

Qualidade Ambiental da Lâmina D'água da Lagoa Rodrigo de Freitas - RJ Subsídios aos Estudos de Impactos Ambientais em Lagoas Costeiras

DANIELLA TANCREDO DE MATOS ALVES¹, MAURO SÉRGIO FERNANDES ARGENTO¹,
CARLA BERNADETE MADUREIRA CRUZ¹, DAVID ZEE²
e:mail. lilibeth@rio.nutecnet.com.br

¹ CENEPAM/SIMONSEN - Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais das Faculdades Integradas Simonsen
www.simonsen.com.br

² Universidade Estadual do Rio de Janeiro - Departamento de Oceanografia- UERJ

Abstract. This paper shows an experience in Environmental Approach diagnosing the water qualities on Rodrigo de Freitas coastal lagoon, at Rio de Janeiro city. The great emphases in this paper concerns in water physical-chemical parameter. Samples were collects by Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ - Oceanography Department coordinate by Dr. David Zee, and the computer processes were development by Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais das Faculdades Integradas Simonsen, both in Rio de Janeiro. A group of variables, pH, OD, Secchi Disk, temperature, Coliforms, DBO, DQO, and salinity were processed, establishing information's plans (Pis). A group of 250 maps composed a environmental data bank of the Rodrigo de Freitas lagoon, contributing for monitoring processes analysis in this coastal lagoon.

This paper shows the methodology as support to be use in works for environmental studies.

Keywords: Environmental Quality, Rodrigo de Freitas Lagoon, Thematic map

1 Introdução

Cada vez mais vem sendo introduzido nas ciências em geral, os componentes tecnológicos. Nas ciências ambientais, esta acertiva não fica excluída. São alguns exemplos a introdução da computação gráfica, a crescente utilização das técnicas de sensoriamento remoto em base orbital, a ampliação do uso da cartografia temática com apoio computacional e o desenvolvimento de sistemas de informações geográficas viabilizando a criação de diferentes cenários ambientais.

A lagoa Rodrigo de Freitas é regulamentada como uma Área de Proteção Permanente pela Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro conforme artigo 463. A relevância de seu estudo consiste no fato dela ser um ponto turístico e de lazer de grande expressão na estrutura urbana da cidade do Rio de Janeiro, e que ao longo desta última década vem se caracterizando por um substancial aumento de problemas de natureza físico-ambiental. Localizada entre a restinga de Ipanema e Leblon, a Lagoa Rodrigo de Freitas processa o seu balanço hídrico com o ambiente marinho através do canal do Jardim de Alá. A foz desse canal é sistematicamente obstruída por areias transportadas pelas ações das vagas e correntes a elas associadas assim como pela ação dos ventos, razão pela qual necessita ser permanentemente dragada, servindo este processo para permitir a circulação de suas águas entre os ambientes lagunar e marinho.

O aporte incessante de águas servidas e de matéria sólida que atingem a este corpo d' água lagunar, vêm prejudicando o comportamento hidráulico e a qualidade da água da lagoa, além do que, reduzindo a lâmina d' água e promovendo a acumulação da camada de lodo. Este fato, vem dificultando os mecanismos de circulação das águas, acelerando o processo de colmatação, e contribuindo para as freqüentes mortandades de peixes, caracterizando assim um estágio de constante degradação ambiental. Neste sentido, diagnosticar quais as áreas deste corpo d' água que vem sofrendo um maior impacto ambiental em termos da qualidade de suas águas, torna-se aqui, um instrumento prioritário para a compreensão e monitoramento deste ecossistema costeiro.

2 Objetivos

O presente estudo visou estabelecer uma base diagnóstica do corpo d' água da lagoa Rodrigo de Freitas baseada nos parâmetros físico-químicos da água.

Especificamente, objetivou-se criar modelos espacializados (mapas temáticos) representativos da distribuição das variáveis físico-químicas componentes deste estudo. O uso de Sistema de Informações Geográficas, associados a mecanismos de estruturação de Banco de Dados Geoambientais (BDG), se transformam em especificidades que objetivam a formulação de modelos diagnósticos das áreas impactantes da lagoa Rodrigo de Freitas, visando o estabelecimento de roteiros básicos para apoio ao processo de monitoramento deste importante ecossistema costeiro do município do Rio de Janeiro.

