

VARIAÇÃO NICTEMERAL DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DA LAGUNA DA JANSEN EM DUAS FASES DO CICLO HIDROLÓGICO

Lenimar Veiga Gomes¹

Maria do Socorro Rodrigues Ibañez²

RESUMO

A Laguna da Jansen, oriunda da ação antrópica em um manguezal afetado pela construção de uma avenida em área urbana na cidade de São Luís - MA, foi investigada nos períodos chuvoso e seco (julho e dezembro de 1994), em três sítios, em um perfil vertical em um ciclo de 18 horas. Foram realizadas análises físicas e químicas da água, tais como: condutividade elétrica, turbidez, temperatura, pH, salinidade, oxigênio dissolvido e alcalinidade. O pH medido foi alcalino com valores entre 7,8 a 8,6 nos dois períodos. Não houve variação significativa da temperatura da água no perfil vertical, nos diferentes sítios, tanto no inverno quanto no verão. A salinidade variou entre 5 a 21‰ na estação chuvosa enquanto que na seca foi de 40‰. A condutividade elétrica apresentou marcante diferença entre a estação chuvosa (11,0 a 25,0 mS/cm) e a seca (60,0 mS/cm), enquanto a alcalinidade na estação chuvosa foi mais elevada (1,31 a 2,77 mEq/l) que na seca (0,27 a 0,67 mEq/l). A turbidez variou de (6,0 a 14,0 NTU) no período chuvoso, permanecendo constante no seco (10,0 NTU). O oxigênio dissolvido sofreu variações de 0 a 7,4 mg/l, apresentando anóxia, em alguns casos, em ambos períodos. Embora não tenha sido observada estratificação térmica propriamente dita na coluna de água o mesmo não foi verificado com relação ao fósforo. As concentrações desse elemento foram mais elevadas no período chuvoso. As estratégias de manejo devem levar em consideração a nítida sazonalidade do fósforo cujos teores relativamente mais elevados podem estar relacionados à presença de matéria orgânica de vegetação submersa e o aporte de efluentes domésticos para o interior da laguna que se situa em contato direto com a rede de drenagem, ausente de qualquer tratamento.

Palavras chaves: Laguna da Jansen; Variação nictemeral; Ciclo hidrológico

ABSTRACT

Daily change (18 hour cycle) of physical and chemical parameters in the Jansen Lagoon in two periods of the hydrological cycle

The Jansen lagoon, originated from an antropic action in a mangrove area affected by the construction of an avenue in the São Luis city, MA, was investigated during the rainy and dry periods (July and December, 1994) in three sites, in a vertical profile in a 18 hour

¹ Química da Companhia de Águas e Esgotos do Maranhão (CAEMA)

² Professora da UNB - Departamento de Ecologia

cycle. Physical and chemical analysis were realized as follows: electrical conductivity, turbidity, temperature, pH, salinity, dissolved oxygen, alkalinity, and phosphates. There was no significant variation in the water temperature in the vertical profile, in both periods, in the different sites. In the rainy period the salinity varied between 5 and 21 ‰ while in the dry one it was 40 ‰. The electrical conductivity showed significant difference in the rainy (11.0 to 25.0 m S/cm) and dry (60.0 mS/cm) periods. The alkalinity in the rainy season ranged from 1.31 to 2.77 mEq/l than the dry one from 0.27 to 0.67 mEq/l. The turbidity varied from 6 to 14 NTU in the rainy period and was kept constant in the dry one (10 NTU). The dissolved oxygen varied from 0 to 7.4 mg/l and an anoxia was evidenced in some cases, in both periods. Although no stratification was observed in the temperature in the water column, in relation to phosphorus a significant variation with depth was detected. High concentrations of this element were more elevated on the rainy period. Management strategies should take into consideration the relatively high concentrations of phosphorus that may be related to the presence of organic matter of submersed vegetation and inflow of non treated domestic sewage to the lagoon.

Key words: Jansen Lagoon, Daily change, Hydrological cycle.

INTRODUÇÃO

Nos trópicos os estudos das variações diurnas de parâmetros limnológicos, sobretudo em ambientes rasos, é bastante relevante, sendo considerados por alguns autores mais importantes que as variações sazonais (Barbosa & Tundisi, 1988; Esteves et al., 1988). Num dado ambiente lacustre os processos de mistura dependem de forças externas como a entrada e saída de água fluvial, correntes de turbidez, vento, fluxo de calor superficial bem como da morfometria (Imboden & West, 1995). Os lagos e lagoas possuem, em geral, processos de estratificação. A principal que ocorre em um corpo d'água lântico, é a estratificação da temperatura e, freqüentemente, decorrente desta, a física, a química e a biológica.

A perda da estratificação ou da estabilidade da coluna d'água, ocasiona a circulação ou mistura, e a profundidade desta mistura, é uma das características mais importantes, pois controla a reciclagem dos nutrientes, a produtividade biológica e a distribuição espacial das biocenoses e suas relações de coexistência nos ecossistemas aquáticos (Wetzel, 1975).

No Brasil, uma ampla revisão de investigações sobre a estrutura térmica de vários sistemas aquáticos aponta para uma enorme escassez de informações dessa natureza em lagoas costeiras (Henry, 1995), como é o caso da Laguna da Jansen.

