penetrar em camadas mais profundas aumentando a zona fótica, implicando em um maior fator fz. Em águas muito túrbidas fz é substancialmente abaixo de 3,0. Fatores da ordem de 4 ou 5 também têm sido utilizados.

Em função disso a porcentagem da intensidade luminosa na profundidade do disco de Secchi é variável de lago para lago, estando na dependência, tanto em aspectos qualitativos como quantitativos, das substâncias dissolvidas e particuladas presentes no meio. Portanto, é mais adequado calcular o fator fz para cada lago em questão (POMPÊO,1999).

### **2.2.9 Nitrato e Nitrito.**

Os teores de nutrientes estão relacionados ao grau de poluição doméstica e agropecuária de um ecossistema aquático. Altos valores de nutrientes são, muitas vezes, interpretados como indicadores de meio poluído, apresentando um estado avançado de eutrofização. Daí, a importância dada à determinação dos nutrientes e elaboração de diagnósticos ambientais (CARMOUZE 1994).

Efetivamente, altas concentrações de nutrientes no meio traduzem excesso de importação de nutrientes, e coincidem com situações de eutrofização avançada. Mas, não se pode chegar, obrigatoriamente, à conclusão inversa quando se medem baixas concentrações de nutrientes nas águas. É comum encontrar ecossistemas que apresentam altas biomassas planctônicas e elevadas taxas metabólicas (produção e mineralização), enquanto que as concentrações de nitrato, amônio e ortofosfato são  $< 1 \mu\text{moles} \times \text{l}^{-1}$ . Isto traduz o fato de que os elementos biogênicos são utilizados de maneira eficiente pela biota, que as formas inorgânicas dissolvidas são mantidas em nível de concentração muito baixo no meio.

Baixas concentrações de nutrientes em relação às dos outros não significam, em todos os casos, que este nutriente seja um fator limitante para o ecossistema. Para examinar tal situação, deve-se considerar o conjunto das diferentes formas dos elementos biogênicos disponíveis para a biota. A avaliação do grau de eutrofização de um ecossistema e a especulação, sobre sua eventual carência em nutrientes não pode ser unicamente deduzida das concentrações dos nutrientes nas águas. Informações complementares sobre outras formas dos elementos biogênicos e as atividades biológicas são indispensáveis.

Enquanto dados instantâneos de concentrações de nutrientes utilizados para caracterizar o estado do meio precisam ser analisados com muita cautela, uma seqüência de dados no espaço e/ou no tempo pode ser interpretada com maior confiabilidade.



Assim, acúmulo de nutrientes nas águas traduz, freqüentemente, mudanças repentinas na comunidade planctônica, como queda da biomassa fitoplanctônica associada ou não a desenvolvimento subsequente de zooplâncton. Ao invés, a diminuição das concentrações dos nutrientes até valores não detectáveis pelos procedimentos analíticos clássicos, pode resultar de um brusco desenvolvimento de fitoplâncton (CARMOUZE, 1994).

O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos sob as formas: de nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e nitrito ( $\text{NO}_2$ ). Dentre tais formas, o nitrato, juntamente com o íon amônio, assume grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários (ESTEVES 1998).

O nitrogênio perfaz cerca de 80 % do ar que respiramos. Como um componente essencial das proteínas ele é encontrado nas células de todos os organismos vivos. Nitrogênio inorgânico pode existir no estado livre como gás, nitrito, nitrato e amônia. Com exceção de algumas ocorrências como sais evaporíticos. O nitrogênio é continuamente reciclado pelas plantas e animais.

As águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução, e além disso, as águas que recebem esgotos, podem conter quantidades variáveis de compostos mais complexos, ou menos oxidados tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos. Em geral, a presença destes denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, devido principalmente, à presença de bactérias nitrificantes. Por essa razão, constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes. O nitrato é a principal forma de nitrogênio na água natural, devido ao fato de ser altamente solúvel e constituir a forma mais estável em águas superficiais. Ele é resultante da oxidação completa de compostos nitrogenados.

O nitrito de todas as formas combinadas do nitrogênio, é a que se apresenta em menor proporção em águas superficiais. É uma forma instável na presença de oxigênio, e ocorre como composto intermediário na nitrificação e na desnitrificação. Também pode ser usado na nutrição das plantas ([HTTP://WWW.BIO2000.COM.BR](http://www.bio2000.com.br) , Acessado em 2004).

Nas águas subterrâneas os nitratos ocorrem em teores, em geral, abaixo de 5mg/L. Nitritos e amônia são ausentes, pois são rapidamente convertidos a nitrato pelas bactérias. Pequeno teor de nitrito e amônia é sinal de poluição orgânica recente. Segundo o padrão de potabilidade da Organização Mundial de Saúde, uma água não deve ter mais do que 10mg/L de  $\text{NO}_3^-$

Pesquisa realizada pela USEPA ( U. S. Environmental Protection Agency) no decorrer do ano de 1992, em todo território norte-americano, constatou que cerca de 75 000 crianças com menos de dez meses de idade estavam expostas ao consumo de água com mais de 10 mg/L de nitrato. No Brasil, não se tem idéia da extensão do problema. Aparentemente, aqui o problema está mais associado a poços poluídos por esgotos domésticos do que ao uso intensivo de fertilizante (<http://www.meioambiente.com.br>, Acessado em 2004).

Concentrações de nitratos superiores a 5 mg/L demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de Nitrogênio Nitrato são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença destes.

A presença de nitritos em água indica processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica ([HTTP://WWW.INTERMEGA.COM.BR](http://www.intermega.com.br), Acessado Em 2002).

### **2.2.10 Qualidade da Água**

A alteração da qualidade natural da água pela ação do homem, caracteriza sua contaminação, que faz com que seja, parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina. Entende-se por qualidade natural da água, o conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que apresenta a água em seu estado natural nos rios, lagos, mananciais, no subsolo ou no mar (CONEZA, 1998 e MOPU, 1985).

A qualidade da água não é um termo absoluto, sendo algo que sempre se caracteriza em função de determinado uso. Interessa conhecer a água sob diversos pontos, como: utilização fora do lugar onde se encontra, como é o caso da água potável que possui vários destinos como, usos domésticos e urbanos, usos industriais, agrícolas e para dessedentação de animais, principalmente bovinos. Outra aplicação é: utilização dos cursos de água ou massas de água para banho, pesca e navegação. Pode ser usada também como meio aquático que acolhe espécies animais e vegetais, ou como meio receptor de efluentes residuais de origem urbana ou industrial (CONEZA, 1998).

Margalef (1994) ressaltou que os vários processos que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio, motivo pelo qual qualquer alteração na bacia hidrográfica pode acarretar alterações significativas, sendo as características físicas e químicas da água de um rio indicadores da "saúde" do ecossistema terrestre, que podem ser utilizadas para o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica.

Freqüentemente no estudo dos recursos hídricos, se trabalha com várias metodologias. O armazenamento de grandes volumes de dados resultantes de monitoramentos ambientais, tende a ser publicado de forma complexa dificultando a sua assimilação e interpretação. A maneira mais simples e prática de se estimar a qualidade das

águas consiste na definição de índices ou padrões de certos parâmetros físicos químicos e biológicos da água, visando resumir as variáveis analisadas em um único número, mostrando a evolução da qualidade da água no tempo e no espaço (MOPU, 1993).

A qualidade da água é reflexo do efeito combinado de muitos processos que ocorrem ao longo do curso d'água (PETERS & MEYBECK, 2000). De acordo com LIMA (2001), a qualidade da água não se traduz apenas pelas suas características físicas e químicas, mas pela qualidade de todo o funcionamento do ecossistema.

### **2.2.11 Climatologia das Chuvas no Nordeste Brasileiro**

Devido sua localização ser no extremo leste da América do Sul Tropical, o Nordeste Brasileiro (NEB), está submetido à influência de fenômenos meteorológicos, que confere características climáticas peculiares, únicas em semi-áridos de todo o mundo. Nobre e Molion (1988) sugeriram que a semi-aridez do NEB é devido a adjacência a região Amazônica, onde ocorrem movimentos convectivos amplos e intensos. O ar ascende sobre a Amazônia adquire movimento anticiclônico nos altos níveis (alta da Bolívia), diverge e, parte dele desloca-se para leste, criando um ramo descendente e forte inversão psicrométrica. O centro de subsidência posiciona-se sobre o Atlântico Sul, porém estende-se para noroeste, por sobre o Nordeste do Brasil.

A faixa costeira do leste do nordeste, (até 300 km do litoral), estende-se do Rio Grande do Norte, ao sul da Bahia, também conhecida como Zona da Mata, e apresenta clima quente e úmido com totais pluviométricos anuais variando de 600 a 3.000 mm. O período mais chuvoso vai de abril a julho, com o pico de chuvas em maio (postos de Olinda (O) e Salvador (S)). Para Kousky (1979), o máximo de chuvas está ligado à maior atividade da circulação de brisas que advectam bandas de nebulosidade para o continente e a ação das frentes frias, ou seus remanescentes, que se propagam ao longo da costa. Sugeriu ainda que esse máximo de chuva estaria possivelmente associado à máxima convergência dos alísios com a brisa terrestre, a qual deve ser mais forte durante as estações de outono e inverno quando o contraste de temperatura entre a terra e o mar é maior. Para Cohen et al. (1989), a quadra chuvosa está relacionada a distúrbios ondulatórios. Em anos chuvosos, 60 a 70%

das chuvas que caem no período mais úmido (Abril, Maio, Junho e Julho) são devidas ao deslocamento da zona de convergência do Leste do Nordeste, alimentada pela convergência de umidade dos alísios. E perturbações ondulatórias nos vento alísios, tanto no Hemisfério Sul quanto no Hemisfério Norte, brisas marinhas e terrestres e convecção local, associada à topografia e convergência de umidade, completariam o quadro de fenômenos de escala menor, responsáveis por 30 a 40% do total pluvial anual (MOLION E BERNARDO, 2000).

Outros fenômenos climáticos exercitam uma influência marcante sobre os corpos de água: são os eventos El Niño Oscilação Sul (ENOS) e as correntes de jato. O ENOS, de acordo com Sebastien (2004), ao examinar séries históricas de precipitação pluviométrica em estações bem distribuídas sobre o Nordeste brasileiro, não encontrou tendências significativas de condições mais úmidas ou secas na região. As precipitações nessa região, são sensíveis a extremo de temperatura da superfície do mar no Pacífico Equatorial associado ao ENOS. Com relação à influência sobre a vazão dos rios, não há uma correspondência linear entre a chuva e a vazão, sendo correto assumir a idéia de que grande anomalias de precipitação resultam em anomalias de descarga de rio.

As perturbações do regime de precipitação alteram os regimes hidrológicos dos rios e existe uma boa correlação entre os índices de oscilação (ENOS) e os índices de vazão dos rios. No Nordeste Brasileiro e na Amazônia, o El Niño de 1983 provocou uma queda de 16% das vazões anuais, enquanto que La Niña (1989) foi responsável pelo excedente de 14% da vazão anual (SEBASTIEN, 2004).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Descrição da Área de Estudo**

### **3.1.1 Características Físicas e Climatológicas da Bacia.**

O Rio Saúde está localizado no litoral norte do Estado de Alagoas lat. 09° 21' 92'' long. 35° 36' 92'' possui uma área de drenagem de 63, 34 Km<sup>2</sup>, perímetro da área de 52.089 km, desnível de 145 m da nascente a foz, declividade média de 7,34 m/km.

Próximo ao local de coleta foi construída uma pequena barragem para impedir a influencia da água do rio Meirim. O Rio Saúde desemboca no Rio Meirim o qual sofre influencia da variação da maré. Quando a maré sobe saliniza a região de desembocadura do Rio Saúde. Com a construção da barragem, essa salinização deixou de ocorrer.

A parte alta do vale possui drenagem com características Dendrítica e em paralelo e regime perene; a Hipsometria da bacia possui transição de final de planalto para baixada e tipo do vale em “V”, o fundo do leito da bacia é chato, e as margens logo se afastam. A parte média do rio possui drenagem Dendrítica e retangular, regime perene transição com predomínio do começo da baixada e tipo de vale em calha com fundo chato.

A parte do Baixo vale possui drenagem Dendrítica insinuando treliça e partes paralelas. O regime é perene a sua Hipsometria e baixa, perto do mar, terraços eustáticos e várzea ampla, o tipo de vale é em calha rasa muito larga inundável, com a foz no rio Meirim, ( Secretaria de Meio Ambiente, e Recursos Hídricos e Naturais do Estado de Alagoas, Diretoria de Hidrometeorologia, 2005) .