3 Metodologia

A metodologia utilizada na presente investigação se compôs em trabalho de campo, laboratório e gabinete. Os trabalhos de campo e de laboratório foram desenvolvidos pelo Departamento de

Oceanografia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro- UERJ, e seus dados processados conforme critérios padronizados e de aceitação internacional. Estes dados constam do acervo da secretaria municipal de meio ambiente, através do convênio UERJ - Prefeitura do Rio de Janeiro.

3.1 Trabalho de Campo e Laboratório

Neste convênio, vem sendo coletadas e processadas, sistematicamente, amostras em diferentes épocas, em 6 (seis) pontos definidos em bases geoambientais, contemplando as seguintes variáveis constantes deste estudo: pH, Oxigênio Dissolvido(OD), Secchi, Temperatura da água, Coliforme Fecal e Total, Material Particulado em Suspensão, Amônia, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Salinidade e Turbidez.

Os trabalhos de gabinete foram desenvolvidos no Centro de Estudos e Pesquisas Ambientais das Faculdades Integradas Simonsen e constaram primeiramente da criação de uma planilha de dados, onde na direção das fileiras se dispunham os pontos amostrais e respectivas datas de coleta e na direção das colunas as variáveis representativas do presente estudo.

3.2 Trabalho de gabinete

Os trabalhos de gabinete se basearam no processamento de dados, constando basicamente de 3 fases distintas a saber:

3.2.1 Estrutura da base cartográfica

Nesta primeira fase foi elaborada uma base cartográfica a partir da localização dos pontos de coleta de dados ajustados a uma mesa digitalizadora de formato A0.

3.2.2 Base Estatística

Primeiramente foi testada a normalidade da sequência dos dados coletados para cada variável. Nos casos onde foi constatada distribuição assimétrica, foram utilizados artifícios de normalização, considerando os valores logaritimizados para uma distribuição assimétrica positiva e a raiz quadrada de cada valor para a assimetria negativa.

O critério classificatório foi baseado em 5 (cinco) classes, correspondendo às faixas: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta ocorrência da variável analisada.

3.3.3 Classificação Temática

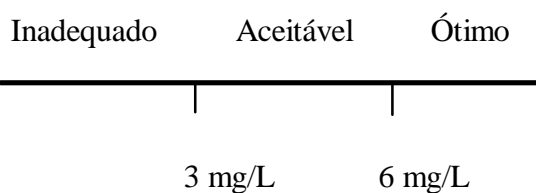
Como toda classificação traz embutido um caráter subjetivo, neste trabalho a subjetividade classificatória foi baseada nas classes acima mencionadas. Os dados atrelados à diferentes classes, vinculados ao dia da coleta das amostras, fornecem aí, as respostas correspondentes a qualidade da água naquele dia específico.

O processo classificatório empregado partiu da utilização de Modelagem Numérica do Terreno (MNT), disponível no software SGI/INPE, onde foi considerada para cada variável, a amplitude da sequência numérica correspondente aos seis pontos amostrais, representativos de um mesmo dia de coleta, dividida por 5 (cinco) classes, correspondentes às faixas já descritas.

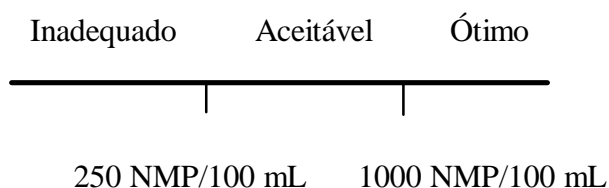
Em alguns dias analisados, os valores representativos de cada ponto se concentraram em uma única classe, o que não permitiu a identificação de uma significativa variabilidade espacial. Este ponto permitiu, no confronto entre todas as variáveis analisadas, discriminar quais as que apresentavam um comportamento espacializado homogêneo ou não.

