

AValiação DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS DO IGARAPÉ DO QUARENTA (MANAUS-AM)

R. B. S. MENDONÇA

Gerência Educacional da área de Química e Meio Ambiente – CEFET-AM

Av. Sete de Setembro, 1975 Centro CEP 69020-120 Manaus-AM

E-mail: rogete@cefetam.edu.br

G. P. SANTANA

Departamento de Química, Instituto de Ciências Exatas - UFAM

Av. General Rodrigo O. J. Ramos, 3000 Aleixo CEP 69077-000 Manaus-AM

E-mail: gsantana@ufam.edu.br

RESUMO

O Igarapé do Quarenta está localizado no sítio urbano da cidade de Manaus e recebe o aporte de esgotos urbanos caracterizados por despejos domésticos e efluentes industriais. O lançamento destes despejos causou alterações neste ecossistema aquático e provocou modificações em suas interações físico-químicas. O objetivo do presente estudo foi avaliar alguns parâmetros físico-químicos das águas do Igarapé do Quarenta e compará-los com valores encontrados em águas naturais de Manaus e os determinados pela legislação vigente, a fim de constatar o nível da poluição física de um dos principais ecossistemas aquáticos de Manaus. O período de investigação ocorreu durante oito meses: Julho-Dezembro/2003 e Janeiro-Fevereiro/2004. As amostras foram coletadas em nove pontos distribuídos ao longo do seu percurso em área industrial e urbana. Os parâmetros analisados foram pH, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão, determinados utilizando-se pHmetro, turbidímetro, condutivímetro e métodos gravimétricos. Os resultados obtidos variaram significativamente durante os oito meses de amostragem e apresentaram grandes alterações quando comparados a igarapés naturais preservados. Em geral, o pH variou entre 6,1 e 7,0, turbidez 18 e 98 NTU, temperatura 25,6 e 34,2 °C, condutividade elétrica 150 e 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totais 109 e 1129 mg/L, sólidos dissolvidos 13 e 565 mg/L e sólidos em suspensão 9 e 632 mg/L. Embora alguns desses parâmetros estejam em conformidade com os limites recomendados pela resolução nº 357 do CONAMA para qualidade das águas de classe 3, cabe enfatizar que são discrepantes em relação às características das águas da região Amazônica. Portanto, a avaliação destes parâmetros indica o alto nível de degradação de suas águas e permitem caracterizar a poluição física neste ecossistema hídrico.

PALAVRAS CHAVES: Igarapé do Quarenta; parâmetros físico-químicos; poluição física.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus está localizada na Região Norte do Brasil, no centro geográfico da Amazônia, assentada sobre um baixo planalto que se desenvolve na margem esquerda do Rio Negro, confluência deste com o Rio Solimões, sendo entrecortada por uma extensa rede de cursos d'água. Sua área urbana se estende por 377 Km², correspondendo a apenas 3,3% do território municipal, com uma população de aproximadamente 1.500.000 habitantes, cuja concentração é de 99,4% na área urbana (Geo Manaus, 2002). O clima da região é caracterizado por apresentar duas estações ao longo do ano: inverno e verão. O inverno ocorre entre os meses de novembro e junho, período em que a temperatura é mais amena; e o verão, de julho a outubro, período de sol intenso e temperaturas elevadas, em torno de 38 °C, atingindo cerca de 40 °C, no mês de setembro (Diniz, 1986; Leopoldo et al., 1987).

A hidrografia de Manaus é formada basicamente por quatro bacias: do Educandos, do São Raimundo, do Tarumã e do Puraquequara. As bacias do São Raimundo e a do Educandos se encontram integralmente dentro do perímetro da cidade e as outras estão parcialmente inseridas na malha urbana. Segundo Mello e Moura (1990) a hidrografia dos igarapés é constituída por pequenos cursos d'água, que contrastam com a abundante pluviosidade característica da região, resultando numa microdrenagem dendrítica, cuja capacidade de receber e escoar água, assim como detritos e poluentes, é medida pelo número de pequenas correntes que a formam, assim como pela largura, profundidade e declividade.

Com a implantação da Zona Franca de Manaus, a partir de 1967, a cidade teve um novo ciclo econômico, que foi responsável pela atração de um grande fluxo migratório em busca de oportunidade de emprego. Em consequência, a população de Manaus cresceu aproximadamente 700% em cerca de três décadas. O estabelecimento do Distrito Industrial e o crescimento demográfico exagerado, associado à urbanização desordenada; provocaram inúmeras alterações ambientais no ecossistema, que dentre elas se destaca a ocupação das margens e leitos dos igarapés e a poluição aquática dos corpos d'água que entrecortam a cidade (IBGE, 2000).