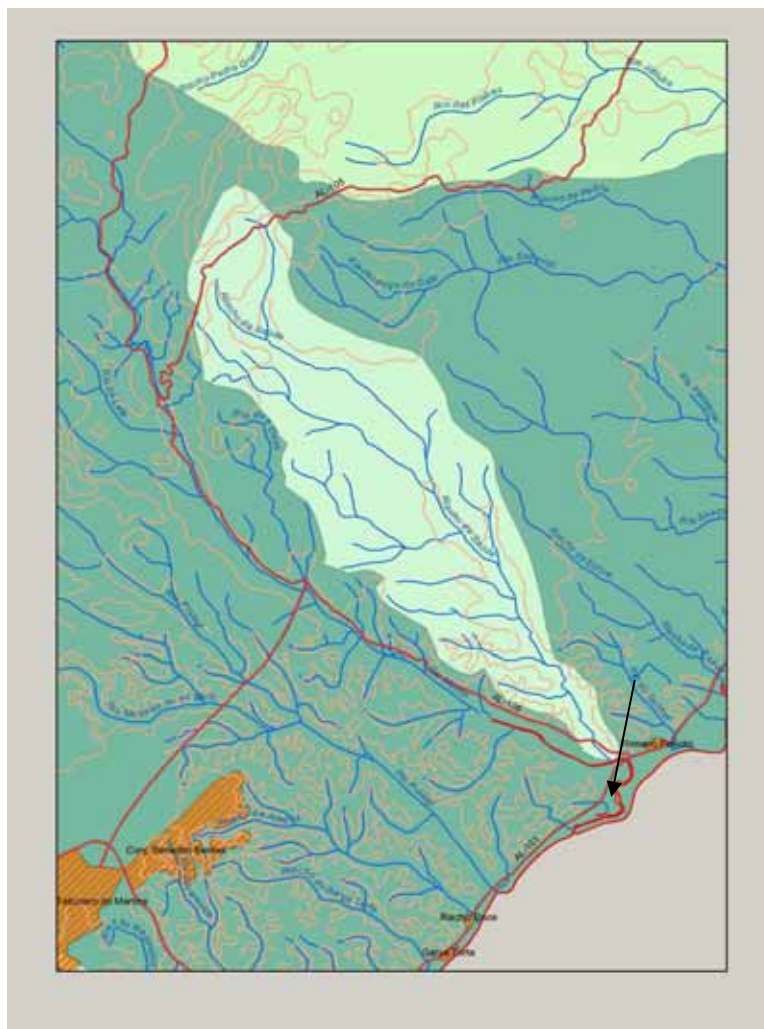
O regime do rio é caracterizado por: Enxurrada nos períodos de chuvas mais intensas, principalmente no inverno. A mata tropical de encosta apesar de muito degradada e uma vegetação de capoeira aparece nos tabuleiros, no lado oriental; no litoral, mangues, e vegetação de restinga está degradada. Em pequenos trechos, ao longo das margens do curso

médio, afloram os conglomerados do membro Carmópolis da formação Muribeca. A maior parte do curso médio e toda à parte baixa atravessam os clásticos do grupo barreiras que normalmente formam falésias abruptas. É abundante a ocorrência de aluviões ao longo dos médio e baixo cursos.

Os dados de pluviometria foram cedidos pela, Secretaria de Meio Ambiente, e Recursos Hídricos e Naturais do Estado de Alagoas, Diretoria de Hidrometeorologia. A bacia apresenta pluviometria média anual da ordem de 2.000 mm em seu curso médio, decrescendo nos sentidos das cabeceiras e da desembocadura para valores de 1.700 mm. O clima do Rio Saúde é caracterizado segundo a classificação de Koppen como sendo, Tropical quente e chuvoso do tipo As'.

Na Figura 1, tem-se o mapa da bacia do rio Saúde, localizado no litoral norte de Alagoas, local onde foi realizada a pesquisa, mostrado através de uma reta, onde foram realizadas as coletas dos dados.





**Figura 1: Localização da bacia do rio Saúde, litoral norte do Estado de Alagoas, Lat. 09° 21' 92'', Long. 35° 36' 92''.**

Na Figura 2, tem-se no Rio Saúde o ponto onde foram realizadas as coletas. O ponto escolhido para a pesquisa também é utilizado por moradores locais para captação de água e lazer, encontra-se ainda no local, uma ponte de madeira, utilizadas pela população local de onde foram feitas as coletas dos dados.



**Figura 2: Local de coleta de dados no Rio Saúde, no ano de 2004.**

### **3.2 Climatologia Local**

Os mecanismos dinâmicos que produzem chuva no Nordeste Brasileiro podem ser classificados em mecanismos de grande escala, em geral responsáveis pela maior parte da precipitação observada, e mecanismos de meso e micro escala, que completam os totais observados.

Dentre os mecanismos de grande escala, destacam-se os sistemas frontais e a zona de convergência intertropical (ZCIT), perturbações ondulatórias no campo dos alísios, complexos convectivos e a brisa marinha e terrestre fazem parte da mesoescala, enquanto circulações orográficas e pequenas células convectivas se constituem fenômenos de microescala (MOLIOM & BERNARDO, 2000).

Os dados de precipitação utilizados foram cedidos pelo Núcleo de Meteorologia do Estado de Alagoas, junto a Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Naturais. A

estação usada para a obtenção dos dados está localizada no litoral norte próximo a base do projeto Peixe Boi.

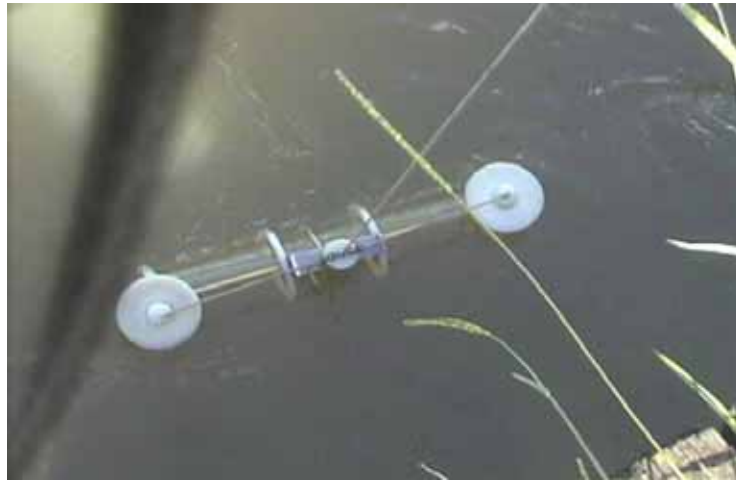


**Figura 3: – Posto Pluviométrico instalado na sede do projeto Peixe Boi-Pratagy ( NMRH).**

### **3.3. Medições e Coletas de Água.**

As medições e coleta de água, foram realizadas na superfície (profundidade de 0,2 metros), com auxílio de uma garrafa de acrílico do tipo Van Dorn, com capacidade de armazenamento de 5 litros. A necessidade desse equipamento se deve ao fato de não haver contato com a água para não alterar suas propriedades físico-químicas. Este método é chamado de método de Van Dorn. O período escolhido para as coletas foi determinado em função das características climáticas (períodos com maior e menor precipitação). Para representar o período chuvoso, foram coletadas amostras nos meses de: maio, junho, julho, agosto e setembro, que correspondem aos meses chuvosos para o Estado de Alagoas.

Representando as estações secas no estado, foram escolhidos os meses de: outubro, novembro e dezembro, sendo uma coleta para cada mês, totalizando assim 8 coletas.



**Figura 4: Garrafa Van Dorn, coleta de água no Rio Saúde, no período compreendido entre maio e dezembro de 2004.**

A análise dos dados de precipitação foi realizada com os totais pluviométricos mensais e os totais pluviométricos para os últimos 8 dias anteriores as coletas. O mês de junho, apresentou totais pluviométricos significativos, optando-se dessa forma, por coletar nos 8 dias anteriores ao evento. No mês de junho a coleta foi no dia 8, e no dia 1<sup>o</sup> foi registrado valor de precipitação de 88mm na estação Peixe Boi, considerado representativo.

As coordenadas do local foram obtidas utilizando um aparelho receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca Garmim modelo 12. O GPS, capta o posicionamento a partir da triangulação dos dados obtidos por um conjunto de satélites.



**Figura 5: GPS, Sistema de Posicionamento Global.**

A qualidade da água foi analisada a partir das variáveis químicas coletados no Rio Saúde utilizando os equipamentos do Laboratório de Hidroquímica do LABMAR (Laboratórios Integrados de Ciências do Mar).

### **3.4 Oxigênio Dissolvido.**

O valor da concentração de oxigênio dissolvido na água foi obtido utilizando um aparelho (oxímetro) da marca WTW de fabricação Alemã, modelo, OXI 315 / SET.

A concentração de oxigênio foi medida no próprio local de coleta, em virtude da temperatura, pressão e da saturação de oxigênio (%), automaticamente.

Utilizou-se, o valor de temperatura obtido no próprio Oxímetro. A amostra de água foi coletada utilizando a garrafa Van Dorn. Em seguida a amostra foi colocada em um recipiente com capacidade de armazenamento, para 5 litros de água. Posteriormente a sonda é introduzida no recipiente, aguarda-se até que o valor estabilize-se para realizar a leitura.

A Figura 6 mostra o Oxímetro utilizado na análise da amostra de água coletadas no Rio Saúde. A sonda que é introduzida no recipiente, e um display de leitura instantânea, fornece automaticamente os valores de oxigênio, saturação e temperatura da água.



**Figura 6: Oxímetro WTW de fabricação Alemã, modelo, OXI 315 / SET.**

### **3.5 Temperatura da água**

A temperatura da água foi medida usando o Oxímetro. Os aparelhos para medições de condutividade elétrica, salinidade e pH também medem a temperatura da água, porém o oxigênio é calculado em função da temperatura dada pelo próprio aparelho. A amostra de água foi coletada utilizando a garrafa Van Dorn. Em seguida a amostra foi colocada em um recipiente com capacidade de armazenamento, de 5 litros de água, após a acomodação da amostra, introduz-se a sonda no recipiente, e aguarda-se até que o valor estabilize-se, fazendo em seguida a leitura.

### 3.6 Salinidade e Condutividade Elétrica

Para a análise da salinidade foi empregado o aparelho “Conductivity Meter” (Condutivímetro e Termo-Salinômetro) modelo LF 330 da marca WTW.

A salinidade é automaticamente determinada através da condutividade e da leitura de temperatura de acordo com algoritmos achados em métodos padrões, encontrados na literatura.

As medições de condutividade elétrica e salinidade, foram realizadas na superfície (profundidade de 0,2 metros), com auxílio de uma garrafa de acrílico do tipo Van Dorn, com capacidade de armazenamento de 5 litros por amostragem.

Na Figura 7, pode-se observar o aparelho usado para as análises de salinidade e condutividade elétrica. O condutivímetro, modelo LF 330, como o Oxímetro, possui uma sonda e um display para medições “in loco”.



**Figura 7: Condutivímetro ou salinômetro, modelo LF 330 da marca WTW. Para determinação da condutividade e salinidade.**



### 3.7 Turbidez

A turbidez, foi medida utilizando-se, de um turbidímetro com leitura digital, Turbquanta fabricado pela MERCK. A análise foi realizada, através de um sensor que determina o seu valor em NTU (Unidade Nefelométrica de Turbidez). Foi retirada uma amostra de água em um recipiente do equipamento. Esse método apresenta excelente performance em relação a outros métodos, caracterizando uma precisão dos resultados.

A Figura 8 mostra o aparelho usado para as análises da turbidez da água. Esse aparelho possui o mesmo princípio de funcionamento das sondas utilizadas para as análises de temperatura, pH, condutividade elétrica, salinidade e oxigênio, porém não possui a sonda externa. Nesse aparelho a amostra é introduzida em um recipiente para que seja feita a análise.



**Figura 8: Turbidímetro de análise direta, Turbquanta fabricado pela MERCK.**



### 3.8 Clorofila “a”

Foi utilizada uma sonda multiparamétrica YSI modelo 6600, para análise da Clorofila “a”. O método clássico para determinação da quantidade de clorofila “a” resume-se em coleta de amostras e análise em laboratório. O procedimento de análise em laboratório envolve filtração das amostras contendo o concentrado de clorofila “a”. Em seguida é feito o rompimento mecânico das células contendo clorofila “a”. O rompimento mecânico foi feito utilizando o solvente orgânico “acetona”. O material extraído foi analisado em um espectrofotômetro. Este método é conhecido como (HPLC), método do cromatógrafo líquido de alta frequência.

Nessa análise foi utilizado um sensor para determinação de clorofila “a” através da sonda multiparamétrica YSI 6025.

Na Figura 9, observa-se a sonda multiparamétrica usada para as análises de clorofila “a”, essa sonda possui sensores que permitem as análises de outros parâmetro.



**Figura 9: Sonda multiparamétrica YSI modelo 6600, usada para análise da clorofila “a”.**

A clorofila foi determinada “in loco”, sem a necessidade da ruptura de células e da coleta de amostras. Uma das características da clorofila é a fluorescência, este irradia luz em um comprimento de onda particular que é captado e quantificado pela sonda.

O sensor de análise de clorofila é designado para análise dos dados “in loco”. Esse método permite a fácil coleta de grandes quantidades de dados de clorofila em qualquer ponto ou aplicação em monitoramento contínuo, seguindo a metodologia apresentada pela YSI para determinação da clorofila “a”.

### **3.9 pH**

As medidas de pH foram realizadas utilizando o aparelho pHmetro da WTW produzido na Alemanha.

A faixa de medida do aparelho vai de 1 a 14, sendo básico acima de 7 e ácido abaixo de 7. Neutro quando for 7,0 o valor registrado pelo aparelho.

Na Figura 10 pode-se observar o pHmetro, usado para as análises de pH. O princípio de funcionamento é o mesmo do oxímetro e do condutivímetro. Sendo os três da mesma marca WTW.



**Figura 10: pHmetro, usado para medidas de pH, suas medidas vão de 1 a 14.**

### **3.10 Transparência da água**

Para as medições de transparência da água foi utilizado um disco de Secchi. O disco de Secchi é um disco branco que pode ser feito de latão e tem aproximadamente 20 cm de diâmetro. Emerso na água até o seu desaparecimento. A região compreendida entre a superfície e o ponto onde o disco desaparece é conhecida como zona eufótica da água. O disco deve ser emerso sempre no lado da sombra e sua finalidade é medir a transparência da água. Foram coletadas 8 amostras de água durante o período compreendido entre maio a dezembro de 2004, sendo uma amostra por mês.

A leitura visual realizada através do disco de Secchi deve ser efetuada preferencialmente no mesmo dia da semana, local e hora das amostragens. Em alguns locais as medidas são efetuadas na segunda-feira ou após os dias de feriado demonstrando que a visitação dos lagos por turistas nos finais de semana ou nos feriados interfere na transparência da água, alterando a visualização e a leitura do disco de Secchi.