A partir do estabelecimento dos 250 (duzentos e cinquenta) Planos de Informações característicos de todas as variáveis, e representativos por dias de coleta, foram selecionados aqueles cujas classificações se aproximaram dos limiares padronizados para a qualidade das águas salobras (classes 7), utilizados para lagoas costeiras, gerando funções ambientais baseadas nos exemplos abaixo discriminados:

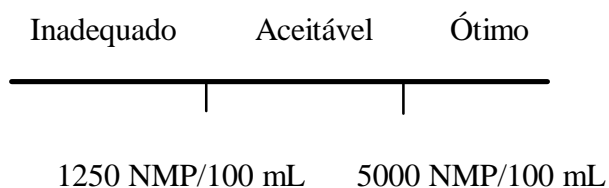
- **Limiares do Oxigênio Dissolvido**



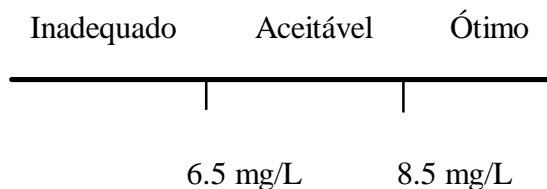
- **Limiares do E.Coli**



- **Limiares do Coliformes totais**



- **Limiares do pH**



- **Limiares da Turbidez**

Inadequado	Aceitável	Ótimo
<hr/>		
	10 NTU	40 NTU

- **Limiares da Amônia**

Inadequado	Aceitável	Ótimo
<hr/>		
	10 u/mol	30 u mol

- **Limiares do Detergente**

Inadequado	Aceitável	Ótimo
<hr/>		
	0.2 mg/L	0.5 mg/L

O cruzamento entre estes planos foi processado no Sistema IDRISI for Windows, gerando mapas temáticos representativos de uma síntese de cada variável, apresentando os locais de ocorrência das maiores e menores concentrações da variável analisada (tema).

Neste ponto, é feito o elo entre o comportamento espacial e os limiares padronizados pelos órgãos ambientais, garantindo a este produto, uma correspondência relacionada à caracterização da qualidade ambiental da lâmina d' água da Lagoa Rodrigo de Freitas, dados estes que servem de subsídio para a diagnose e o controle ambiental

4 Conclusões

As seguintes conclusões podem ser alinhadas:

- Este trabalho priorizou a perspectiva espacial fornecendo como respostas a diagnose da lâmina d' água da lagoa Rodrigo de Freitas em termos de suas variáveis físico-químicas. Cerca de 250 (duzentos e cinquenta) Planos de Informações (PIs) compõem o Banco de Dados Geoambientais (BDG) originários desta pesquisa. A **Tabela 1** - fornece a relação das variáveis e suas respectivas datas de coleta. No caso da célula apresentar dois códigos, fica caracterizado, que no primeiro PI não houve poder discriminatório entre as cinco classes mapeadas. A **figura 1** a seguir, explicita um exemplo correspondente a variável coli total - representativa do dia de coleta 23/04/97, disponibilizado neste Banco de Dados.

Tabela 1

DATA	SECCHI	TURBID.	TEMPER.	PH	OD	SAL	ECOL	CTOTAL
11/19/95	secf/secg	tubf	temf/1te	phf/1ph	odf	salf/1sa	ecof	ctof
12/27/95	se2f/se2h	tu2f	acf	adf	aef/2od	aff/2sa	agf/ec2	ahf
1/21/96	se3f	tu23f/tu3g	te3f	ph3f/3ph	od3f/3od	sa3f	ec3f/3ec	ct3f
2/25/96	s4/s4ff	tu4f/tu4h	te4f	ph4f	od4f	sa4f	ec4f	ct4f
4/2/96	se5f	tu5f	te5f	ph5f	od5f	sa5f	ec5f	ct5f
5/6/96	se6f	tu6f	te6f	ph6f	od6f	sa6f	ec6f/6ec	ct6f
5/29/96	se7f/s7ff	tu7f/tu7g	te7f/t77	ph7f	od7f	sa7f/7sa	ec7s/7ec	ct7f
7/8/96	se8f/s8ff	tu8f/tu8g	te8f/t8	ph8f	od8f	sa8f/8sa	ec8f/8ec	ct8f/8ct
8/4/96	se9f	tu9f	te9f/t9	ph9f	od9f	sa9f/9sa	ec9f/9ec	ct9f
8/26/96	s10f	t10f	t10f	p10f	o10f	s10f	e10f/10e	c10f
9/19/96	s11f/11ff	t11f	t11f	p11f	o11f	s11f	e11f/11e	c11f
10/21/96	s12f	t12f	t12f/12f	p12f/12p	o12f	s12f/12s	e12f/12e	c12f
11/27/96	s13f/13ff	t13f/t13g	t13f/13f	p13f	o13f	s13f/13s	e13f/13e	c13f
12/11/96	s14f/14ff	t14f/t14g	t14f/14g	p14f	o14f	s14f/14s	e14f/14e	c14f
1/15/97	s15f/15ff	t15f/t15g	t15f/15g	p145f/15p	o15f	s15f	e15f/15e	c15f
2/19/97	s16f	t16f	t16f/16h	p16f/16p	o16f	s16f/16s	e16f/16e	c16f/16c
10-Mar	s17f	t17f	t17f	p17f	o17f	s17s	e17f/17e	c17f
4/23/97	s18f/s18g	t18f/t18g	t18f/t18	p18f/18p	o18f/18d	s18f/18s	e18f/18e	c18f
5/26/97	s19f	t19f	t19f	p19f/19p	o19f	s19f/19s	e19f/19e	c19f
6/18/97	s20f/s20g	t20f	t20f/20f	p20f	o20f	s20f	e20f/20e	c20f