A ocorrência de maus odores provenientes da mesma tem sido objeto de crescente preocupação por parte do poder público que objetiva transformar a laguna em área de lazer. O conhecimento do

padrão dos regimes de mistura desse ecossistema aquático, em duas épocas do ciclo hidrológico, visa fornecer subsídios para as seguintes ações de recuperação e reurbanização a serem implantadas na mesma: conclusão e operacionalização de comportas, dragagem para aumento de volume, aterro das margens, construção da rede coletora de esgotos e melhoramento estético com vistas à atração turística.

Área de Estudo

A Laguna da Jansen está localizada na parte ocidental da Ilha de São Luís, Maranhão (Figura 1), em área urbana, próxima aos bairros São Francisco, Renascença e Ponta do Farol (02°29'07"LS e 44°18'02"LW) com uma área de aproximadamente 160 ha e profundidade máxima em torno de 2,50 m.

Corpo d'água costeiro, de origem antrópica, a Laguna da Jansen foi originada do represamento dos igarapés Ana Jansen e Jaracati, devido à construção da Avenida Coronel Colares Moreira (1969/70) e da Av. Maestro João Nunes (1974), que ocasionaram o afogamento do manguezal existente na área.

A região de estudo está submetida a um clima úmido caracterizado por uma estação chuvosa e outra seca com duração de aproximadamente seis meses cada uma. A pluviosidade medida em 1994 variou de 0 a 667,1mm enquanto a temperatura do ar esteve entre 27,25 a 31,4 °C. A velocidade dos ventos fornecida pela Companhia Vale do Rio Doce, entre agosto e novembro,

variou entre 4,6 a 6,1 m/s, com direção predominantemente nordeste (Fig. 2).

O ecossistema vem sofrendo uma contínua degradação ambiental devido ao acentuado nível de eutrofização, provocada pelos freqüentes aterros, oriundos da urbanização de sua orla. Além disso, vem servindo também de depósito para efluentes residuais e dejetos humanos "in natura".

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de água foram coletadas em profundidades que variaram de 0,5 m a 1,0 m em três sítios I, II, III (Figura 01), de seis em seis horas, em um ciclo de 18 horas, em julho (fim da estação chuvosa) e dezembro (fim da estação seca) de 1994. Para as leituras em campo de pH, temperatura, turbidez, salinidade e condutividade elétrica, utilizou-se uma multisonda U-10 Horiba. O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler com as modificações propostas por Golterman et al.(1978), enquanto que para o fosfato total foi utilizado o método espectrofotométrico do molibdato de amônia (APHA, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis da variação vertical da temperatura da água nos três sítios amostrais (Figura 3) foram predominantemente isotérmicos, sobretudo nos locais I e III, na estiação. Na estação II, localizada numa porção mais recôndita da laguna, temperaturas uniformes foram evidentes nos horários noturnos (4:00 e 22:00 h), também

no período seco. A existência de gradientes de temperatura foi verificada no período chuvoso, nos sítios II e III, em períodos diurnos e noturnos.

Estudos realizados por Ganf & Horne (1975), no lago George (Uganda), mostraram que no ciclo diurno houve períodos de estratificação térmica, mistura e isoterma. Juntamente com as variações térmicas, ocorreram também variações em outros fatores físicos e químicos como oxigênio, pH e condutividade elétrica. No caso do ambiente investigado, essa alternância entre regimes de mistura e estratificação foi observada mais nos sítios II e III, no período chuvoso.

O gradiente vertical da temperatura da água foi marcado por baixas amplitudes térmicas pois a maior diferença dessa variável entre o epilímnio e o hipolímnio foi de 2 °C (sítio I, 22:00h, julho/94), fato característico em lagos tropicais. Lewis (1987) considera a identificação do epilímnio em um perfil vertical de temperatura em lagos tropicais extremamente difícil em função do gradiente vertical ser tipicamente pequeno. A estrutura térmica da Laguna da Jansen mostrou um padrão com presença de alguns perfis com termoclina, sem evidência, no entanto, de uma estratificação nítida, em virtude da ocorrência de alguns registros de inversão térmica, conforme verificado no período chuvoso nos sítios I (16:00h), II (todos os horários) e IV (4:00 e 16:00h). É possível inferir que essas inversões térmicas estão relacionadas com diferenças na densidade da água por ação de correntes

dos canais dos igarapés Jaracatí e Ana Jansen existentes antes de sua obstrução por ação antrópica.

A instabilidade da coluna d'água pode levar à resuspensão dos sedimentos da laguna e à acentuada liberação de gás sulfídrico, causando os maus odores desse gás vários transtornos à população que vive em suas imediações, sobretudo aquelas ubicadas em posições desfavoráveis aos ventos cuja direção é predominantemente nordeste, com deslocamento paralelo ao eixo longitudinal da laguna com velocidade média de 5,5 m/s.