A transparência da água medida pelo disco de Secchi varia bastante entre os ecossistemas aquáticos em um mesmo lago, pode variar ao longo do dia, estando na dependência do regime de circulação da massa de água, da natureza geoquímica da bacia e do regime das chuvas. Em alguns locais pode atingir poucos centímetros de profundidade, em outros profundidades de até 40 m.

Para calcular a profundidade na massa de água cuja intensidade luminosa corresponda a 1% do valor da sub-superfície deve-se multiplicar a profundidade do disco de Secchi por um fator  $fz$  de 2,709.

Na Figura 11 tem-se um disco de Secchi sendo utilizado no rio Saúde no momento da coleta dos dados, o disco é introduzido na água até que desapareça ou toque o fundo, sendo nesse caso transparência total.



**Figura 11: coleta de dados de transparência da água no Riacho Saúde, utilizando o disco de Secchi.**

### **3.11 Nitrato e Nitrito, Método para determinação das amostras.**

As amostras devem ser diluídas na proporção de 1:1 com solução tampão antes da redução na coluna de cádmio. Assim, só as amostras apresentando concentrações superiores

a  $20 \mu\text{moles} \times \text{l}^{-1}$  precisam ser diluídas para determinação do nitrito formado. Neste caso, os brancos e os padrões são diluídos nas mesmas proporções.

Em tubos de ensaio de 10 ml colocam-se 2ml de amostra (ou 2ml de água deionizada para o branco, ou 2ml da solução padrão de concentração próxima da concentração da amostra) e 2ml da solução tampão. Agitar os tubos.

Passam-se nesta ordem, os brancos, os padrões, as amostras e, após a última amostra, repassam-se os brancos e padrões para controlar a eficiência da coluna da coluna e corrigir o eventual desvio da taxa de rendimento ao longo da etapa de redução da série das amostras.

Utiliza-se o fluxo de melhor rendimento já definido. Descarta-se o primeiro 1,5ml de cada amostra, branco ou padrão, para evitar qualquer contaminação com a solução anterior. Em seguida, recolhem-se os 2ml seguintes em tubos de ensaio de 5ml.

As soluções reduzidas são depois tratadas segundo o procedimento descrito para o nitrito seguindo a metodologia de (BAPTISTA, op cit. 1987).

Foi utilizado o método espectrofotométrico clássico baseado na reação chamada de Griess. O nitrito reage com uma diamina aromática, que conduz a um composto diazonion, o qual se acopla com uma segunda diamina aromática para formar um corante azo (CARMOUZE, 1994).

Para evitar erro fotométrico,  $>5\%$ , os valores das absorvâncias devem ficar no intervalo 0,115 – 1,125. Sabendo-se que a absorvância molar do corante azo, é igual aproximadamente a 45.000. Os teores de nitrito que correspondem a esses valores de absorvância são 2,5 e 25  $\mu\text{moles} \times \text{l}^{-1}$ , respectivamente. A diluição das amostras resultantes da adição dos reagentes é desprezível.

Os dados de absorvância foram medidos no espectrofotômetro, e depois aplicados ao cálculo aos dados obtidos. (CARMOUZE, 1994).

### 3.12 Índice de Qualidade de Água

Utilizando-se, dos parâmetros obtidos nas coletas de campo calculou-se a qualidade da água através de um índice como base de cálculo. O índice usado foi o (IQAB), índice de qualidade de água de Bascarán.

No estudo de recursos hídricos trabalha-se com várias metodologias (MOPU, 1993), inclusive com modelos matemáticos. A maneira mais simples e prática de se estimar a qualidade da água consiste na definição de índices ou padrões de parâmetros físicos, químicos e biológicos, e as características da bacia hidrológica.

O índice de qualidade da água de Bascarán, proporciona, um valor global de qualidade de água, incorporando valores individuais de uma série de parâmetros (BASCARÁN, 1979 e CONEZA, 1998), sendo calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{Eq: (3)} \quad \text{IQAB} = (\text{K} \times \sum \text{Ci Pi}) / (\sum \text{Pi})$$

Onde:

$\Sigma$  é o somatório dos parâmetros

$\text{Ci}$  é o valor percentual correspondente ao parâmetro, previamente definido.

$\text{Pi}$  corresponde ao peso de cada parâmetro.

$\text{K}$  – É a constante de ajuste em função do aspecto visual da água, atribuída conforme a seguinte escala: 1,00, para água clara; 0,75 para água com ligeira cor, espumas, ligeira

turbidez; 0,50 para águas com aparência de estar contaminada, e com forte odor; 0,25 para água negra que apresenta fermentação e odor.

Os valores de qualidade de água, para o cálculo do IQAB, expressos são genéricos e portanto suscetíveis a conduzir erros quando se trata de determinar a qualidade da água para uso específico. Portanto o valor de IQAB varia de 0 a 100 e corresponde a uma escala qualitativa de caracterização, que vai desde aspecto péssimo ao excelente.

A Tabela 2, apresenta o aspecto aparente da qualidade da água e seu percentual.

<b>ASPECTO APARENTE (Qualidade)</b>	<b>VALOR PERCENTUAL(%)</b>
Péssimo	0
Muito Ruim	10
Ruim	20
Desagradável	30
Impróprio	40
Normal	50
Aceitável	60
Agradável	70
Bom	80
Muito Bom	90
Excelente	100

**Tabela 2: Aspecto aparente da água**

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O objetivo desse trabalho foi avaliar a variação da precipitação, e do índice de qualidade de água, e dos parâmetros: nitrato, nitrito, salinidade, temperatura, material em suspensão, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido, transparência da água, turbidez e clorofila, presentes nas amostras coletadas no rio Saúde no período compreendido entre maio a dezembro de 2004. O resultado foi comparado com a precipitação do período de coleta. Observou-se dois períodos climáticos bem definidos, a estação seca e a chuvosa. A estação chuvosa inicia-se no mês de maio e estende-se até o mês de agosto. Com a chegada da primavera, estação seca, compreendendo os meses de maio a dezembro representado assim o período de chuva local e uma estação seca.

### **4.1. Precipitação**

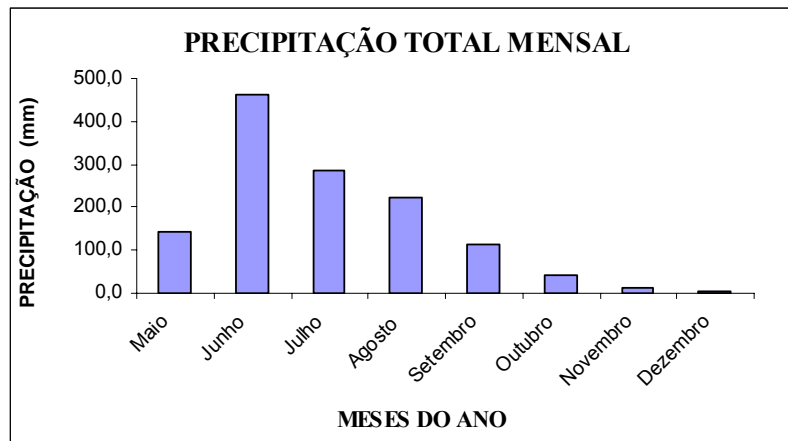
A variabilidade inter-anual da distribuição de chuvas no Nordeste Brasileiro, tanto nas escalas espacial e temporal, está relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e a interação oceano atmosfera no pacífico e no atlântico. O período mais chuvoso vai de abril a julho, com o pico de chuvas em maio (postos de Olinda (O) e Salvador (S). Conforme Molion e Bernardo (2000), em anos chuvosos, 60 a 70% das chuvas que caem no período mais úmido (Abril, Maio, Junho e Julho) são devidas ao deslocamento da zona de convergência do leste do nordeste, alimentada pela convergência de umidade dos alísios. Perturbações ondulatórias nos vento alísios, tanto no Hemisfério Sul quanto no Hemisfério Norte, brisas marinhas e terrestres e convecção local, associada a topografia e convergência de umidade, completam o quadro



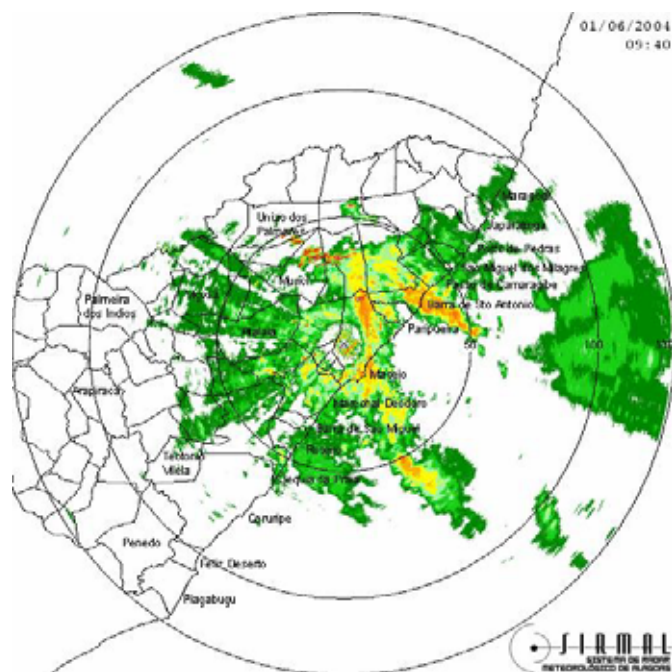
de fenômenos de escala menor, responsáveis por 30 a 40% do total de precipitação (MOLION E BERNARDO, 2000)..

Observa-se na Figura 12, que o período chuvoso representado nos meses de maio a setembro com precipitação mensal observada acima de 100 mm/ mês, e pico em junho devido a uma forte chuva observada no dia 1º de junho (Figura 13), foi de 88 mm, e precipitação total mensal de 461,2 mm. Devido a esse caso extremo do dia 1º de junho e tendo em vista que a coleta do mês de junho foi no dia 8, os dados de precipitação foram analisados mensalmente e para os 8 últimos dias anteriores a coleta.

Observa-se na Figura 14, o aumento significativo da precipitação nos meses compreendidos entre maio á agosto. Durante todo esse período a precipitação se manteve acima de 100 mm/ mês. Existem vários fatores que influenciam para o aumento da precipitação no leste do nordeste nesse período. O deslocamento da zona de convergência do leste do nordeste associado a convergência dos ventos alísios, são alguns dos fatores responsáveis. Outro fator, são as perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios as e convecção local também contribuem para esse aumento. Como foi citado acima, a quadra chuvosa para o estado, está compreendida entre os meses de abril a julho. Para esse caso específico foi adotada a quadra chuvosa compreendida entre os meses de maio a agosto de 2004, por esse ano ser um ano anômalo, onde o início das chuvas foram no mês de maio, e mantiveram valores significativos até agosto.



**Figura 12: Precipitação total em função dos meses para o período de maio a dezembro de 2004, coletada na estação Peixe Boi. (fonte Núcleo de meteorologia do estado de Alagoas).**



**Figura 13: Imagem de Radar para o dia 1º de junho de 2004, onde ocorreu o maior valor pluviométrico para o período estudado, Fonte: SIRMAL, ( Sistema de Radar meteorológico de Alagoas) .**

É observado na Figura 13, a imagem de radar para o dia 1<sup>o</sup> de junho as 9:40 da manhã, no qual foi registrado o total pluviométrico de 88mm, considerado o mês mais chuvoso do período de estudo, identificando assim, um evento significativo.

**Tabela 3:**

bBZ		mm/h	bBZ		mm/h
5		0,05	35		10
10		0,1	40		23
15		0,5	45		56
20		1	50		136
25		2	55		333
30		4	>55		>333

**Intensidade da chuva, nas imagens de radar em mm/h,  
Fonte: SIRMAL, ( Sistema de Radar meteorológico de Alagoas) .**

Observa-se, na imagem de radar, segundo a tabela 3, que para toda a região periférica de Maceió, incluindo a área de estudo, ocorreram precipitações da ordem de 2 a 23 mm/h. Pode-se observar também que os campos com tom avermelhado estão sobre a região da bacia do rio Saúde confirmando o grande volume de chuva registrado na estação, no referido dia.

Parte dessa chuva, se deve a convecção local oceânica, associada a grandes valores de umidade, que são transportadas para o continente através da associação das brisas com ventos alísios.

Na Figura 14 observa-se a precipitação no período estudado considerando a soma dos últimos 8 dias anteriores as coletas.



**Figura 14: Precipitação para os últimos 8 dias antes das coletas, em função dos meses de coleta, no período de maio a dezembro de 2004, coletada na estação Peixe Boi, Fonte: (Núcleo de meteorologia do estado de Alagoas).**

Foi observada, uma redução da precipitação mensal. Mesmo assim, observa-se um pico em junho com valor máximo de 144,6 mm, para os oito primeiros dias do mês. Analisando os oito dias anteriores às coletas o mês que apresentou redução significativa foi o mês de novembro, onde a precipitação total mensal foi de 11,0 mm, e os oito dias foi de 0,0 mm. Quando observada a precipitação mensal foi o de dezembro Figura 12, com 5,0 mm, e os oito últimos dias com 2,8 mm.