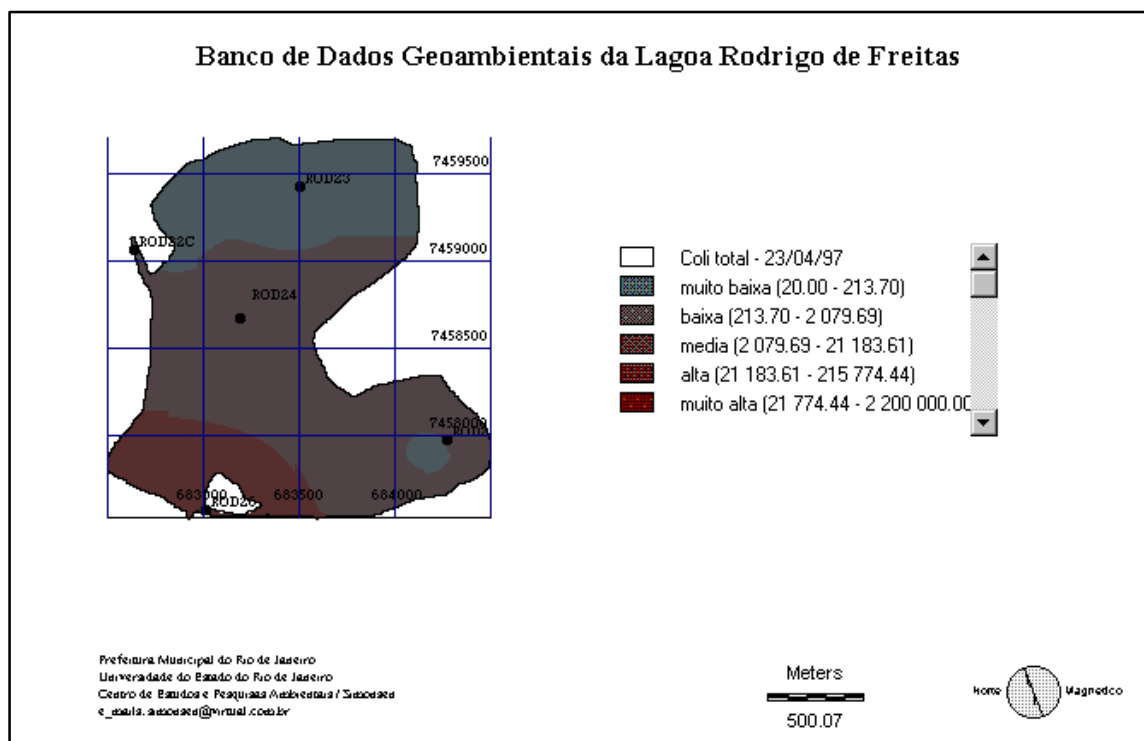


Figura 1

- Embora os Planos de Informações (PIs) fossem estabelecidos segundo 5 classes que não estavam vinculadas aos limiares padronizados pelos organismos ambientais, eles forneceram informações dos locais onde ocorrem maiores e menores concentrações das variáveis observadas.
- Para uma análise temporal compreendendo os anos de 95 a 97 a nível biótico, os PIs referentes ao OD demonstram que a classe de qualidade ambiental inadequada ficou constricta à proximidade do canal de Alá, correspondendo a 3,50% da área total da lagoa, o que representa a uma grande carga orgânica. Este fato pode ser explicado pela constante obstrução do canal, o que não permite a entrada de água do mar, que certamente traria maior salinidade e uma melhor qualidade ambiental. Com a obstrução do canal, há uma concentração de carga orgânica que, em época da maré vazante, não tem como ser escoada para o mar, dando assim, a característica