Dentre os corpos d'água que apresentam graves problemas relacionados à poluição aquática em Manaus, destaca-se o igarapé do Quarenta que recebe o aporte de efluentes industriais lançados pelas fábricas do Distrito Industrial e esgoto doméstico da população que vive nas proximidades. Por este motivo, têm sido realizados vários estudos desde a década de 90 e os resultados comprovaram o comprometimento da qualidade do solo, sedimento e água, bem como danos sobre a fauna e a flora da região (Silva, 1996; Valle, 1998; Castro, 2000; Oliveira, 2002 e Guedes, 2003).

A maioria dos trabalhos até então realizados, tiveram como objetivo principal, estudar a contaminação causada por agentes químicos, por exemplo, metais pesados (Mn, Co, Cr, Cu, Ni, Fe, Pb e Zn), sem priorizar a poluição causada por agentes físicos. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar alguns parâmetros físico-químicos das águas do igarapé do Quarenta, a fim de estabelecer o nível da poluição física de suas águas, principalmente na região do Distrito Industrial I (DI1). Para tanto, foram determinados os seguintes parâmetros: temperatura, condutividade elétrica, pH, turbidez, sólidos totais, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O igarapé do Quarenta que compõe a bacia do Educandos, possui 38 Km de extensão, largura média de 6 metros e profundidade média de 50 cm, seu leito corre de nordeste para sudoeste em relação ao sítio da cidade de Manaus. Sua nascente está localizada nas proximidades do Bairro Armando Mendes II, ao longo do seu percurso se encontram além de alguns bairros, conjuntos habitacionais e o DI1. Toda esta infra-estrutura lança indiscriminadamente lixo, esgoto doméstico e industrial. Com base neste critério, foram selecionados nove pontos de coleta no perímetro deste igarapé (Figura 1), cuja localização e características são descritas na Tabela I.

Oito amostragens foram efetuadas durante os meses de julho a dezembro de 2003, e janeiro e fevereiro de 2004. Os meses de julho, agosto, setembro e outubro correspondem ao verão, e novembro, dezembro, janeiro e fevereiro ao inverno. As amostras de água foram coletadas na superfície do igarapé e acondicionadas em frascos de polietileno para as análises no laboratório de Química Ambiental da Universidade Federal do Amazonas. *In situ*, foram determinados os valores de temperatura, pH (pHmetro digital WTW 330i) e condutividade (condutímetro Lutron CD-4303). Em laboratório, os valores de concentração dos sólidos totais, sólidos dissolvidos e sólidos em suspensão foram determinados por gravimetria, segundo procedimento recomendado por Kegley e Andrews (1997) e a turbidez usando um turbidímetro Polilab AP 1000 II. Todos os parâmetros determinados em laboratório foram realizados em triplicata.