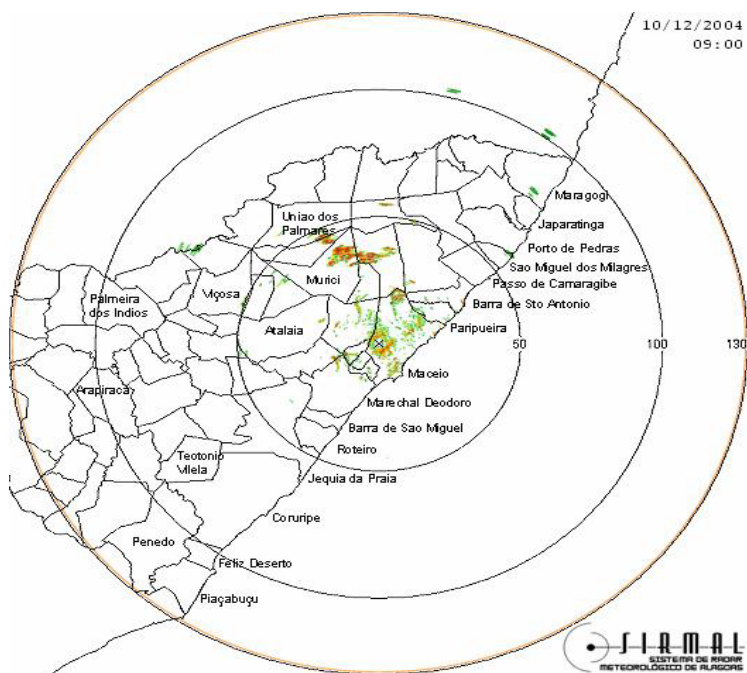
Levou-se em conta os grandes totais pluviométricos próximos as datas das coletas no período chuvoso, por esse motivo foi observada também a precipitação nos últimos 8 dias. O grande volume de 88 mm, registrado no 8 dia anterior a coleta de junho, foi de fundamental importância para isso.

**Tabela 4:**

bBZ		mm/h	bBZ		mm/h
5		0,05	35		10
10		0,1	40		23
15		0,5	45		56
20		1	50		136
25		2	55		333
30		4	>55		>333

**Intensidade da chuva, nas imagens de radar em mm/h.**

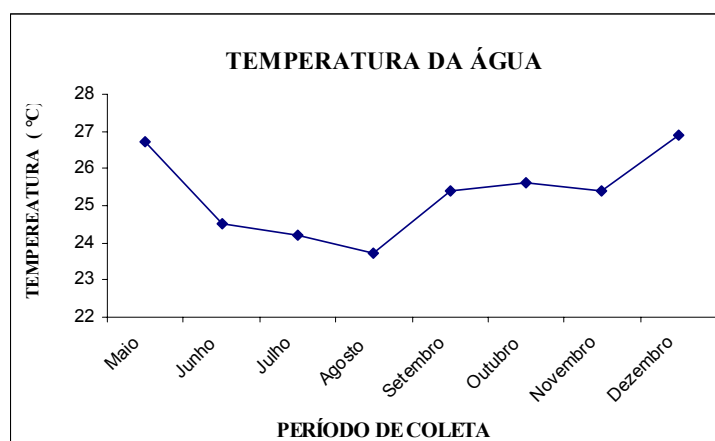
Para o dia 10 de dezembro de 2004 a imagem apresentada na Figura 15, mostrou que haviam nuvens, apenas pontos no norte do estado, mas nenhuma sobre a região da bacia do rio Saúde. Nesse período a zona de convergência deixou de influenciar sobre o leste do nordeste, e ocorreu uma diminuição da influência na convecção local na produção de nuvens de chuva. No dia 10 de dezembro especificamente, o sol está quase no solstício de verão para o hemisfério sul, a estação é a primavera, que é caracterizada por céu limpo e pouca chuva.



**Figura 15: Imagem de Radar para o dia 10 de dezembro de 2004, dia da coleta do mês com menor valor pluviométrico total para o período estudado, Fonte: SIRMAL, (Fonte: Sistema de Radar meteorológico de Alagoas) .**

## 4.2 Temperatura da Água

Na Figura 16, observa-se a variação da temperatura da água ao longo do período de coleta de dados. Os meses com maior temperatura correspondem aos meses de maio e dezembro. Pode-se notar a maior variação nos meses considerados de transição, do período seco para o chuvoso e do chuvoso para o período seco, referente aos meses de maio para junho e de agosto para setembro.



**Figura 16: Temperatura da água em função do período de coleta, compreendido entre de maio a dezembro de 2004.**

A temperatura da água é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade local.

A queda na temperatura da água teve início no mês de junho a pós a chuva de 88, 0 mm do dia primeiro, e continuou decrescendo durante os três meses seguintes, atingindo um mínimo de 23,7° devido ao grande volume de precipitação, diminuição da temperatura ambiente e o aumento da cobertura de nuvens nesse período que diminui a radiação direta que chega a superfície da água.

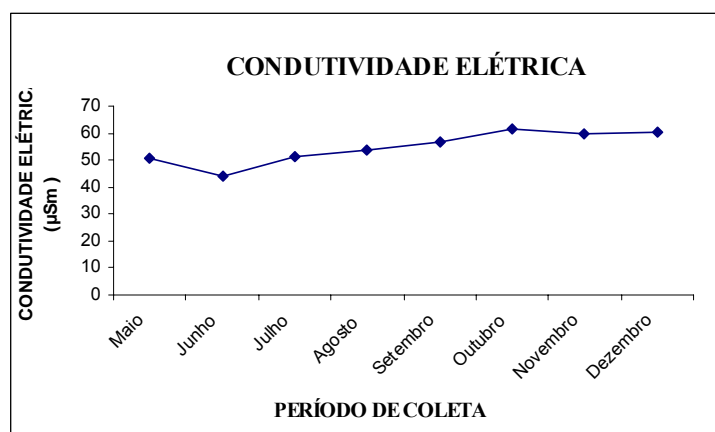
Essa característica também foi encontrada por Sperling et. al. (2004), no lago de Águas Clara/MG. Segundo ele, os valores seguem as oscilações naturais da temperatura do ar, conforme seus aspectos de sazonalidade. A temperatura da superfície apresenta os valores mínimos nos meses mais frios, chegando a 0°.

Existem algumas diferenças entre os dois casos que devem ser levadas em consideração, o ambiente da pesquisa é um pequeno rio de pouca profundidade, e o ambiente encontrado por Sperling et. al. (2004), é um lago. Esses dois ambientes devem ser analisados com cuidado, pois o rio com baixa profundidade não possui estratificação da temperatura e praticamente não sofre influência neste parâmetro de camadas mais profundas. Por ser um corpo dinâmico a variação de temperatura é influenciada pela massa de água transportada por ele ou por radiação solar, que é uma grande responsável pela variação da temperatura no local estudado, basta notar que no período caracterizado como seco (primavera) temos o sol incidindo diretamente no local, e conseqüentemente para esse período foram encontrados os maiores valores de Temperatura para o período de estudo.

A temperatura máxima observada ocorreu no mês de dezembro tendo em vista o fim da primavera e o início do verão, períodos em que observa-se as máximas de insolação para a região nordeste, e longos períodos sem precipitação ou com mínima, ocasionando uma diminuição do volume de água no leito dos rios, com isso diminuindo a lâmina de água facilitando o aquecimento da água. Nos períodos de pouca precipitação como é o caso da primavera e do verão tem-se o aquecimento da água devido à diminuição da dinâmica da água.

### 4.3 Condutividade Elétrica

Segundo a Figura 17, a condutividade elétrica apresentou pouca alteração ao longo do período estudado, apesar da pequena variação a condutividade comportou-se da maneira esperada, demonstrando uma leve diminuição no mês onde foi registrado o maior evento de precipitação, demonstrando uma diluição dos íons presentes na água. Com valor inicial de  $50,5\mu\text{Sm}$  no início do período estudado seguido de uma queda, no mês onde observou-se o menor valor de condutividade de  $44,1\mu\text{Sm}$  para o mês de junho.



**Figura 17: Condutividade elétrica em relação ao período de coleta para o período de maio a dezembro de 2004.**

Essa influencia da precipitação na condutividade elétrica funciona da seguinte forma; com o aumento do volume de água ocasionado pela precipitação ocorre uma diluição dos íons presentes na água diminuindo assim a condutividade elétrica. Para a precipitação de 88 mm observamos uma redução de 50,5 para  $44,1\mu\text{Sm}$ .

Com o fim do período chuvoso e a conseqüente diminuição da precipitação observou-se um aumento da condutividade elétrica, no mês de dezembro chegando a ser



superior ao valor encontrado no início da pesquisa em maio. Esses valores elevados para os meses de primavera são devido a diminuição da precipitação onde em maio atingiu um valor total de 143,6mm para uma condutividade de 50,5 $\mu$ Sm, e para dezembro o valor de 5,0mm para uma condutividade de 60,6  $\mu$ Sm. O maior valor encontrado de condutividade foi observado no mês de outubro, com valor de 61,7 $\mu$ Sm, e precipitação total de 43,2mm. Relacionando o mês de dezembro com o mês de outubro, observou-se que o mês de outubro não segue o mesmo padrão dos outros meses, pois com a diminuição da precipitação ocorre o aumento da condutividade, para este mês, com valores anormais que podem ser ocasionados por liberação ao longo do leito do rio de materiais compostos de íons que podem ocasionar o aumento da condutividade elétrica.

Outros autores também realizaram pesquisas com a variação da condutividade elétrica, relacionando o período seco como chuvoso.

Gralhós & Nogueira (1997), caracterizaram a condutividade elétrica no córrego do Cintra, realizando coletas trimestrais, onde foi detectada uma redução da condutividade elétrica de até quatro vezes no período de verão, devido ao efeito diluidor causado pelo aumento da precipitação local.

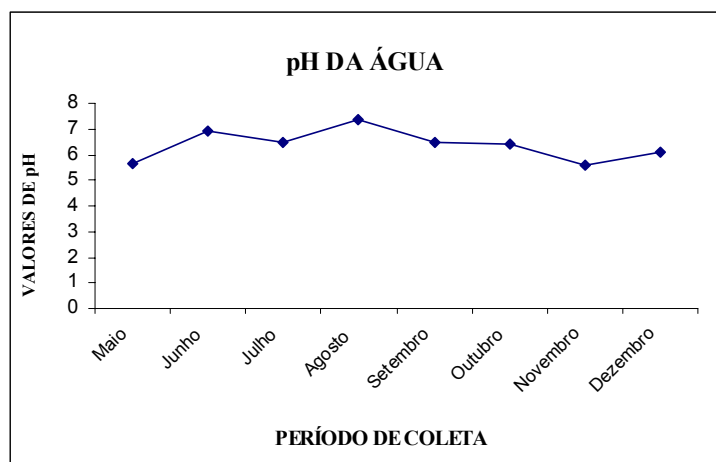
No rio Saúde o efeito é o mesmo, a diferença é o período chuvoso que no caso do Saúde é o inverno e no caso do córrego do Cintra e no verão.

Sperling et. al. (2004), encontrou no lago de Aguas Claras/MG valores de condutividade elétrica, variando de 68 mS/cm (nov/02, fundo) a 113 mS/cm (maio/01, superfície), indicando a presença de sais dissolvidos na água, de origem geoquímica. Por outro lado, pode-se constatar a ocorrência de teores mais elevados no período seco, quando não ocorre o efeito diluidor das águas de chuva.

Ao contrário do Rio Saúde o lago de Águas Claras é um ambiente profundo. Nesse tipo de ambiente existe uma estratificação de parâmetros como a condutividade elétrica, que podem influenciar a coluna de água, principalmente por ser um ambiente fechado, no rio saúde, por não ter essa estratificação e ser um ambiente dinâmico a adição de sais dissolvidos e podem não interferir por muito tempo no ambiente, como é o caso do período chuvoso, que além do efeito diluidor, o excesso de chuvas pode em um primeiro instante retirar os sais das regiões próximas as margem e em seguida, devido a dinâmica do ambiente diluís, como uma lavagem das margens, pode ser um dos motivos que alteram os valores de condutividade elétrica, ao longo do período de estudo.

#### 4.4 pH

A Figura 18 mostra o comportamento do pH no período de coleta, sendo observado valores próximos a neutralidade, quando não neutros, e valores de basicidade, para o período chuvoso, a valores tendendo a acidez para o período seco.



**Figura 18: pH da água para o período de maio a dezembro de 2004.**

O comportamento do pH para o período estudado como pode-se observar na Figura 18, obedeceu, um certo padrão, com valor de 5,65 para o mês de maio, início da pesquisa e final do período seco. Esse valor baixo deve-se ao longo período sem chuva. Períodos com baixa precipitação ocasionam o aumento da deconposição da matéria orgânica com liberação de CO<sub>2</sub>, e formação de ácido húmico no corpo de água diminuindo o valor do pH indicando a acidez do local de amostra.

No período em que houve o aumento da precipitação, ocorreu o aumento do pH, devido à diluição do material húmico e indicando a basicidade da água. O período de maior basicidade da água foi o mês de agosto com valor de 7,38, devido aos meses com precipitação elevada, tornando a diminuir no mês de setembro onde, ocorreu uma diminuição significativa da precipitação. Nos meses seguintes, o pH continuou a decrescer. Essa variação do pH entre os períodos, seco e chuvoso, se torna significativa devido às condições locais da bacia. O leito do rio tem em média 1,15m de profundidade sendo passivo, de variações bruscas em função de períodos de chuva intensa. Pode-se observar essa passividade do local de coleta se comparar com o rio Paraíba ao Sul de Maceió, onde em 1998 foi realizada uma pesquisa e foi constatado que: o pH é o parâmetro que menos afeta a qualidade da água do rio Paraíba, apresentando valores que indicam uma água com padrão de neutralidade (SILVA et. al. 2000).

Brochel & Goldinho (1997), também compararam os valores de pH com a precipitação para a represa de Monjolinho (São Carlos/SP), assim como foi observado no rio Saúde/AL, foi observando-se nessa represa, uma tendência ao aumento do pH com o aumento da precipitação. Uma variação de 0,0 mm/dia para 12,11 mm/dia para a represa com uma variação do pH de 5,3 para 6,6.

Da mesma forma Castro et. al.(1997), realizou coletas mensais para análise de variáveis abióticas a fatores climáticos, na região de transição entre ribeirão dos Veados e o reservatório Jurumim. Nessa pesquisa ficou constatado uma variação do pH, em função da precipitação, de 4,63 para o período seco e 7,88 para o período chuvoso.