de baixa concentração de Oxigênio Dissolvido. O restante de 96,5% da área correspondeu a uma qualidade aceitável e ótima em termos desta variável, cobrindo a totalidade areal da lagoa. A melhor qualidade ambiental, em termos de OD, atingiu a parte central e sudeste da lagoa correspondente a 47,72% da área total da lagoa. A **figura 2** demonstra o exposto.

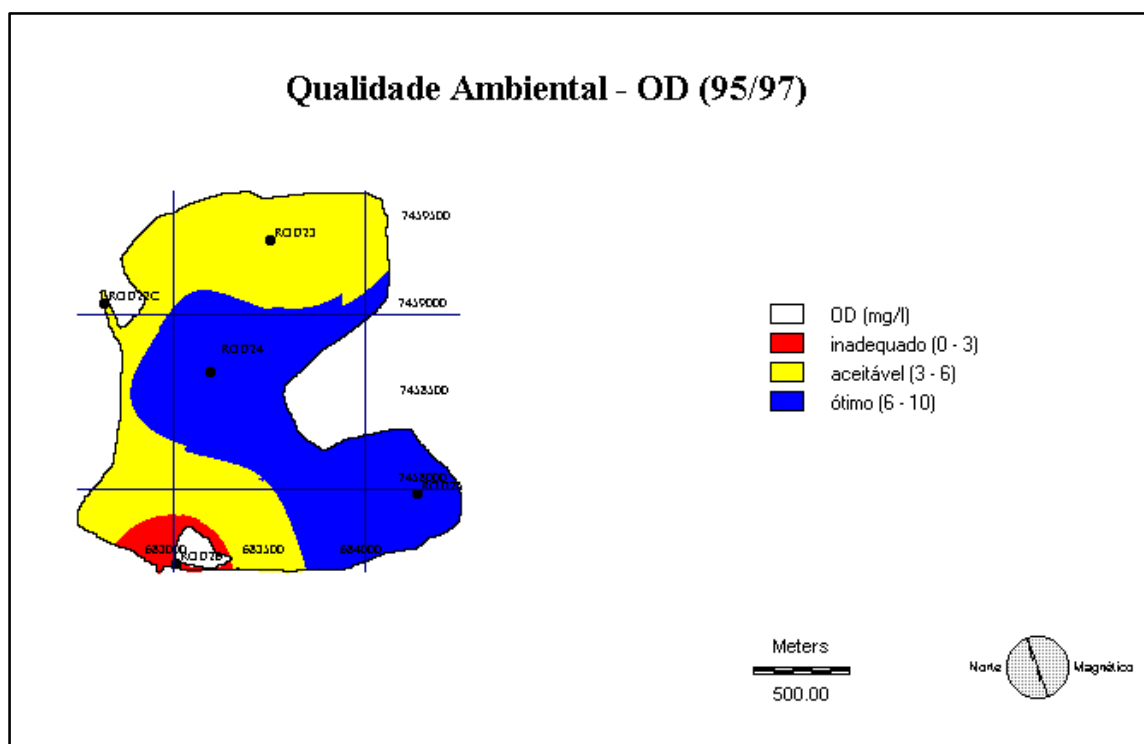


Figura 2

- A nível antrópico, neste mesmo período de 95/97 foram cruzados os planos de informações referentes ao Coli Total e E Coli, fornecendo as seguintes inferências:

Apenas cerca de 0,1% da área total da lagoa se apresentou como ótima, ficando localizada esta porção bem no ponto correspondente a estação de coleta ROD 24. Em termos

de qualidade aceitável, apenas 6,51% da área total ficou diagnosticada, correspondendo a uma posição na proximidade do Estádio de Remo da Lagoa, enquanto que cerca de 94% se apresentou com qualidade inadequada.