A turbidez das águas naturais é devido à presença de partículas em suspensão, dependendo do grau de turbulência decorrente da isoterma e mistura pelos ventos, conforme mencionado. As águas da laguna apresentaram turbidez de 4,0 a 21,0 NTU no período chuvoso, mantendo-se constante no seco (10,0 NTU) para todos os sítios e profundidades (Tabelas I, II e III). O balanço hídrico da Laguna da Jansen realizado por Castro et al. em 1999 (comunicação pessoal) registrou um aporte terrestre de 252.055 m³ na estiagem para 1.921.445 m³ no período chuvoso. Com o advento das chuvas, há um maior arraste de material particulado para o interior da laguna, influenciando dessa forma nos valores mais elevados da turbidez no inverno.

Os valores do pH nas águas da laguna estiveram todos, sem exceção, na faixa alcalina de 7,80 a 8,70, no período chuvoso e 8,20 a 8,90, no seco (Tabelas I, II e III). Alguns perfis verticais dessa variável

apresentaram resultados homogêneos, notadamente no inverno e no sítio I.

A partir do estudo realizado por Petrucio (1998) em quatro lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, verificou-se que as faixas de variação do pH da Laguna da Jansen assemelharam-se mais às verificadas na Lagoa Carapebús (7,6 a 8,8).

A condutividade elétrica (Tabelas I a III), apresentou resultados consideravelmente mais elevados no inverno (11,0 a 25,0 mS/cm), do que no verão (60,0 a 61,0 mS/cm), independentemente dos horários e dos locais analisados. O aumento da condutividade elétrica da ordem de 3,5 vezes em dezembro em relação a julho, possivelmente está associado, ao incremento de eletrólitos oriundos do aporte de matéria orgânica das águas residuárias de fontes difusas, da vegetação de mangue submersa, aliada à diminuição, da lâmina d'água, devido à alta taxa de evaporação na estiagem (266,9 mm) quando comparada com o período chuvoso (97,7 mm).

A Laguna da Jansen apresentou águas oligohalinas no período chuvoso com os seguintes resultados: no sítio I entre 5,0 a 17,0‰. (Tabela I), no sítio II entre 5,0 a 4,0‰ (Tabela II) e de 10,0 a 18,0‰ no sítio III (Tabela III). Na seca, águas euhalinas foram observadas em todos os sítios, horários e profundidades com o valor fixo de 40‰ em função da evaporação e da baixa eficiência na renovação de suas águas. Não foi verificada, para a área investigada, uma relação inversa entre o pH e a salinidade, atribuída por alguns autores à atividade fotossintética (Batista, 1986)

O balanço hídrico relativo às estações seca e chuvosa evidenciou que as taxas de renovação das massas de água da laguna foram mais acentuadas no período chuvoso com um volume da ordem de 3.421.548 m³ excedentes ao influxo (razão 1,5), ao passo que na seca a razão entre o fluxo e o refluxo de maré foi próximo de 1 (Castro et. al, op. cit.). Portanto, a ampla faixa de variação da salinidade é uma característica das lagoas costeiras podendo ser enquadradas desde oligohalinas até eurihalinas (Esteves, 1988). A Laguna da Jansen sofre renovação periódica de suas águas por ocasião da preamar nas marés de grande amplitude. No entanto, apenas uma pequena parte de seu volume sofre renovação resultante do contacto de suas águas com as águas do mar que se dá por uma comporta de pequenas dimensões.

A alcalinidade na estação chuvosa variou de 1,31 (sítio III) a 2,77 mEq/l (sítio I) enquanto que na estação seca, os valores foram relativamente mais baixos, da ordem de 0,27 mEq/l (sítio I) a 0,67 (sítio III). Os resultados de alcalinidade na Laguna da Jansen foram bem maiores no inverno em todos os sítios nas duas fases do ciclo hidrológico. Os valores médios dessa variável no período seco (0,54 mEq/l) quando comparados com os de duas lagoas do litoral fluminense estiveram em torno de 1,35 vezes inferiores aos verificados na Lagoa Imboassica e 1,6 vezes superiores aos verificados na Lagoa Cabiúnas.

O oxigênio dissolvido tanto na estação seca quanto chuvosa foi relativamente

baixo, sobretudo nas determinações realizadas pela madrugada no horário das 4:00 h (0 a 2,0 mg/l). As anóxias foram mais acentuadas no período da seca e na superfície. Esta depleção pode ser atribuída à interrupção das atividades fotossintéticas e ao constante consumo de oxigênio pelos organismos da lagoa, em seus mecanismos de respiração, durante o ciclo noturno. As concentrações mais elevadas entre 5,5 e 7,4 mg/l foram registradas no horário da tarde às 16:00 h, independentemente do período amostral. Uma grande amplitude de variação das concentrações de oxigênio dissolvido observada nas quatro lagoas fluminenses citadas anteriormente dificulta a sua comparação com os resultados observados na área objeto do presente estudo uma vez que as concentrações desse gás tem a ver com o balanço entre os aportes provenientes da atmosfera e da atividade fotossintética e o consumo pela respiração de organismos e a decomposição da matéria orgânica (Petruccio, 1998).