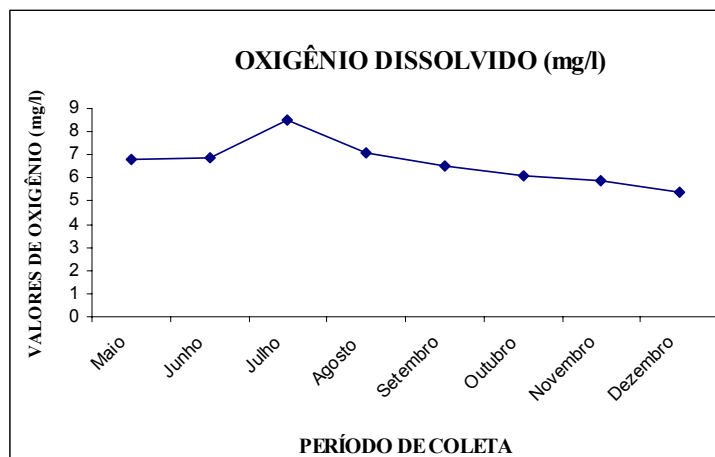
Como no Rio Saúde esses dois outros ambientes sofrem uma variação do pH em função da diminuição ou aumento da precipitação.

O pH é muito influenciado pela quantidade de matéria orgânica a ser decomposta, sendo, quanto maior a quantidade de matéria orgânica em decomposição, menor o pH. Na decomposição desse material, são produzidos ácidos húmicos. As águas conhecidas como Pretas (o Rio Negro, no Amazonas) possuem pH muito baixo, devido ao excesso de ácidos em solução.

Por ser o rio Saúde um pequeno rio, provavelmente o tempo de residência da matéria orgânica no período seco é maior, causando aumento da oxidação e queda nos valores de pH, para o período seco. Em contrapartida no período chuvoso aumenta a dinâmica do rio e diminui o tempo de residência elevando os valores de pH.

#### **4.5 Oxigênio Dissolvido**

Na Figura 19, é observado comportamento do oxigênio no local da pesquisa. Esse parâmetro, teve uma variação em função exclusivamente do grande volume de precipitação em junho, sabe-se que com valores menores de temperatura, tem-se maiores valores de oxigênio.



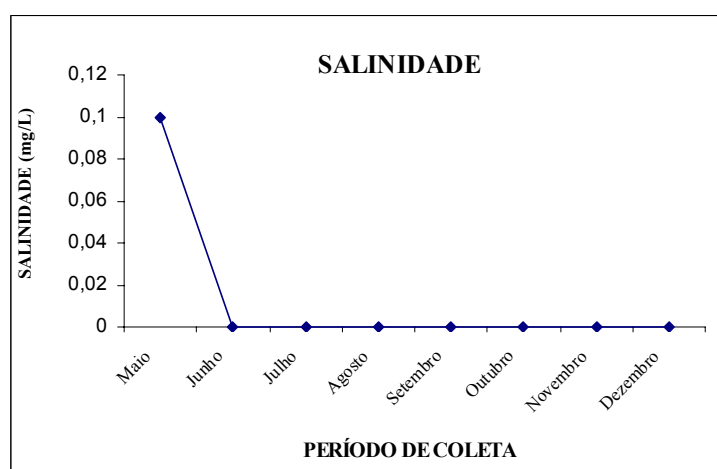
**Figura 19: Oxigênio Dissolvido na água para o período de maio a dezembro de 2004.**

No mês julho foi observado o maior valor de oxigênio de 8,5 mg/l (Figura 19), para o período estudado. Essa resposta do sistema no mês seguinte a grande precipitação, pode ter ocorrido, pelo fato de que no mês de julho observa-se menor temperatura da água do que em junho. Apesar da temperatura da água no mês de agosto estar menor que em julho a precipitação diminuiu caindo quase pela metade, diminuindo assim a quantidade de oxigênio que entra no sistema através precipitação. Nos meses seguintes observamos a diminuição do oxigênio pelo aumento não só da temperatura da água como também da diminuição da precipitação.

A diminuição do pH, pode indicar a presença de material orgânica em decomposição formando ácido húmico, e conseqüentemente a diminuição do oxigênio dissolvido na água.

#### 4.6 Salinidade

A salinidade não teve expressão significativa no nosso ambiente de estudo como pode-se observar na Figura 20, único mês que registrou valor acima de 0 g/l foi o mês de maio, onde registrou-se 0,1 g/l, que pode ter sido ocasionado por alguma situação anormal, como desprendimento no rio de uma pequena quantidade de cloreto.



**Figura 20: Salinidade na água para o período de maio a dezembro de 2004.**

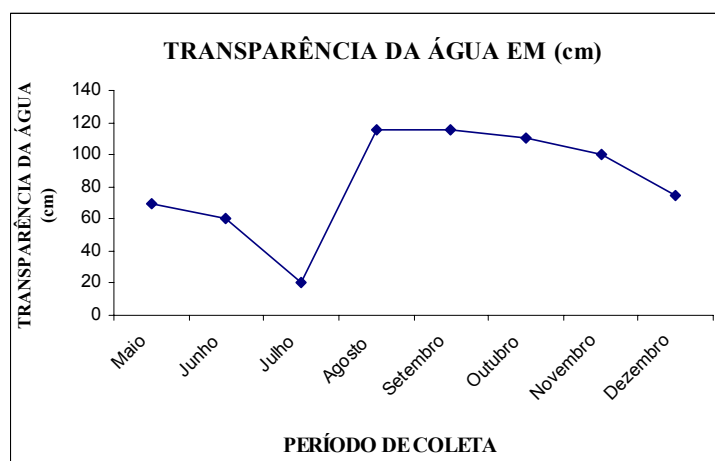
Para os meses seguintes, as condições com valor uniforme de 0,0g/l, foi observado independente do período seco ou chuvoso. Essa situação pode indicar que o leito desse rio encontra-se desprovido de cloretos.

O ambiente de estudo não possui contato com a região estuarina, apesar de estar próximo, porém, após o local de coleta, cerca de 30m, existe uma represa para evitar a entrada da água salgada, a mesma foi erguida devido à presença de uma antiga tecelagem na margem do rio, a qual pode evitar a variação na qualidade da água coletada pela fabrica.

Possivelmente devido a esse aspecto, não ocorre variação da salinidade da água a menos que aja derramamento de cloretos ou desprendimento ao longo do leito do rio.

#### 4.7 Transparência da Água

Na Figura 21 observou-se que o primeiro mês de coleta, no período chuvoso, a transparência da água encontrada foi de 70cm, para uma profundidade de 115cm, apresentando assim, transparência elevada. No mês seguinte observou-se uma leve redução de 70 para 60 cm, e uma tendência de queda nos valores.



**Figura 21: Transparência da água para o período de maio a dezembro de 2004.**

O mês de julho registrou o menor valor de transparência, 20cm. O mês de julho foi o mês que melhor representou o acúmulo das chuvas dos meses de junho e julho, onde os meses juntos representaram um volume de precipitação acima de 700mm, aumentando a dinâmica do rio e conseqüentemente o transporte de material em suspensão na água. Após esse período ocorreu a lavagem do leito do rio, mostrando que os valores de transparência

da água tiveram um aumento em relação aos dois meses seguintes de 115cm, e nos últimos meses de coleta (outubro, novembro e dezembro), valores não inferiores a 75cm.

A transparência da água no rio Saúde, de acordo com os dados obtidos, não teve durante o período da pesquisa, uma variação significativa, devido a pequena profundidade do local que não ultrapassa 1, 20 metros. Com exceção do mês de julho, cuja transparência foi de 20 cm. O valor de 20 cm encontrado para o mês de julho se deve ao grande volume de precipitação, registrado nos meses de junho e julho. Esse valor elevado de precipitação aumenta a dinâmica do corpo de água, que remove os sedimentos mais finos, aumentando o material particulado em suspensão, aumentando também a turbidez da água, e conseqüentemente diminuindo a transparência no local.

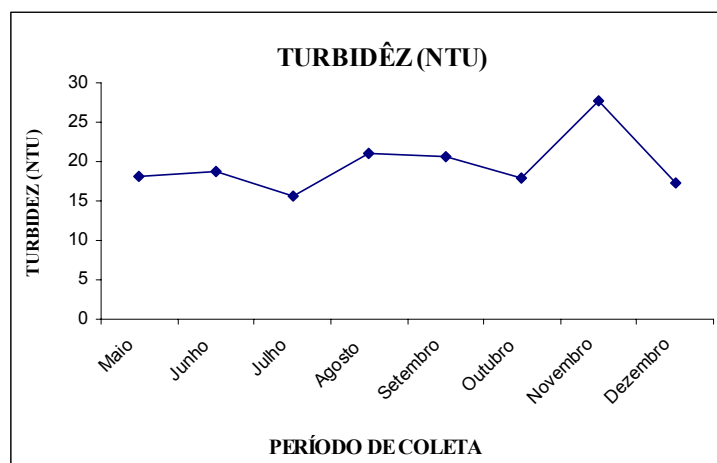
Situação semelhante ao rio Saúde foi encontrada por Sperling et. al. (2004), no lago de Aguas Claras, segundo Sperling, uma diminuição de valores transparência da água, por ocasião do período de chuvas é esperado, a média do período abril-setembro 1,6 m (período seco), é consideravelmente superior àquela encontrada para o período outubro-março 1 m (período chuvoso). Os responsáveis por esse aumento são, aporte natural de material mineral removido pelo aumento da precipitação, aliado ao crescimento de comunidades de algas.

Levando-se em consideração o fator profundidade, Alves & Toledo (1997), obtiveram um resultado bem semelhante ao encontrado no rio Saúde, para a lagoa de Dourada (SP), eles concluíram para um período de 13 meses de amostra de dados que, a lagoa apresentou uma transparência quase que total para todo o período, devido a pequena profundidade do ambiente.



## 4.8 Turbidez

Os valores de turbidez se alternarão entre os meses de coleta mantendo valores altos e baixos independente da precipitação (Figura 22) . Para o mês de junho, registrado como mês de maior precipitação para o período de coleta, o não apresentou um valor extremo de turbidez. Ao contrario disso, os valores máximo e mínimo de turbidez foram encontrados nos meses de novembro com 27,73 NTU e julho 15,69 NTU respectivamente. Em novembro ocorreu uma diminuição da precipitação neste mês ocasionando um maior acúmulo de matéria orgânica. Com aumento da matéria orgânica, diminui a penetração da luz aumentando assim o valor de turbidez. No mês de dezembro observou-se uma queda no valor de turbidez proveniente do aumento da precipitação em relação ao mês de novembro.



**Figura 22: Comportamento da turbidez no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004.**

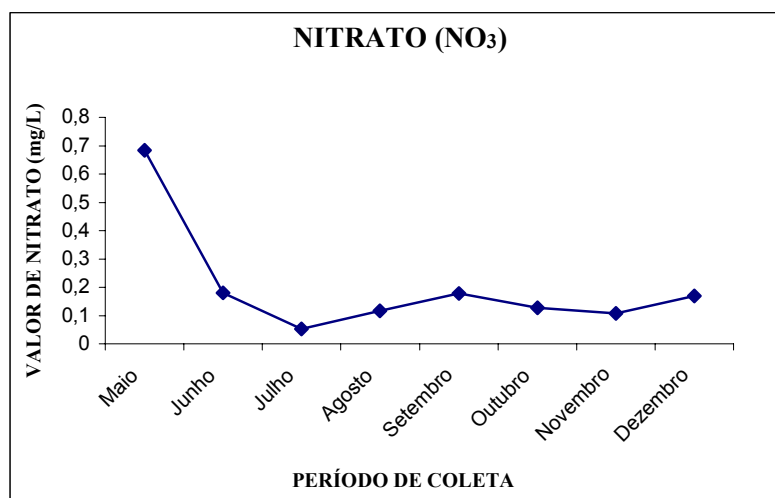
No Rio Saúde, os valores de turbidez não apresentaram relação com nenhum outro parâmetro analisado. Esperava-se que tais valores tivessem relação com a clorofila, isso não ocorreu. Normalmente altos valores de turbidez estão associados a altos valores de

clorofila, o que só ocorreu nos três primeiros meses. Já no mês de agosto a turbidez tem um aumento significativo, esse aumento no mês de agosto em específico pode estar relacionado com o pequeno aumento ocorrido na clorofila, o mesmo não pode ser observado para o mês de outubro onde a clorofila tem um aumento significativo de 0,534 µg/L, para 1,144 µg/L.

Segundo Sperling et. al. (2004), no lago de Aguas Claras/MG, Observa-se uma esperada compartimentalização sazonal, com valores mais elevados de turbidez sendo registrados no período chuvoso em comparação com a época seca. O contrario foi observado para o Rio Saúde, devido ao fato de ser um pequeno rio com dinâmica reduzida, causando aumento na oxidação e maior produção de matéria orgânica, que pode aumentar a turbidez da água no período seco.

#### **4.9 Nitrato (NO<sub>3</sub>)**

Como observado na Figura 23, o nitrato obteve o seu maior valor de 0,684 mg/L, para o mês de maio no início da coleta. Na coleta deste mês, ainda não estava configurado o período chuvoso, devido a esse motivo o nitrato manteve alta concentração na água, nos meses seguintes, com a chegada da chuva, o nitrato começa a ser diluído chegando ao valor de 0,053 mg/L (menor valor encontrado), para o mês de julho. Foi encontrado um valor mais elevado de 0,179 mg/L, Com a chegada do período seco (diminuição significativa da precipitação), na coleta da primavera mês de setembro, os valores de nitrato começam a elevar-se novamente tendo , para dezembro 0,169 mg/L fim do período de coleta.