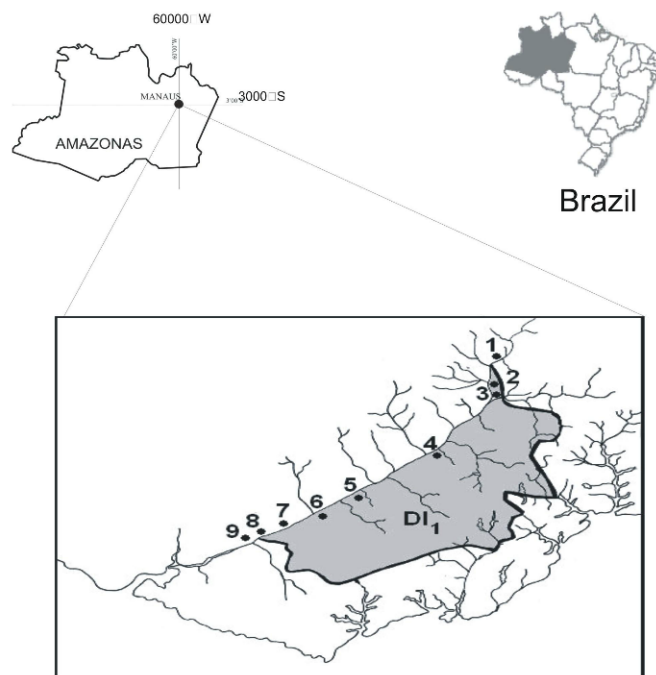


Figura 1 – Mapa da área de estudo com a localização dos pontos de coleta

Tabela I – Localização e descrição dos locais de amostragem

Pontos de coleta	Localização	Descrição
1	S 03°05'142" W 059° 57'031"	A montante da Av. Grande Circular, no bairro do Zumbi III, vegetação rasteira em suas margens, água levemente turva, odor de esgoto, 2 m de largura, 50 a 60 cm de profundidade.
2	S 03°05'569" W 059° 57'047"	A montante do Conj. dos Industriários, vegetação rasteira, tipicamente de gramíneas, tubulação de esgoto sanitário, grande quantidade de lixo, muito material em suspensão, água turva de coloração marrom claro, 2,50 a 3,0 m de largura, 50 - 60 cm de profundidade.
3	S 03°05'748" W 059° 57'055"	A jusante do Conj. dos Industriários, próximo à ponte, vegetação rasteira, tipicamente de gramíneas, tubulação de esgoto sanitário, presença de material em suspensão, água turva de coloração marrom escuro, 4,5 a 5,0 m de largura, 50 - 60 cm de profundidade.
4	S 03°06'428" W 059° 57'645"	A montante do Conjunto Nova República, Rua Alberto Carneira, próximo a ponte, vegetação de médio e grande porte, tubulação de esgoto sanitário, presença de material em suspensão, forte odor de esgoto, águas turvas, encontro de águas de cor cinza e negra, 5,5 a 6,0 m de largura, 60 - 70 cm de profundidade.
5	S 03°06'900" W 059° 58'247"	Av. Manaus 2000, a montante do Conj. Manaus 2000, vegetação de médio e grande porte, tubulação de esgoto sanitário, presença de material em suspensão, águas turvas de coloração acinzentada, forte odor de esgoto, 8,5 a 9,0 m de largura, 90 cm a 1 m de profundidade.
6	S 03°07'294" W 059° 58'865"	Av. General Rodrigo Otávio, próximo à ponte, a jusante do Conj. Manaus 2000, vegetação rasteira, águas turvas enegrecidas, lixo doméstico, odor de esgoto, 8,5 a 9,0 m de largura, 90 cm a 1 m de profundidade.
7	S 03°07'379" W 059° 58'990"	Atrás do Studio 5, Av. Manaus 2000, bairro da Raiz, palafitas nas margens, vegetação rasteira, águas turvas enegrecidas, lixo doméstico, forte odor de esgoto, 8,0 a 8,5 m de largura, 80-90 cm de profundidade.
8	S 03°07'633" W 059° 59'369"	Rua Paranaíba, bairro da Raiz, palafitas nas margens, águas turvas acinzentada, lixo doméstico, forte odor de esgoto, 9,0 a 9,5 m de largura, 80-90 cm de profundidade.
9	S 03°07'304" W 059° 59'703"	Rua Comandante Ferraz, bairro Betânea, próximo a Av. Silves, muitas palafitas nas margens, águas turvas enegrecidas, lixo doméstico, forte odor de esgoto, 9,5 a 10,0 m de largura, 80-90 cm de profundidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho todos os resultados apresentados na forma de média têm um valor de desvio padrão muito alto (Tabela II e III). Isso ocorreu devido as constantes alterações físicas e químicas das águas do igarapé do Quarenta provocadas diretamente pela atividade antrópica. Os valores de mínimo e máximo em cada parâmetro são muito discrepantes entre si, no pH ocorreu uma diferença de 0,9 unidade, na temperatura a diferença foi de 8,6 °C, na condutividade, turbidez, sólidos totais ocorreram aumentos de 3, 5 e 10 vezes, respectivamente. Porém, nos sólidos dissolvidos e em suspensão ocorreram variações de 43 e 70 vezes, respectivamente. Este aspecto evidencia que ao longo do percurso estudado ocorre grande influência externa, causada pelas diferentes fontes de esgotos doméstico e industrial, que usam o igarapé do Quarenta para o despejo dos seus resíduos sem tratamento. Em se tratando da temperatura, o aumento se deve provavelmente à ausência de vegetação em suas margens, que favorecem o aumento da intensidade da radiação solar sobre a água, bem como ao despejo de águas aquecidas provenientes dos processos de trocas de calor.

Tabela II – Valores de pH, temperatura e condutividade obtidos durante o verão e inverno no igarapé do Quarenta.