O fósforo total variou de 0 a 0,32 mg/l nos três sítios da Laguna da Jansen com diferenças marcantes entre o período seco e chuvoso, com tendência a concentrações mais elevadas na superfície da coluna de água. A reduzida profundidade das lagoas costeiras propicia uma acentuada interação química entre a água e o sedimento decorrente do prolongamento da camada de fricção entre a superfície e o fundo (Schäfer 1988). Cavalcante (comunicação pessoal) ao analisar os teores de fósforo total nos sedimentos da Laguna da Jansen detectou concentrações de até

584,8 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. O aporte diário de esgotos com vazões superiores a 2.710 m³ de (SEMATUR, 1991) e o acúmulo de matéria orgânica decorrente do afogamento de uma extensa área de mangue são fatores relevantes para o incremento desse nutriente nas águas da lagoa.

Na seca os valores de fósforo estiveram abaixo do limite de detecção do método (<10 $\mu\text{g}/\text{l}$) para todos os locais de amostragem. As concentrações obtidas neste trabalho diferem das encontradas por Petruccio e Furtado, (1998) em cinco estações amostradas na Lagoa Imboassica cujos teores médios de fósforo estiveram entre 17,1 a 37,0 $\mu\text{g}/\text{l}$. A ausência de fósforo nas águas da lagoa, principalmente no período de baixa precipitação pluviométrica pode estar relacionada à permanente circulação do corpo de água, decorrente da morfologia e exposição da lagoa ao vento que abastece todas as camadas com oxigênio, cuja presença é determinante para a fixação do fósforo no sedimento (Schäfer, 1988).

Várias investigações realizadas no estuário da Lagoa dos Patos evidenciaram diferenças acentuadas na concentração de nutrientes em estudos de curta e longa duração, sem que, no entanto, fosse detectado um padrão de variação (Batista, 1986; Kantin & Baumgarten, 1982). A interação simultânea dos processos químicos, físicos e biológicos nas lagoas costeiras são responsáveis pela alta variabilidade e instabilidade dos nutrientes nesses sistemas (Proença et. al., 1988).

CONCLUSÕES

Na Laguna da Jansen não foram observadas diferenças significativas entre os eventos de isoterma e gradientes térmicos em relação às duas épocas do ciclo hidrológico, aos diferentes sítios e horários amostrais investigados. As variáveis limnológicas como o pH, a turbidez, a condutividade elétrica e a salinidade apresentaram alguns perfis homogêneos nas camadas de água sujeitas à isoterma.

As ações de recuperação da laguna devem considerar o aporte de nutrientes, sobretudo o fósforo, num ambiente raso e instável, cujas águas estão em contínuo processo de mistura e sujeitas ao enriquecimento do decaimento de plantas aquáticas submersas (*Ruppia maritima*) e do lançamento de efluentes oriundos das edificações existentes em sua orla desprovidas em sua maioria, até o momento, de tratamento sanitário.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o apoio dos Departamentos de Química, Oceanografia e Limnologia e Labohidro da UFMA, a CAEMA e a especial colaboração do professor Dr. Jorge Salomão B. Ribeiro, a Dra. Conceição Ribeiro Veiga, Mário José Dias Carneiro, Emília Maria Veloso Coaracy, Tereza Cristina R. Santos, Araney Rabelo da Costa e Manoel Guedes de Almeida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1989. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington, 17th ed. XLIX+1268p
- BARBOSA, F.A.R. & TUNDISI, J.G. 1988. Diel variations in a shallow tropical Brazilian lake, I: the influence of temperature variation on the distribution of dissolved oxygen and nutrients. *Arch. Hydrobiol.*, 116: 333-344.
- BATISTA, J.R. 1986. Flutuações temporais dos elementos nutrientes dissolvidos, do material em suspensão e das características físicas da água na parte sul do estuário da Lagoa dos Patos e Praia do Cassino – RS. *Acta. Limnol. Brasil*. Vol I. 29-46.
- ESTEVES, F.A. 1988. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro, Interciência, FINEP, 575p.
- ESTEVES, F.A. BOZELLI, R.L., CAMARGO, A.F.M., ROLAND, F. & THOMAZ, S.M. 1988. Variação diária (24 horas) de temperatura, O₂ dissolvido, pH e alcalinidade em duas lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro e suas implicações no metabolismo destes ecossistemas. *Acta Limnol. Brasil.*, II: 99-127.
- GANF, G.G. & HORNE, A.J. 1975. Diurnal stratification photosynthesis and nitrogen fixation in a shallow, equatorial lake (Lake George, Uganda). *Freshwater Biol.* 5: 13-39.