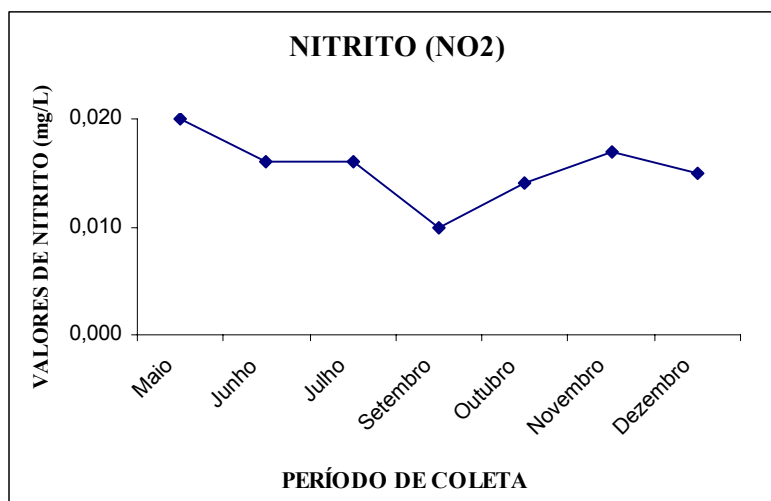
**Figura 23: Comportamento do Nitrato (NO<sub>3</sub>) no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004.**

Foi observado o maior valor de nitrato no início do período chuvoso (mês de maio), ocorrido devido aos efeitos decorrentes do período seco. No período seco, o tempo de residência no Rio Saúde, como já foi citado é maior devido a pequena dinâmica, isso contribui para o aumento de processos de oxidação, decorrente da decomposição da matéria orgânica acumulada pelo tempo de residência, com esse aumento dos processos de oxidação ocorre um maior consumo de oxigênio, e a produção de compostos nitrogenados como nitrato, nitrito e amônia.

Valores próximos aos registrados no rio Saúde, foram encontrados por Gonçalves (2005), observou as concentrações de nitrato na água do arroio sempre se mantiveram abaixo do limite estabelecido para águas de classe 1, segundo a nº 20 do CONAMA (1986) (10 mg L<sup>-1</sup>). As concentrações médias para os oito meses de coleta foram de 0,78, 0,79, 1,00 e 1,27 mg L<sup>-1</sup>, no rio Saúde todos os valores encontrados, estiveram abaixo do recomendado pelo CONAMA. Como pode ser observado na Figura 23, o nitrato teve um leve aumento nos meses de agosto e setembro interrompendo a seqüência de queda.

#### 4.10 Nitrito (NO<sub>2</sub>)

O nitrito (NO<sub>2</sub>), e o nitrato foram diluídos com a chegada do período chuvoso. Pode-se observar na Figura 24, que o nitrito apresentou valor máximo, para o período de coleta no mês de maio, quando o volume de precipitação apresentou-se baixo, os valores de nitrito (NO<sub>2</sub>), diminuirão com a chegada do período chuvoso onde apresentou o mesmo valor de 0,016 mg/L, para os meses de junho e julho e o menor valor para o mês de setembro 0,010 mg/L, final do período chuvoso. A partir de setembro com a chegada da primavera e a diminuição do volume de chuvas, os valores de nitrito começam a elevar-se, sendo observado em outubro valor de 0,014mg/L, chegando a 0,017mg/L em novembro, com uma leve queda em dezembro com valor de 0,015mg/L.



**Figura 24: Comportamento do Nitrito (NO<sub>2</sub>) no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004.**

A retomada dos valores dos nutrientes ocorre no período caracterizado como um período de estabilidade, pois a vazão do rio regularizou devido a falta de chuva, ao contrario

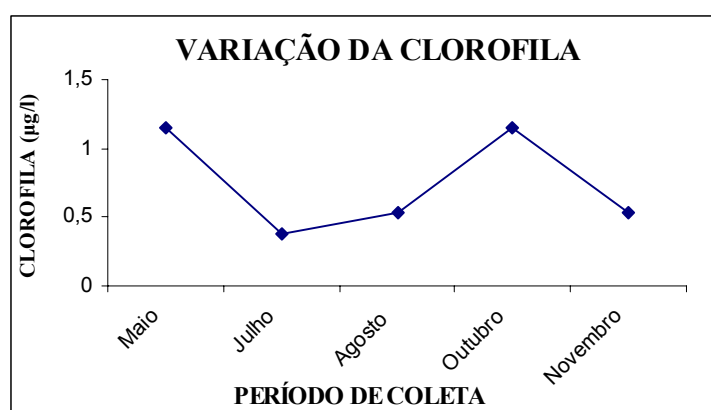
do que foi encontrado por Sebastien (2004), No reservatório da UHE Carlos Botelho (Lobo-Broa), onde no inverno e verão, o reservatório torna-se estável, e os nutrientes Si , PO<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> e NH<sub>4</sub> apresentam diminuição.

No rio Saúde os valores de nitrito aumentaram no período de estabilidade devido a característica desse nutriente, de apresentar maiores valores em ambiente anaeróbios, isso ocorre porque, quanto maiores os processos de oxidação maior a concentração de nitrito e menor o oxigênio, altas concentrações de nitrito diminuem a qualidade da água pois, o nitrito é extremamente tóxico.

A coleta do mês de agosto foi desconsiderada devido a erro no resultado da análise da amostra.

#### 4.11 Clorofila “a”

A clorofila “a” apresenta-se em todas as células fotossintetizadoras, e desempenha um papel fundamental no processo de bioconversão de energia. Pode-se observar na Figura 25, o comportamento da clorofila “a” no rio Saúde.



**Figura 25: Comportamento da clorofila no Rio Saúde no período de maio a dezembro de 2004.**

A clorofila “a” é utilizada como um indicador da biomassa fitoplanctônica e de produção primária. Representa junto ao nitrogênio total e fósforo total, um dos indicadores

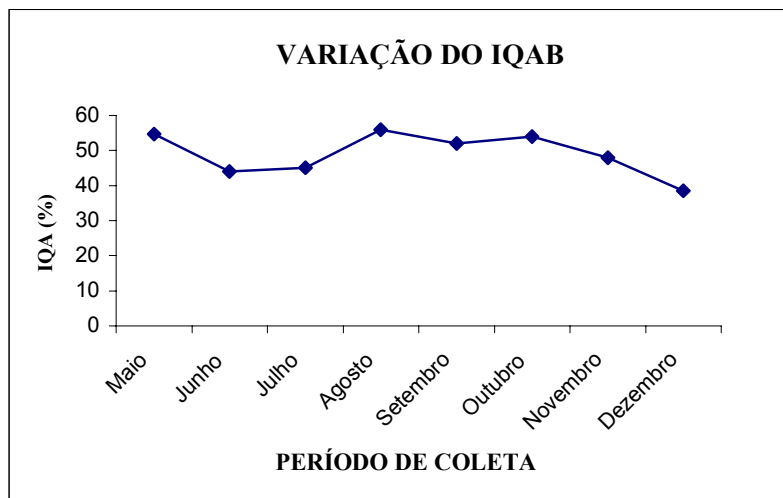
utilizados para a caracterização do estado trófico ou seja o grau de nutrição de sistemas aquáticos (MEDEIROS, P. R. P apud, RAST et al., 1989; KNOPPERS et al., 1999B).

Os valores encontrados de clorofila “a” apresentaram variação conforme a climatologia local, nos primeiros meses (Figura 25). Apesar de o primeiro mês de coleta, apresentar um alto valor de clorofila, em relação ao período de estudo, todos os valores estiveram baixos, se relacionados com os padrões de clorofila para ambientes como o estudado. Para este mês (mês de maio), o valor encontrado foi de 1,14 µg/L, seguido de uma queda brusca no mês de julho de 0,381 µg/L. No fim do período chuvoso, os valores de clorofila voltaram a elevar-se nos meses de agosto e outubro, com valores respectivos de 0,534 µg/L e 1,14 µg/L, enquanto que no mês de novembro registrou-se outra queda, com valor de 0,534 µg/L. Ficando em todos os casos, abaixo de 2 µg/L, indicando baixa biomassa fitoplanctônica e condições oligotróficas na região.

Foi detectado erro nas análises dos meses de junho, setembro e dezembro, reduzido a cinco meses de dados. No entanto, encontrou-se duas repetições nos valores de clorofila que foram os meses de Maio e outubro, agosto e novembro, repetições essas que juntamente com a falta dos outros três meses de dados colocam em dúvida a validade dos resultados.

#### **4.12 Índice de Qualidade da Água (IQAB).**

A variação da qualidade da água no rio Saúde foi realizada utilizando 6 dos parâmetros coletados na pesquisa, nitrato, nitrito, condutividade elétrica, pH, oxigênio dissolvido e turbidez. Esses parâmetros foram aplicados em um índice de qualidade de água, (IQAB), índice de qualidade de água de Bascarán, como pode ser visto na Figura 26.



**Figura 26: índice de qualidade de água de Bascarán, para o rio Saúde calculado para os meses de maio a dezembro de 2004.**

Na Figura 26, observa-se a variação da qualidade da água no rio Saúde considerando todos os parâmetros relacionados. Nota-se que nos meses de maio, agosto, setembro e outubro a água manteve sobre condições de normalidade com o valor do IQA de 54,7, 56, 52 e 54% respectivamente. Nos demais meses, o valor do IQA manteve-se abaixo dos 50%, com o mínimo no mês de dezembro com 38,5%. Os meses de junho, julho e novembro, mantiveram-se na casa dos 40% representando aspecto impróprio, com valores respectivos de: 44%, 45%, 48%.

Observa-se, que os parâmetros usados no cálculo do IQA foram avaliados juntos, o índice de qualidade de água obtém valores muito baixos caracterizando baixa qualidade de água para a localidade estudada. Isso acontece por que para o índice de qualidade da água ter um bom rendimento em relação aos dados de coleta é necessário que haja três tipos de parâmetros analisados são eles, parâmetros químicos, físicos e biológicos. Em nosso experimento, não foi possível a obtenção de parâmetros biológicos devido aos custos de

análise, apesar de ser de fundamental importância para o cálculo do índice de qualidade de água.

Apesar de apresentar espécies vegetais aquáticas, não foi possível o estudo das mesmas e sua influência na qualidade da água local, como mostra a Figura 27.



**Figura 27: Presença de espécimes aquáticas no rio Saúde no período de coleta.**

Notou-se a presença plantas aquáticas, bem como a influência, do nitrato, da clorofila e do oxigênio, no local. Os valores de clorofila e nitrato apresentaram máximos, enquanto que o oxigênio encontra seus mínimos valores favorecendo o aparecimento de plantas aquáticas.

O uso das respostas biológicas como indicadores de degradação ambiental é vantajoso em relação às medidas físicas e químicas da água, pois estas registram apenas o momento em que foram coletadas, como uma fotografia do rio, necessitando assim de um grande número de análises para a realização de um monitoramento temporal eficiente. Outra desvantagem é que, se forem feitas longe da fonte poluente, as medições químicas não serão capazes de detectar perturbações sutis sobre o ecossistema (Pratt & Coler, 1976).

A falta de dados com de parâmetros biológicos tem grande influência quando o índice é calculado de forma geral, mas se os parâmetros forem analisados separadamente

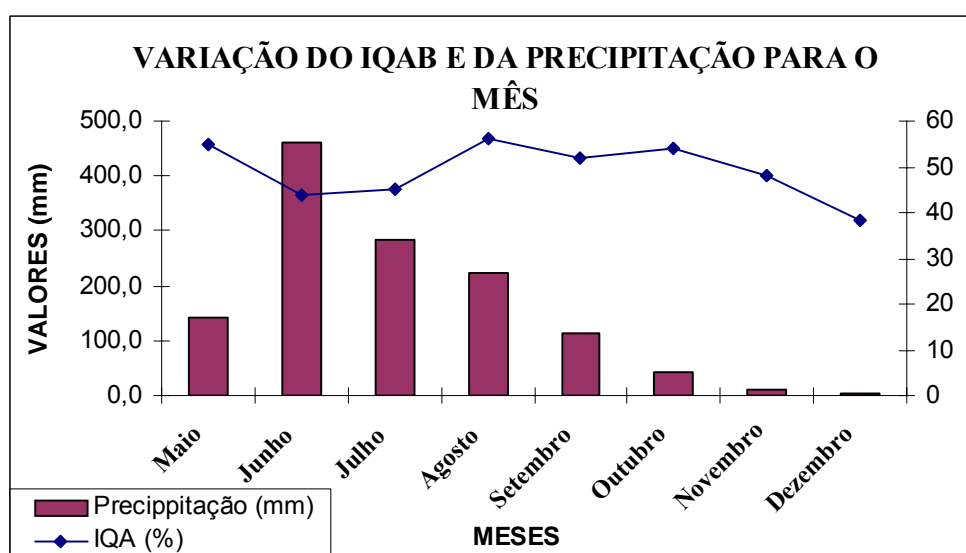


mês a mês, pode-se notar que dos seis parâmetros usados para o cálculo de índice de qualidade da água, quatro deles tiveram amostras ao longo do período de coleta com valores indo de normal a excelente.