Pontos de Coleta	pH			Temperatura (°C)			Condutividade (µS/cm)		
	Média*	Min.	Max.	Média*	Min.	Max.	Média)	Min.	Max.
1	6,48 ± 0,26	6,12	6,91	30,4 ± 1,6	28,7	33,0	201 ± 18	164	223
2	6,60 ± 0,26	6,31	6,98	31,9 ± 1,4	29,4	34,2	284 ± 32	242	334
3	6,72 ± 0,22	6,39	7,04	31,8 ± 1,1	29,7	33,3	342 ± 39	310	410
4	6,48 ± 0,25	6,16	6,77	28,2 ± 1,5	25,6	30,9	254 ± 65	150	321
5	6,52 ± 0,21	6,22	6,89	28,8 ± 1,3	27,1	31,3	335 ± 52	231	404
6	6,61 ± 0,20	6,35	7,03	29,7 ± 1,9	27,9	33,6	288 ± 63	198	397
7	6,45 ± 0,22	6,13	6,73	29,3 ± 1,0	27,5	30,7	271 ± 24	234	300
8	6,47 ± 0,18	6,21	6,76	30,2 ± 1,2	28,3	31,7	268 ± 18	242	290
9	6,67 ± 0,11	6,52	6,89	31,4 ± 1,7	28,5	33,0	325 ± 32	290	372

*Média obtida de oito coletas realizadas durante o verão e inverno e o ± desvio padrão.

Tabela III – Valores de turbidez, sólidos totais, dissolvidos e em suspensão, obtidos durante o verão e inverno no igarapé do Quarenta.

Pontos de Coleta	Turbidez (NTU)			Sólidos Totais (mg/L)			Sólidos Dissolvidos (mg/L)			Sólidos em suspensão (mg/L)		
	Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.	Média	Min.	Max.
1	24,9 ± 4,8	18,0	32,0	225 ± 57	109	355	153 ± 51	23	257	72 ± 44	9	171
2	59,0 ± 12,0	35,0	72,0	535 ± 228	275	1129	278 ± 120	100	525	257 ± 145	53	632
3	54,4 ± 12,7	30,0	75,0	480 ± 160	274	889	291 ± 96	163	565	190 ± 100	31	351
4	54,2 ± 19,2	35,0	98,0	340 ± 75	213	539	201 ± 67	44	299	139 ± 73	32	266
5	53,9 ± 10,0	40,0	73,0	412 ± 74	296	532	232 ± 56	145	360	180 ± 87	62	373
6	49,7 ± 14,0	34,0	78,0	325 ± 96	185	560	182 ± 54	97	274	143 ± 80	13	295
7	44,4 ± 11,4	25,0	57,0	345 ± 50	242	476	195 ± 67	41	308	150 ± 71	19	302
8	37,4 ± 10,1	23,0	55,0	269 ± 44	177	342	160 ± 68	29	265	109 ± 56	20	261
9	32,8 ± 6,5	21,0	45,0	281 ± 74	143	446	165 ± 71	13	301	119 ± 69	29	244

*Média obtida de oito coletas realizadas durante o verão e inverno e o ± desvio padrão.

Em relação aos sistemas aquáticos naturais, todos os valores obtidos se apresentaram muito acima dos reportados na literatura. Em condições naturais o pH varia de 3,00 a 5,00 (Sioli, 1957, Fonseca et al., 1982 e Junk, 1983); a temperatura de 24,0 a 25,0 °C (Cleto Filho, 2003); a condutividade de 4,99 a 28,86 µS/cm (Pascoaloto, 2001, Cleto Filho, 2003 e Cavalcante, 2004); turbidez de 3,4 a 4,2 NTU (Pascoaloto, 2001) e os sólidos em suspensão de 0,3 a 4,6 mg/L (Cleto Filho e Walker, 2001). Quanto as condições de qualidade para águas de classe 3 (águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; à dessedentação de animais) estabelecidas pela resolução nº 357 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e determina as condições e padrões de qualidade das águas, o pH deve ser de 6,0 a 9,0, turbidez até 100 NTU e os sólidos dissolvidos o teor máximo é de 500 mg/L. No caso desses parâmetros os valores obtidos estão de acordo com os limites estabelecidos na legislação, no entanto, as alterações ocorridas em todos os parâmetros analisados são discrepantes quando comparadas às características das águas naturais da região Amazônica.