- GOLTERMAN, H.L., CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. 1978. *Methods for Physical and Chemical Analysis of Fresh Water – IBP Handbook 8*, Blackwell Scientific Publ. Oxford, 213 p.
- HENRY, R. 1995. The thermal structure of some lakes and reservoirs in Brazil. In: Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E.M.; Matsumura-Tundisi, T. (eds). *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro:ABC/SBL, 376 p.
- IMBODEN, D.M. & WÜEST, A. 1995. Mixing Mechanisms in Lakes. In: Lerman, A. Imboden, D.M. & Gat, J. R. (eds). *Physics and Chemistry of Lakes*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. Pp 83-138.
- KANTIN, R. & BAUMGARTEN, M.G.Z. 1982. Observações hidrográficas no estuário da Lagoa dos Patos: distribuição e flutuação dos sais de nutrientes. *Atlântica*, Rio Grande, 5(1):76-92.
- LEWIS, W.M.JR. 1987. Tropical Limnology. In: Johnston, Frank & Minchener (eds), *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 18. Annual Review Inc. California p.159-184.
- PETRUCIO, M.M. 1998. Caracterização das Lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da temperatura, salinidade, condutividade, alcalinidade, O₂ dissolvido, pH, transparência e material em suspensão. Esteves, F. A. (ed.), *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. NUPEM, UFRJ, 464 p.
- PETRUCIO, M.M. & FURTADO, A.L.S. 1998. Concentrações de nitrogênio e fósforo na coluna d'água da Lagoa Imboassica. In: Esteves, F. A. (ed.), *Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. NUPEM, UFRJ, 464 p.
- PROENÇA, L.A.O. & ABREU, P.C.O.V. 1986. Variações temporais dos nutrientes dissolvidos (nitrito, nitrato, fosfato e silicato), no canal de acesso ao estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil - Uma proposta de um programa de amostragem. *Acta Limnol. Brasil*. 1: 65-87.
- PROENÇA, L.A.O. & ABREU, P.C.O.V. & ODEBRECHT, C. 1988. Nutrientes inorgânicos dissolvidos em água doce, meso-oligohalina e mixo-poli-euhalina no canal de acesso ao estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Acta Limnol. Brasil*. 11:57-77.
- SCHÄFER, A. 1988. Tipificação ecológica das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Limnol. Brasil*. II:29-55.
- SEMATUR, 1991. *Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão*. IBAMA/SEMATUR, São Luis, Lithograf, 193 p.
- WETZEL, R. G. 1975. *Limnology*. Philadelphia, W. B. Saunders.743 p.

Tabela 1. Turbidez, pH, condutividade elétrica, salinidade, alcalinidade, oxigênio dissolvido e fósforo total na coluna de água, em diferentes horários no sítio I da Laguna da Jansen nos períodos chuvoso (jul/94) e seco (dez/94).

Sítio I	Prof.	Turb. (NTU)		pH		Cond. (mS/cm)		Sal. (%)		Alc. (mEq/l)		O.D. (mg/l)		Fosf. (mg/l)	
		jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94
04:00	0 m	13,0	10,0	8,1	8,2	11,5	61,0	5,0	40,0	2,16	0,55	2,0	0,40	0,24	0,12
	0,5 m	12,0	10,0	8,0	8,2	13,5	61,0	9,9	40,0	2,24	0,27	2,4	0,40	0,26	0,07
	1,0 m	12,0	10,0	8,1	8,2	15,0	61,0	10,8	40,0	2,18	0,28	2,5	0,80	0,27	0,12
10:00	0 m	10,0	10,0	8,3	8,4	21,0	60,6	17,0	40,0	2,53	0,59	4,0	3,85	0	0
	0,5 m	12,0	10,0	8,6	8,4	21,0	60,6	15,0	40,0	2,52	0,59	5,2	4,20	0	0
	1,0 m	12,0	10,0	8,5	8,4	22,0	60,6	16,0	40,0	2,52	0,59	1,8	4,20	0	0
16:00	0 m	13,0	10,0	8,3	8,7	11,9	60,5	15,0	40,0	2,26	0,66	7,4	5,55	0,30	0
	0,5 m	11,0	10,0	8,2	8,7	11,9	60,4	15,0	40,0	2,22	0,63	7,3	4,70	0	0
	1,0 m	13,0	10,0	8,2	8,7	12,2	60,5	16,0	40,0	2,28	0,64	6,9	6,60	0,40	0
22:00	0 m	14,0	10,0	8,2	8,4	11,5	60,0	9,0	40,0	2,02	0,32	3,7	1,10	0,27	0
	0,5 m	11,0	10,0	8,3	8,4	12,0	61,0	11,0	40,0	2,36	0,32	4,8	1,60	0,32	0,02
	1,0 m	12,0	10,0	8,4	8,4	12,0	61,0	11,0	40,0	2,35	0,31	4,7	1,75	0,07	0,03

Tabela 2. Turbidez, pH, condutividade elétrica, salinidade, alcalinidade, oxigênio dissolvido e fósforo total na coluna de água, em diferentes horários no sítio II da Laguna da Jansen nos períodos chuvoso (jul/94) e seco (dez/94).