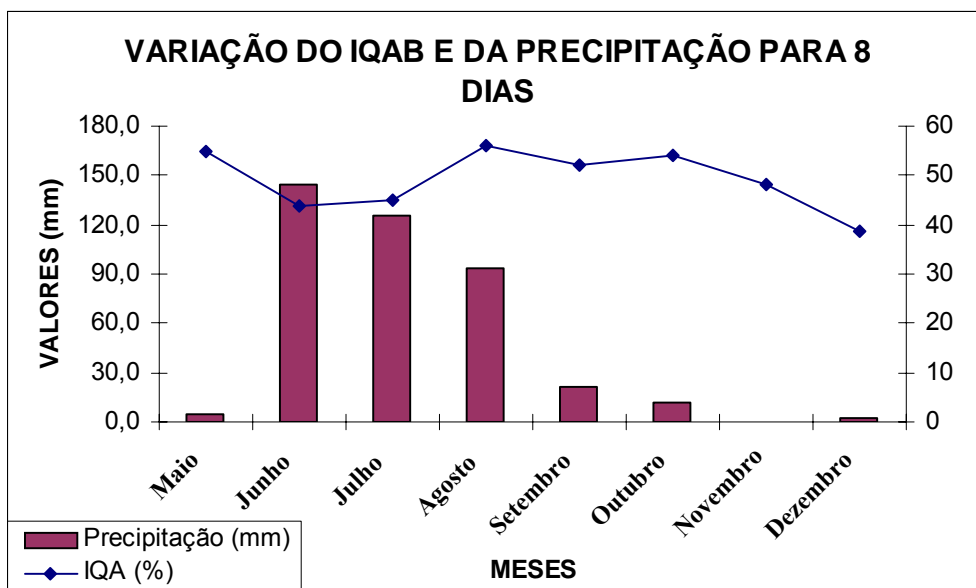
O objetivo do trabalho é de comparar a qualidade da água do rio Saúde com a precipitação e avaliar se houve relação, conforme a precipitação analisada no mês e nos últimos 8 dias.

Na Figura 28 pode-se observar a variação do IQA relacionado com a precipitação. Observou-se, que a relação do IQA com a precipitação foi levemente aparente, tendo o pico da precipitação no mês de junho e do IQA no mês de agosto, apresentando uma resposta do sistema ao volume de precipitação.

Na Figura 29, tem-se a relação da precipitação com o IQA, com os valores de precipitação registrados para os últimos 8 dias antes da coleta. Para essa condição observou-se claramente a relação entre os dois parâmetros, sendo o pico com valor máximo de IQA observado mais facilmente.



**Figura 28: Variação do IQA no rio Saúde comparado com a precipitação mensal, para o período de maio (mês 1) a dezembro (mês 8) de 2004, sendo a série 1 representante da precipitação, e a série 2 o IQA.**



**Figura29: Variação do IQA no rio Saúde comparado com a precipitação dos últimos 8 dias, para o período de maio (mês 1) a dezembro (mês 8) de 2004, sendo a série 1 representante da precipitação, e a série 2 o IQA.**

São mostradas nas Figuras 28 e 29, a variação do índice de qualidade da água no período chuvoso, o índice é mais perceptível para a precipitação acumulada dos últimos 8 dias, nota-se tanto no acumulado dos últimos 8 dias, como no valor mensal da precipitação, caracterizado pelo período chuvoso para o estado de Alagoas. Fica notório nas figuras que com o aumento da precipitação ocorreu uma variação não tão significativa mas existente na qualidade da água. O baixo valor da variação se deve aos parâmetros escolhidos para a pesquisa.

A avaliação da qualidade da água do rio Saúde é de suma importância se a mesma for utilizada para fins de abastecimento urbano. Quando a água se destina a esses propósitos deve-se levar em consideração, outros fatores como a presença de parasitas e agentes biológicos que podem ser causadores de doenças no caso de contaminação dos

mananciais. Apesar do país, ter uma lei rígida com relação ao manejo dos corpos de água poucos são os projetos referentes ao biomonitoramento.

Apesar de alguns parâmetros de qualidade da água, apresentarem valores abaixo do aceitável, os mesmos foram classificados de acordo com a resolução CONAMA Nº 20, de 18 de junho de 1986. Observou-se na tabela 5, que os parâmetros de oxigênio dissolvido, turbidez e pH constantes na resolução, se mantiveram em sua maioria em ótimas condições ao longo do período estudado.

Meses X Parâmetros	Oxigênio Dissolvido (Saúde)	pH (Saúde)	Turbidez (Saúde)	OD (CONAMA)	Turbidez (CONAMA)	pH (CONAMA)
Maio	6,8	5,6	18,1	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Junho	6,9	6,9	18,72	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Julho	8,5	6,5	15,69	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Agosto	7,1	7,38	20,98	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Setembro	6,49	6,5	20,58	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Outubro	6,1	6,4	17,98	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Novembro	5,9	5,6	27,73	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0
Dezembro	5,4	6,09	17,3	>6	Até 40 NTU	6,0 até 9,0

**Tabela 5: Comparação do Oxigênio, Turbidez e pH nas coletas do rio Saúde com os valores apresentados pela resolução do CONAMA 385/05.**

Na Tabela 5, o oxigênio dissolvido, manteve-se fora dos padrões de qualidade do CONAMA nos meses de novembro e dezembro, mostrando uma variação observada nesses parâmetros, em um nível aceitável de qualidade. O pH como o oxigênio manteve-se fora dos padrões de qualidade em 2 meses, (maio e novembro). Já a turbidez apresentou-se dentro dos padrões aceitáveis de qualidade de água durante todo o período de coleta.

Os riscos à saúde relacionados com a água podem ser distribuídos em duas categorias principais: 1) riscos relativos à ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; 2) riscos derivados de poluentes

químicos e efluentes de esgotos industriais (CHARRIERE et al., 1996; KRAMER et al., 1996).

A Lei das Águas (Lei 9.433/97) instituiu a Política e o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, e institucionalizou a gestão participativa dos diversos níveis - federal, estadual, municipal e local (Muñoz, 2000). Nela a água é reconhecida como bem econômico, sendo determinada a cobrança por seu uso, com as quantias arrecadadas revertidas para a bacia hidrográfica em que foram geradas por determinação dos Comitês de Bacias. Nesse contexto, os comitês e as Agências de Águas são parceiros poderosos, e recomenda-se que invistam parte desses rendimentos em programas de biomonitoramento. Após uma fase inicial de pesquisas, esses programas reduzem consideravelmente os custos de análise e fornecem informações relevantes para o manejo de bacias hidrográficas.

Segundo o “**Programa Monitore**” do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 1998), o mesmo apresenta 65 projetos de "monitoramento da qualidade das águas" no Brasil. Desses, 59 são de águas doces, dos quais 42 em rios. Desse montante, 26 (61,9%) compreendem apenas análises físicas, químicas e/ou bacteriológicas da água. Apenas quatro ainda estavam em funcionamento naquela data. Isso representa menos de 10% dos projetos de qualidade da água de rios, dos quais dois apresentam uma vaga descrição "monitoramento de corpos d'água sem data prevista para finalização".

Segundo Dahi, (1992), a água é essencial à manutenção da vida. A proteção de contaminações no fornecimento de água é a primeira linha de defesa.

## 5. CONCLUSÕES

O trabalho apresentado será de grande importância em pesquisas futuras nesta localidade, onde avaliação da precipitação e dos parâmetros químicos da água bem como o cálculo do índice de qualidade da água, poderão ser usados como base para estudos relacionados não só com a preservação local como ao saneamento básico e captação dessa água para abastecimento da região norte do estado.

Em relação a precipitação conclui-se que no período estudado ocorreu uma elevação no volume da precipitação a partir do mês de junho, no qual foi registrado o pico nos dias 1 e 13 com valores de 88mm e 90,8mm respectivamente.

A temperatura variou de 26,9° a 23,7° devido a incidência da radiação solar que aumenta a temperatura local nos períodos secos.

A condutividade elétrica, não sofreu alteração expressiva no período estudado, tendo uma leve queda, devido a diluição dos sólidos dissolvidos na água pelo aumento da precipitação no período chuvoso.

O pH para no período seco se tornou levemente ácido com um valor mínimo de 5,6 devido a decomposição da matéria orgânica na água formando ácido húmico. Logo com o aumento do volume de precipitação esse ácido húmico é diluído diminuindo a oxidação no local, devido a diminuição do tempo de residência e o valor do pH, tornando básico, com valor de 7,38.

Devido a baixa temperatura, e a entrada de oxigênio no sistema pela precipitação, registrou-se valores oxigênio dissolvido e maiores nos meses do período chuvoso. Concluímos também que com a diminuição da precipitação e o aumento da temperatura os valores de OD diminuem, devido a baixa dinâmica do ambiente e uma maior oxidação com um consumo maior de oxigênio para a decomposição da matéria orgânica com valores variando entre os períodos de 5,4 a 8,5 mg/l.

A salinidade não teve alteração em função do período seco ou chuvoso, tendo encontrado um único mês com valor acima de  $0,0\mu\text{Sm}$  que foi o mês de maio, sendo o valor encontrado de  $0,1\mu\text{Sm}$  que pode ter sido uma pequena presença de cloretos na água proveniente das margens. Não foi registrada a variação diária da salinidade devido ao local de estudo não sofrer influência da variação da maré.

Para a transparência da água conclui-se que nos primeiros meses do período de estudo (meses do período chuvoso), a precipitação apresentou influência na transparência da água causando uma diminuição nos valores de 70cm para 20cm de transparência, nos meses de maior acumulado de chuvas, como os meses de junho e julho com acumulado de precipitação de 700mm. No período seco, os valores de transparência da água são elevados, chegando a 115cm transparência total, mas susceptíveis a alterações em função de acúmulo de matéria orgânica, clorofila, material em suspensão e aumento de turbidez.

Na turbidez, não foi encontrada nenhuma relação com a variação da precipitação e os períodos seco e chuvoso, com valores extremos no período chuvoso, e seco, onde o menor valor encontrado foi de 17,3 NTU para o mês de dezembro e o maior para o mês de agosto de 20,98 NTU.

O nitrato ( $\text{NO}_3$ ), e o nitrito ( $\text{NO}_2$ ), comportaram-se de maneira idêntica, ambos obtiveram máximos valores, em meses do período seco, onde a decomposição da matéria orgânica e o consumo de oxigênio favorecem o seu desenvolvimento. Enquanto, no período chuvoso, foram observados valores reduzidos devido a diluição sofrida pelo aumento da precipitação e a entrada de oxigênio no sistema. Os valores de nitrato e nitrito foram elevados, no mês de maio para os dois parâmetros, e os menores valores encontrados foram nos meses de julho e agosto para o nitrato e setembro e outubro para o nitrito.

Nos primeiros meses de coleta a clorofila se comportou em conjunto com as variações climatológicas tendo valor máximo nos meses de maio, e início do período chuvoso (com precipitações menos significativas em relação ao mês de junho) e, o mês de outubro considerado período seco. Logo após o início, a precipitação mensal aumentou, influenciando na diluição da clorofila nos meses de junho, julho setembro e dezembro, os quais não puderam ser avaliados.

A variação da qualidade da água no rio saúde em função do período seco e chuvoso, com valores que variaram de 54,7% para o mês de maio, e decaindo até 44% no mês de junho e voltando a subir logo em seguida até encontrar o seu valor máximo, que foi no mês de agosto (fim do período chuvoso) de 56%. Voltando a cair para os meses seguintes chegando a 38,5 no mês de dezembro, demonstrando que para um índice configurado com os parâmetros selecionados, o excesso e escassez de chuva no local podem ser determinantes para a qualidade da água.

A falta de parâmetros biológicos na avaliação do índice comprometeu a eficácia do mesmo. Assim como, os parâmetros bioindicadores como, coliformes fecais ou estudo de micro-algas, levando-se em conta que os parâmetros aplicados ao índice, e analisados separadamente, tiveram bons resultados. A avaliação da variação desse parâmetros isolados, em função do período seco e chuvoso, obteve, boa classificação como é o caso do oxigênio, que para todo o período de coleta, obteve classificações que variaram entre bom, muito bom, agradável e excelente. Os únicos parâmetros que mantiveram baixas classificações como o índice geral foram o nitrito e condutividade elétrica, com classificações de variaram de ruim a péssimo.

Ao avaliar a variação do IQA em relação a precipitação, pode-se concluir que quando comparado o índice com a precipitação acumulada do mês e dos 8 últimos dias, observa-se que a variação é mais significativa para os 8 últimos dias, tendo o pico do IQA um retardo em relação ao da precipitação.



## **6. RECOMENDAÇÕES**

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a variação da qualidade da água para o período seco e chuvoso. é importante avaliar, levando-se em consideração ao parâmetros biológicos, os quais são de sua importância na definição da qualidade da água.

O número de coletas e pontos amostrais, um total de 8 apenas, em um único ponto, é considerado muito baixo para este tipo de pesquisa demonstrando não a caracterização da qualidade da água mas sim, um retrato do momento de coleta.

Portanto, sendo esse trabalho o primeiro neste local, nesse sentido, recomenda-se que para futuros trabalhos, sejam avaliados parâmetros biológicos, uma amostragem com maior número de pontos, para que possam ser avaliadas as influências ao longo do leito do rio. Os parâmetros devem ser avaliados por mais tempo não apenas um ano, que pode acarretar na escolha de um ano atípico ou de um evento isolado com magnitude que possa comprometer os resultados.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABURDA, J. & NISHIHARA, L., 1998. **Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços**. *Revista de Saúde Pública*, 1998, pg. 32:160-165.

ALVES, R.G., TOLEDO, A.P.P. **Estudos de algumas variáveis físicas e químicas da bacia da lagoa Dourado(SP)**. CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA: Bacia Hidrográfica como unidade de estudo, 6,1997, Anais...São Carlos: Academia de Ciências do estado de São Paulo, 1997, p.16.

ARCOVA, F.C.S.; CESAR, S.F.; CICCO, V. **Qualidade da água e dinâmica de nutrientes em bacia hidrográfica recoberta por floresta de mata atlântica**. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.5, n.1, p.1-20, 1993.

AWWA (American Water Works Association). **Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies**. 1990, New York: Mcgraw Hill.

BARBOSA, F.A.R. **Variações diurnas (24 horas) de parâmetros limnológicos básicos e da Produtividade Primária do fitoplâncton na Lagoa Carioca – Parque Florestal do Rio Doce - MG- Brasil. Tese de Doutorado.** Universidade Federal de São Carlos .1981.