Em termos de E Coli houve certa superposição quanto ao Coli total, sendo que apenas houve uma pequena variação positiva e espacial em relação a qualidade ótima, que se concentrou em frente ao Estádio de Remo da Lagoa, com valor de cerca de 0,41% da área total da lagoa. As **figuras 3 e 4** demonstram o exposto.

- Para uma análise de síntese, a nível antrópico foram cruzados os PIs referentes ao E.Coli, Coliformes Totais e OD que tiveram suas classes próximas aos limiares padronizados pelos organismos ambientais, gerando o mapa temáticos, que sintetizou as informações sobre a qualidade ambiental da lâmina d' água da lagoa Rodrigo de Freitas. A **figura 5**, caracteriza este produto, demonstrando a localização das áreas inadequadas e aceitáveis, levando-se em consideração as ocorrências simultâneas entre este conjunto analisado.
- As áreas inadequadas corresponderam a 3,50 % da área total da lagoa e se localizou na proximidade da entrada do canal de Alá, enquanto que as áreas aceitáveis corresponderam a cerca de 1,43 % e se localizaram na proximidade do ponto ROD 22-C , no ponto ROD 23 e na proximidade do Estádio de Remo da Lagoa.

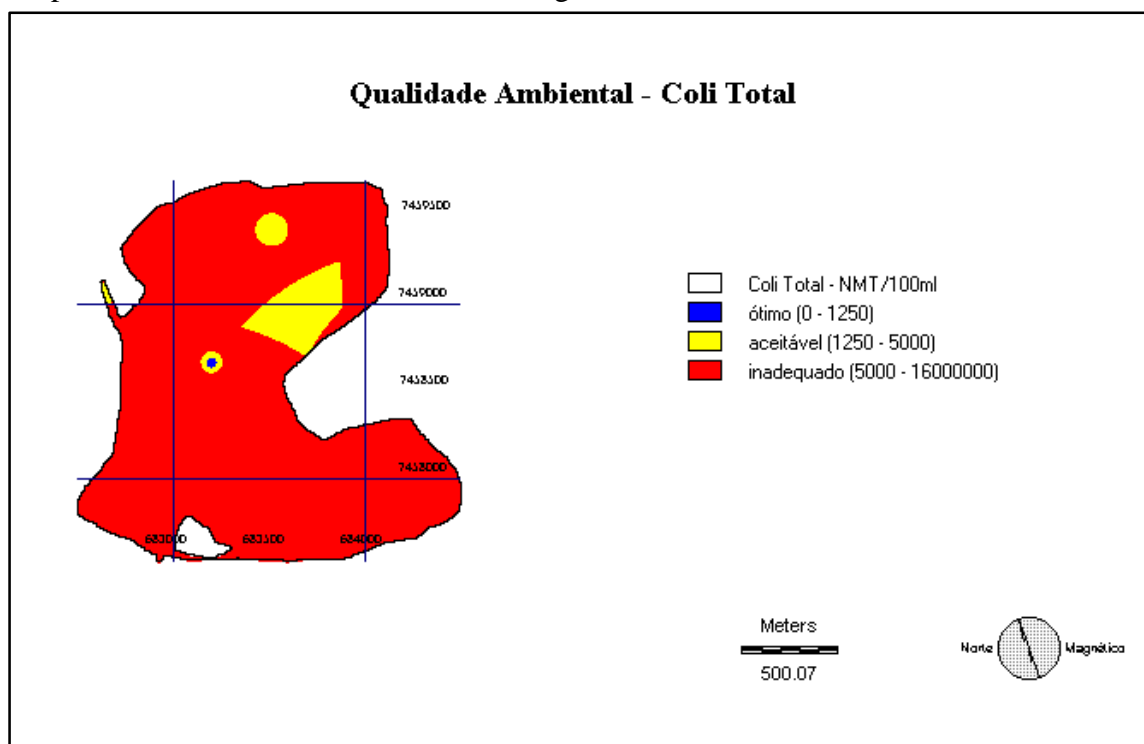


Figura 3

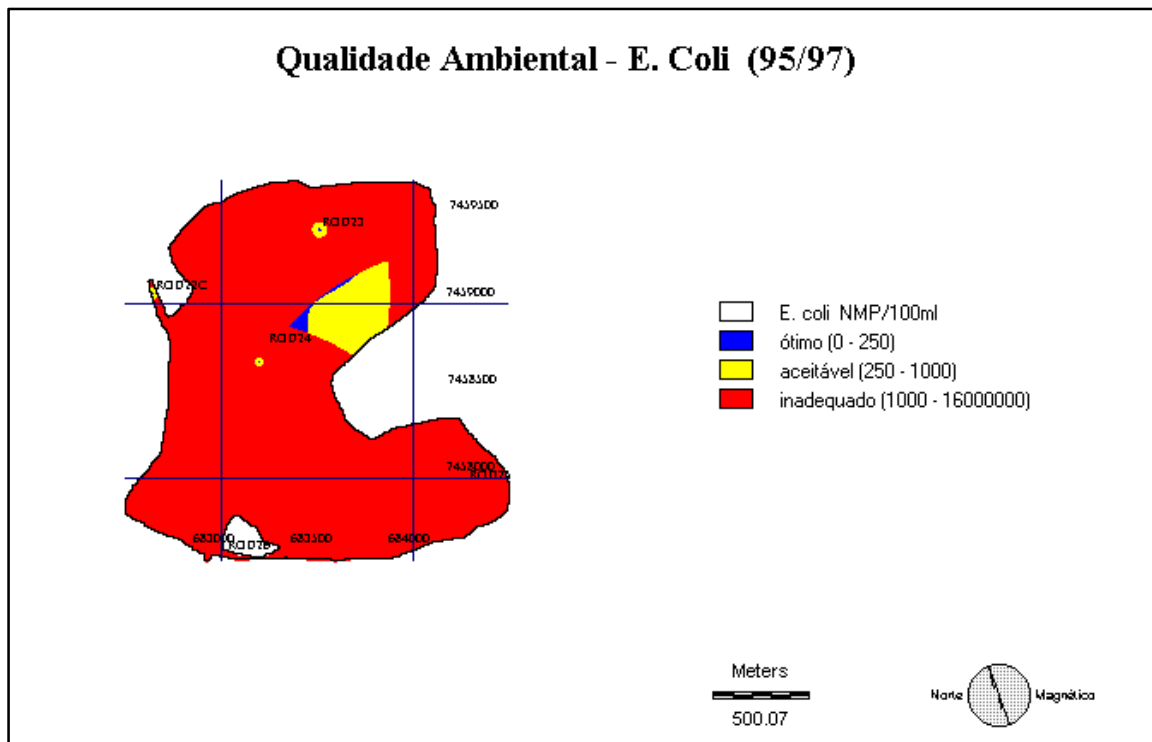


Figura 4

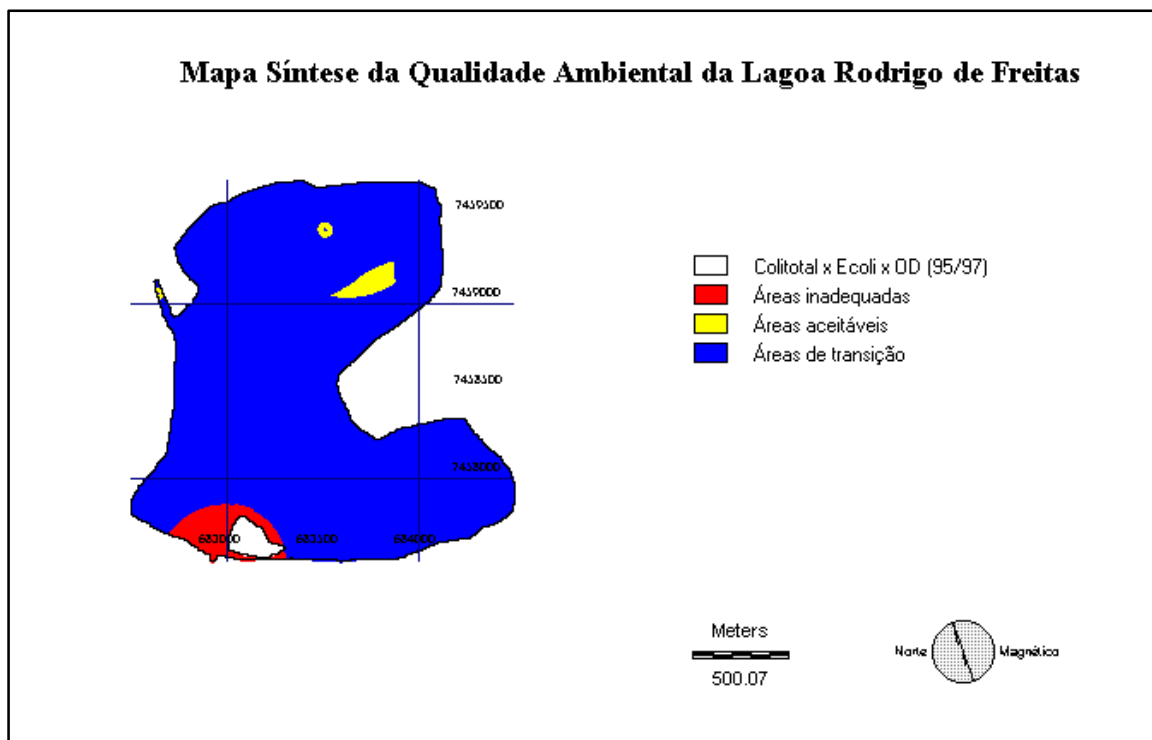


Figura 5