Sítio II	Prof.	Turb. (NTU)		pH		Cond. (mS/cm)		Sal. (%)		Alc. (mEq/l)		O.D. (mg/l)		Fosf. (mg/l)	
		jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94
04:00	0 m	11,0	10,0	8,1	8,3	14,0	61,0	5,2	40,0	2,13	0,28	2,9	0,75	0	0
	1,0 m	11,0	10,0	8,2	8,3	14,0	61,0	11,2	40,0	2,28	0,30	2,6	1,25	0,10	0
	2,0 m	13,0	10,0	8,0	8,3	15,0	61,0	12,6	40,0	2,48	0,28	2,6	1,45	0,40	0
	2,5 m	9,0	10,0	7,8	8,3	16,0	61,0	10,2	40,0	1,91	0,28	0,8	1,40	0,20	0
10:00	0 m	11,0	10,0	7,7	8,4	22,0	59,9	16,0	40,0	2,60	0,63	6,0	4,90	0,08	0,02
	1,0 m	11,0	10,0	8,5	8,4	21,0	60,0	15,0	40,0	2,56	0,62	5,4	4,30	0,16	0
	2,0 m	10,0	10,0	8,3	8,4	22,0	59,4	19,0	40,0	2,55	0,61	6,1	4,50	0,04	0
	2,5 m	6,0	10,0	8,0	8,3	22,0	60,0	20,0	40,0	2,77	0,60	6,6	4,50	0,08	0
16:00	0 m	12,0	10,0	8,3	8,8	12,5	60,3	19,0	40,0	2,44	0,65	7,0	4,45	0,13	0
	1,0 m	13,0	10,0	8,3	8,8	13,0	60,3	19,0	40,0	2,18	0,63	7,3	5,05	0,16	0,01
	2,0 m	13,0	10,0	8,1	8,8	13,2	60,2	20,0	40,0	2,30	0,64	6,8	5,35	0,08	0
	2,5 m	9,0	10,0	8,5	8,7	15,4	60,3	20,0	40,0	2,34	0,63	7,9	5,50	0,12	0
22:00	0 m	13,0	10,0	8,4	8,6	11,0	61,0	10,0	40,0	2,18	0,31	4,2	2,10	0,25	0,03
	1,0 m	13,0	10,1	8,4	8,6	13,0	60,0	10,0	40,0	2,38	0,31	1,6	2,05	0,10	0,04
	2,0 m	10,0	10,0	8,4	8,6	13,5	61,0	12,0	40,0	2,42	0,30	4,7	2,15	0,17	0,03
	2,5 m	10,0	10,0	8,4	8,5	15,5	61,0	16,0	40,0	2,64	0,31	5,0	2,02	0,05	0,03

Tabela 3. Turbidez, pH, condutividade elétrica, salinidade, alcalinidade, oxigênio dissolvido e fósforo total na coluna de água, em diferentes horários no sítio III da Laguna da Jansen nos períodos chuvoso (jul/94) e seco (dez/94).

Sítio III	Turb. (NTU)	pH		Cond. (mS/cm)		Sal. (%)		Alc. (mEq/l)		O.D. (mg/l)		Fosf. (mg/l)			
		jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94	jul/94	dez/94		
04:00	0 m	21,0	10,0	8,1	8,2	11,5	60,0	10,8	40,0	1,31	0,54	2,5	1,00	0,17	0,13
	0,5 m	9,0	10,0	7,9	8,2	13,0	61,0	10,0	40,0	1,47	0,54	1,6	1,05	0,05	0,10
	1,0 m	10,0	10,0	8,1	8,5	14,0	61,0	10,8	40,0	1,46	0,54	1,0	1,05	0,25	0
10:00	0 m	10,0	10,0	8,5	8,5	21,0	60,9	18,0	40,0	2,54	0,62	6,3	5,75	0,12	0,01
	0,5 m	9,0	10,0	8,6	8,5	20,0	60,7	15,0	40,0	2,52	0,61	0	4,70	0,08	0
	1,0 m	11,0	10,0	8,6	8,5	21,0	60,7	15,0	40,0	2,38	0,60	0	4,70	0,04	0
16:00	0 m	13,0	10,0	8,6	8,9	13,0	60,5	15,0	40,0	2,48	0,65	6,5	6,50	0,22	0
	0,5 m	12,0	10,0	8,6	8,9	13,3	60,5	14,0	40,0	2,30	0,67	4,8	4,20	0,15	0
	1,0 m	11,0	10,0	8,6	8,4	13,5	60,0	14,0	40,0	2,26	0,65	2,8	4,20	0	0
22:00	0 m	14,0	10,0	8,5	8,4	12,0	61,0	10,0	40,0	2,20	0,32	4,7	0,60	0,22	0
	0,5 m	12,0	10,0	8,6	8,4	13,0	61,0	11,0	40,0	2,26	0,33	4,9	0,90	0,03	0
	1,0 m	11,0	10,0	8,5	8,4	13,5	61,0	11,0	40,0	2,34	0,33	4,1	0,90	0,17	0