BASCARÁN, Gamaliel, Matines. **Estabelecimento de uma metodologia para conocer la calidad Del água.** In: boletim informativo del médio ambiente. 1979. pg. 30-49.

BIO2000. Qualidade da água. On-line. disponível em:  
[http://www.bio2000.com.br/Qualidade da água/Nitrato/Nitrito](http://www.bio2000.com.br/Qualidade%20da%20água/Nitrato/Nitrito), Consultado em 18 de agosto de 2004.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. D. & SURAMPALLI, R. Y. **Nitrate contamination of ground water sources and potential health effects.** Journal of the American Water Works Association, 1992, pg. 84:85-90.

BRANCO, S. M. (1986). **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**, São Paulo, 3 ed., CETESB/ASCETESB, 1986, 616p.

BRASIL, 1997. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, e Dá Outras Providências. *Diário Oficial da União*, 9 jan.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986.** Diário Oficial da União, 1986, 30 jul.

BROCKELMANN, A.M., GODINHO, M.J.L. **Análise da variação sazonal das populações de nanoflagelados na represa do Monjolinho(São Carlos-SP).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA: Bacia hidrográfica como unidade de estudo,6,1997, Anais...São Carlos: Academia de Ciências do estado de São Paulo, 1997, p.83.

CAIRNS Jr., J.; McCORMICK, P. V. & NIEDERLEHNER, B. R. **A proposal framework for developing indicators of ecosystem health.** *Hydrobiologia*, 1993, pg. 263:1-44.

CAMARGO, A.F.M.; MIYAI,R.K. **Caracterização limnológica do lago Curuçá: lago de várzea do rio Trombetas (Águas Claras), Pará.** *Acta Limnológica Brasiliensia*, Botucatu, v.11, p.153-180, 1988.

CARMOUZE, J. P. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas.** São Paulo - Editora Edgard Blücher – FAPESP. 1994, 253p.

CHARRIERE, G.; MOSSEL, D. A. A.; BEAUDEAU, P. & LECLERC, H., 1994. **Assesment of the marker value of various components of the *coli-aerogenes* group of Enterobacteriaceae and of a selection of *Enterococcus* spp. For the official monitoring of drinking water supplies.** *Journal of Applied Bacteriology*, 1994, pg. 76:336-344.

COHEN, J.C.P.; DIAS, M.A. F. SILVA; NOBRE, C.A. **Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia.** *Climanálise- boletim de monitoramento e analise climática*, 4, 34 – 40. 1989.

CONAMA; **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Resolução no 20, de 18 de junho de 1986. Brasília, 1986. 92p.

CONDUCTIVI METER, **Condutivímetro e Termo-Salinômetro**, modelo LF 330 WTW. (manual).

CONEZA-VITÓRIA, VF. **Guia metodologica para la evaluación Del impacto ambiental.** Ediciones Mundi-prensa, Madrid, España. 1998, 3º ed. 412p.

DAHI, E. **Water Supply in Developing Countries: Problems and Solutions.** Lyngby: Eds. Technical, University of Denmark, 1992.

DEININGER, R. A.; CLARK, R. M.; HESS, A. F. & BERNSTAM, E. V. **Animation and visualization of water quality in distribution systems.** Journal of the American Water Works Association, 1992, pg. 84:48-52.

EDUCAR. Estudos de Qualidade da água. On-line. USP. SP disponível em:  
[http:// www.educar.sc.usp.br/ Estudos de Qualidade da água/ pH](http://www.educar.sc.usp.br/Estudos_de_Qualidade_da_água/pH) Consultado em 18 de agosto de 2004.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia,** Rio de Janeiro, - Editora Interciência Ltda , FINEP. 1998, 574p

FITTKAU, E.J.- 1971b- **Okologisch Gliederung das Amazonas Gebiets auf Geochemischer, Grundlage, Minister.** Forsch. Geol. Palaönt., H20/21:35-50.

GESSNER. F. **Der chlorophyllgehalt in see and seine photosynthetische valenz als geophysikalishes problem.** S. Z. Hydrologie 11, 1949, pg. 378-410.

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S. L.; **Water quality in a watershed located in a tobacco producing area.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. v.9 n.3 Campina Grande jul./set. 2005.

GRALHÓS, D.F., NOGUEIRA, M.G. **Degradação dos recursos hídricos na região de cuestas basálticas de Botucatu: A micro Bacia do Cintra.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA: Bacia hidrográfica como unidade de estudo, 6, 1997, São Carlos. Anais...São Carlos: Academia de Ciências do estado.

GRASSHOFF K. **The automatic determination of nitrate. In methods of seawater analysis.** Grasshoff, K. ed. Verlag Chemie, Weinheim, pp.278-281. 1976.

GUIMARÃES M. **Fisiologia vegetal**, -São Paulo- 1985, EPU.

GROSS, M. G. **Oceanography**-New York-Macmillan Publishing Company- 1990, 190p-6. ed.

HARDY, R. Temperatura e vida animal. Temas de biologia, São Paulo: editora pedagógica e Universitária Ltda. EDUSP, V.24. 1981.91p.

HOWARD-WILLIAMS, C; VINCENT, WF. **Optical Properties of New Zealand Lakes; I. Attenuation, Scattering, and a Comparison between Downwelling and Scalar Irradiances** Archiv fur Hydrobiologie Vol. 99, No. 3, p 318-330, 1984.

HUTCHINSON, G.G.- 1957- **A treatise on Limnology.** I Geography, Physics, and Chemistry, New York, John Wiley. 1050 p.

HUXLEY J.R, and J. WISEL. **A review of methods for the determination of nitrate in waters. In Examination of methods for selected characteristics.** (Mc Glynn J .A. Ed.). 109p. Australian Government publishing service. Canberra. 1974.

HYDES D.J. and N.C. HILL. **Determination of nitrate in sea-water: nitrate to nitrite reduction with copper-cadmium alloy.** Estuarine coastal and shelf science. 21: 127-130, 1985.

INTERMEGA. Qualidade da Água/ Nitrato e Nitrito. On-line. Disponível em: [http://www.intermega.com.Br/Qualidade da água/ Nitrato/Nitrito](http://www.intermega.com.Br/Qualidade%20da%20%C3%A1gua/Nitrato/Nitrito) consultado em 13 de novembro de 2002.

INTERMEGA. Qualidade da Água/Temperatura e Turbidez. On-line. Disponível em: [http://www.intermega.com.Br/Qualidade da água/Temperatura/Turbidez](http://www.intermega.com.Br/Qualidade%20da%20%C3%A1gua/Temperatura/Turbidez) consultado em 15 de agosto de 2004.

KOUSKY, V.E. **Frontal influences on Northeast Brazil.** Mon. Wea. Rev. 107. 1140-1153.1979.

KIRK A. MOLONEY . **A generalized algorithm for determining category size.** Department of Botany, Duke University, 27706 Durham, NC, USA, Pgs: 176 – 180,1986.

KRAMER, M. H.; HERWALDT, B. L.; CRAUN, G. F.; CALDERON, R. L. & JURANEK, D. D., 1996. **Waterborne disease: 1993 and 1994.** Journal of American Water Work Association, 88:66-80.

LIMA, E.B.N.R. **Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do Rio Cuiabá.** 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MATO, A. P. **Determinação de Nitratos, Nitritos e Prováveis Fontes de Contaminação em Águas de Poços e sua Influência na Metemoglobinemia Infantil.** Dissertação de Mestrado, 1996, São Paulo: Universidade Mackenzie.

MATHEUS, C.E.; MORAES, A.J. de; TUNDISI, T.M.; TUNDISI, J.G. *Manual de análises limnológicas*. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 1995. 62 p.

MARGALEF, R. **The place of epicontinental waters in global ecology**. In: MARGALEF, R. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. p.1-8.

MEDEIROS, P. R. P. **Aporte fluvial, transformação e dispersão da matéria em suspensão e nutrientes no estuário do Rio São Francisco, após a construção da Usina Hidroelétrica do Xingó (AL/SE)**. UFF: Niterói, 2003a. 184 p. (Tese de Doutorado).

MEDEIROS, PRP. Subprojeto 1.1.b- determinação da carga de nutrientes do São Francisco na região da foz: Relatório final. In: **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco (ANA/GEF/PNUMA/OEA)**. Universidade Federal de Alagoas, 2003b.

MEDEIROS, P.R.P.; SANTOS JUNIOR, R.C dos.; ANDRADE, E. de L.; COSTA, F.J.C.B. & ARAUJO, A.E.de M. **Reservatório de Xingo: Estimativa Da Turbidez Pelos Métodos Kriging e Curvatura Mínima**. Boletim de Estudos de Ciências do Mar, UFAL, nº 12, Issn 0102-8596, 2002, pgs, 63-82.

MERCADO DA PESCA. Parâmetros de Qualidade da Água. On-line. Disponível em: <http://www.mercadodapesca.com.br> /.Parâmetros de qualidade da água/Condutividades elétrica/Turbidez. consultado em 22 de setembro de 2004.

MMA(Ministério do Meio Ambiente). **Programa Monitore: Diretório das Instituições que Realizam Monitoramento Ambiental**. Brasília. 1998, MMA.



MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. **Dinâmica das chuvas sobre o nordeste do Brasil**,  
In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, 2000, Anais...CI00132,  
Rio de Janeiro.

MOPU- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. **Guia para elaboración de  
estudios Del medio físico: contenido y metodología**. Madrid, Espanha. GEOTEMA,  
1985, 52p.

MOPU, MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y URBANISMO. **Metodología y  
recomendaciones para la evaluación de recursos hídricos**. Madrid, Espanha. 1993,  
52p.

MORRIS A.W. e J.P. RILEY. **The determination of nitrate in sea-water**. Anal. Chim.  
Acta 29: 272-279. 1963.

NOBRE, C. A., AND L. C. B. MOLION,: **The climatology of droughts and drought  
prediction. The Impact of Climatic Variations on Agriculture. Assessments in  
Semi-Arid Regions**, M. Parry, T. R. Carter, and N. T. Konijn, Eds., Kluwer  
Academic, 305–323.1988.

NYDAHL F. **On the optimum conditions for the reduction of nitrate to nitrite by  
cadmium**. Talanta, 23: 349-357, 1976.

ODUM, EUGENE PLESANTS. **Ecologia** –Rio de Janeiro-ed.Discos, 1985, CBS

PAIVA, M.P. **Grandes Represas do Brasil**. São Paulo: Editara, Editorial. 1982.304p.

PALMA-SILVA, G.M. **Diagnóstico ambiental, qualidade da água e índice de depuração  
do Rio Corumbataí - SP**. 1999. 155 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Integrado de  
Recursos) - Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio  
Claro, 1999.

- PETERS, N.E; MEYBECK, M. **Water quality degradation effects on freshwater availability: impacts to human activities.** *Water International*, Urbana, v.25, n.2, p.214-21, 2000.
- PICKARD, G.L. & EMERY, W.J. **Descriptive Physical Oceanography-** 4ed-New York- Pergamon press- 1981, 249p.
- POMPÊO, M.L.M. **O disco de Secchi.** *Bioikos*, 13(1/2): 40-45, 1999.
- PORTO, F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. **Caracterização da qualidade da água.** In: PORTO, R.L. (Org.). *Hidrologia ambiental*, São Paulo: EDUSP, 1991. p.375-390.
- PRATT, J. M. & COLER, R. A., 1976. **A procedure for the routine biological evaluation of urban runoff in small rivers.** *Water Research*, 1976, pg. 10:1019-1025.
- REBOUÇAS, A.C., **Água e desenvolvimento rural.** Ver. IEA No 43-Dossiê Desenvolvimento rural, p.327-344. São Paulo, 2002.
- SEBASTIEN, NYAMIEN YAHAUT: **Fenômenos Climatológicos E Hidrológicos E Sua Repercussão Sobre A Limnologia Dos Reservatórios De Barra Bonita -Sp, Carlos Botelho (Lobo-Broa)-Sp E Tucuruí-Pa-Brasil;** São Carlos 2004.
- SCHÄFER, A. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais.** Porto Alegre – Editora da Universidade, 1984, 532p.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Estudo, enquadramento e classificação de bacias hidrográficas do estado de Alagoas.** Instituto do meio Ambiente (IMA), Maceió, 1979.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS E NATURAIS DO  
ESTADO DE ALAGOAS, Diretoria de Hidrometeorologia.

SILVA, F. F ET. AL.; **Estudo da qualidade da água com o índice IQA no Rio Paraíba/PE-AL**, revista água & atmosfera- NMRH-AL, Maceió, pgs;12-16.

SPERLING, E. V., JARIDIM F. A., GRANDCHAMP , C.; **Water quality during the filling of deep mining lakes: case study of Aguas Claras pit lake – MG**, Eng. Sanit. Ambient. v.9 n.3 Rio de Janeiro jul./set. 2004

STRICKLAND, J.D.H. & PARSON, T.H. **A practical handbook of Seawater Analysis.**-  
Canada- Bull- 1972, 310p.

TUNDISI, JOSÉ GALIZIA, REBOUÇAS, ALDO DA CUNHA, BRAGA, BENEDITO.  
**Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**- 2.ed.- São Paulo:  
editora Escrituras, 2002, 704p.

UMEZAWA, P. K. **Previsão de deflúvios (Washload) em rios de áreas elevadas.** Porto  
alegre, 1979. Dissertação ( Mestrado em Hidrologia Aplicada)- Universidade de Santa  
Maria.

WALLING, D.F. **Assenting the accuracy of suspendend sediment rating curves for a  
small basin.** *Water Rsour. Resear.*, v13, p.531-38,1977.

WASHINGTON, H. G., 1984. **Diversity, biotic and similarity indices. A review with  
special relevance to aquatic ecosystems.** Water Research, 1984, pg. 18:653-694.

WETZEL, R. G. **Limnologia.**- Barcelona-OMEGA.-1981, 67