- As variáveis Amônia e Detergente também caracterizadoras de ações antrópicas não foram incluídas no processo de entrecruzamento tendo em vista os seus valores obtidos

estarem dentro dos limiares ótimos (Amônia abaixo de 10 μ mol e Detergente abaixo de 0,2 mg/L). Este fato induz que a Lagoa Rodrigo de Freitas vem recebendo em seus efluentes, apenas cargas de dejetos domésticos, representados pela presença de coli.

- As variáveis pH, Turbidez, Temperatura, Salinidade, Mat. Particulado, DBO e Detergente, embora tenham sido geradas em termos de Planos de Informações (PIs), não foram incorporadas aos entrecruzamentos, por não serem consideradas como significantes para a geração das funções ambientais, representativas das ações antrópicas nesta lagoa.
- A geração dos Planos de Informações (PIs), assim como o processo de entrecruzamento foram feitos com auxílio do sistema SGI do INPE, enquanto, por efeitos operacionais, o entrecruzamento e as saídas gráficas foram processados no sistema IDRISI for Windows.
- Em termos espaciais, ficou demonstrado que a lagoa se comporta de forma bem diversificada quanto aos diferentes parâmetros, ao longo do tempo, não sendo possível detectar uma tendência do comportamento espacial dos parâmetros físico-químico analisados. Apenas as variáveis que tiveram que ser desmembradas como segundo nível de análise, demonstraram a existência de maior homogeneidade ao longo do tempo. Foram exemplos:

Ecol com 85% dos casos, Amônia com 67%, Temperatura, Secchi e Salinidade com 55% dos casos. As variáveis Turbidez e pH apresentaram relativa homogeneidade, apresentando 40% e 35% dos casos, respectivamente; enquanto que OD, Coli Total e Mat. Particulado apresentaram baixa homogeneidade de informações com valores 15%, 10%, e 20% respectivamente. As variáveis DBO, DQO e Detergente, foram aquelas que não apresentaram homogeneidade ao longo do tempo, não havendo, assim, nenhum PI que tivesse uma análise em segundo nível.

- Este trabalho direciona critérios que podem servir de roteiro básico para diagnósticos e controles de corpos d' água que se assemelham à lagoa Rodrigo de Freitas e seus ecossistemas marginais.

5 Referências Bibliográficas

ARGENTO, M.S.F.- Coastal Zone Management in the Metropolitan Area of Rio de Janeiro- in Towaard A Sustainable Urban Environment. *The Rio de Janeiro Study* - Edited by Kreimer, A. Lobo; Menezes B.; Munasinghe M.; and Parker R. World Bank Discussion Papers, Washington DC, 1993, pp. 49-66.

ARONOFF,S - *Geographic Information Systems and Management Perspective* Wisc. Publ. Ottawa, Canada, 1991.

BURROUGH, P. A. - *Principles of Geographical information Systems for Resources Assessment*. Oxford University Press, Claredon Press, 1993.

MANUAL SITIM - INPE.

MANUAL IDRISI FOR WINDOWS.