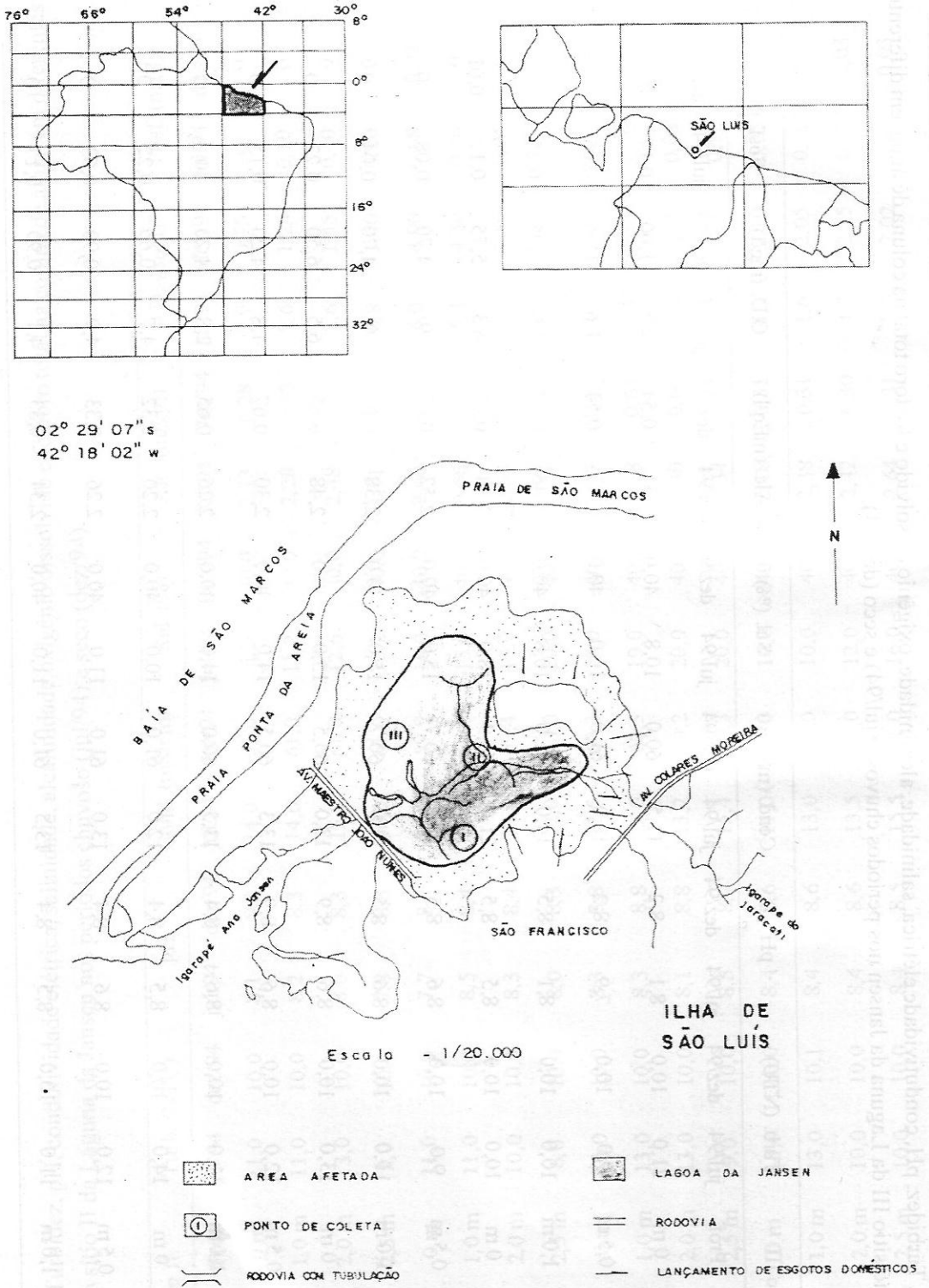


Figura 1. Mapa da Lagoa da Jansen com a indicação dos pontos de coleta.

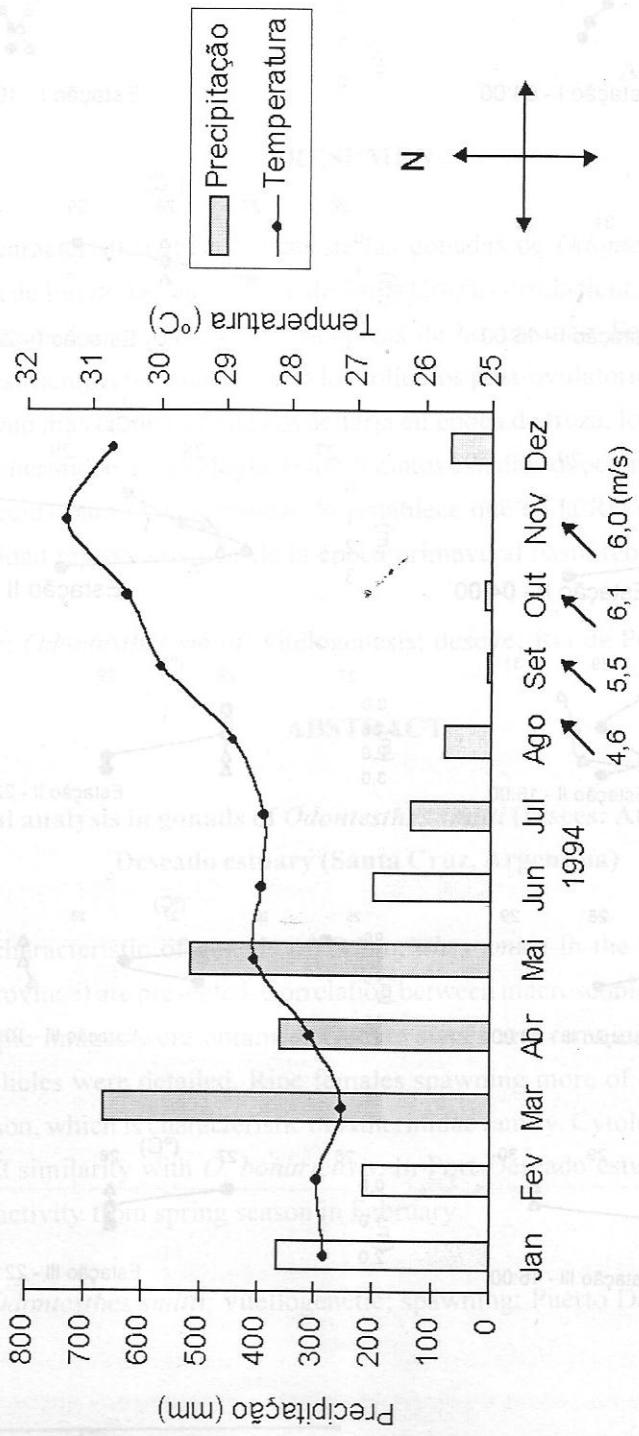


Figura 2. Dados médios mensais de precipitação e temperatura do ar (°C) em São Luís, no ano de 1994, com a indicação da direção predominante dos ventos (setas). Fonte: Núcleo de Meteorologia e Recursos Hídricos da Universidade Estadual do Maranhão.

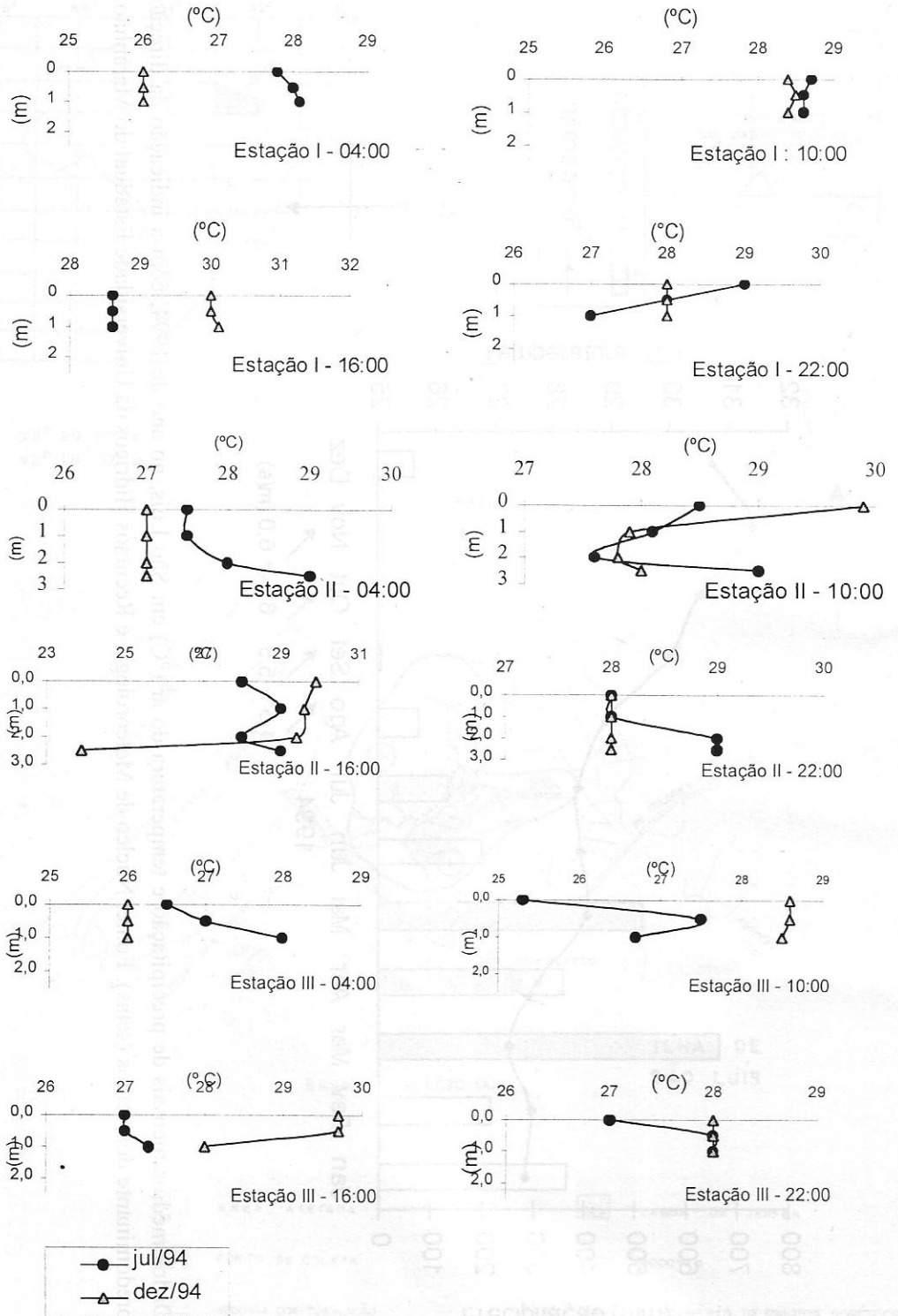


Figura 3. Ciclos diurnos da variação da temperatura da água em três sítios amostrais da Laguna da Jansen em julho e dezembro de 1994.