A Figura 2 mostra a variação da condutividade, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão e turbidez cujas variáveis aumentaram os seus valores na região do DI1 (pontos de coleta 2 a 8). Nestes pontos fica bastante evidente a contribuição das diversas fontes antrópicas, destacando-se os pontos de coleta 2 e 3 que estão localizados nas proximidades de uma fábrica de reciclagem de papel e o ponto 5 a juzante de várias indústrias de eletro-eletrônicos e do pólo de duas rodas. Outras fontes poluentes importantes na região são os processos de galvanoplastia, cabines de pinturas (motos, TV e monitores), além de efluentes variados, como da indústria de CD/DVD, lentes, bicicletas, e ainda os esgotos domésticos provenientes dos bairros estabelecidos nas proximidades do Igarapé.

Normalmente, o aumento ou a diminuição da quantidade de sólidos dissolvidos está diretamente relacionado com a condutividade. Quanto maior a quantidade de substâncias dissolvidas maior a condutividade elétrica. Entretanto, para alguns pontos de coletas (por exemplo, 3, 7, 8 e 9) a correlação destas variáveis no inverno não apresentou este comportamento. Isto pode estar relacionado com o tipo de despejo lançado pelas fábricas do DI1, algumas têm como: efluentes, pigmentos orgânicos que fazem parte da constituição de tintas. Segundo Kegley e Andrews (1997) o aumento da condutividade elétrica está relacionado com a concentração dos íons cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato e cloreto. Para Silva (1999) esses íons são responsáveis pelo aumento da condutividade no Igarapé do Quarenta.

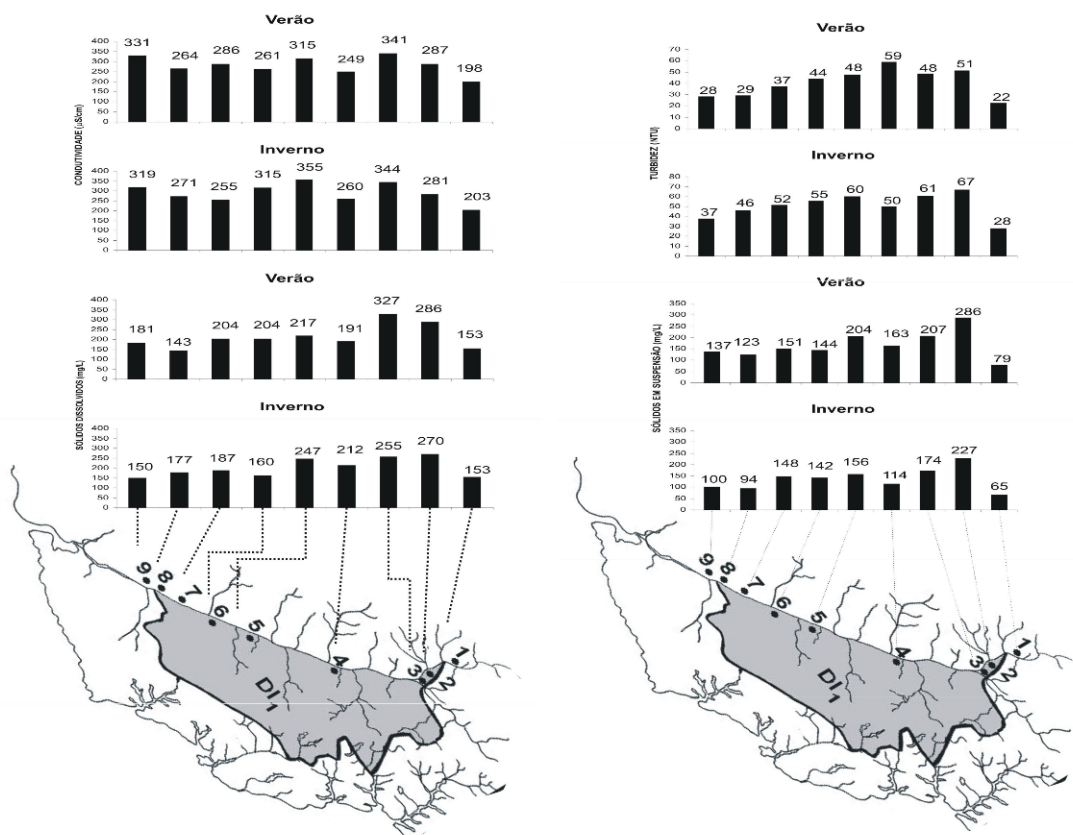


Figura 2 – Variação da condutividade, sólidos dissolvidos, sólidos em suspensão e turbidez.

A medida de turbidez representa a extensão na qual um feixe de luz é absorvido ou disperso por materiais em suspensão. Em águas contaminadas por esgoto doméstico e industrial há uma ampla variedade de produtos tais como sabões, detergentes e agentes emulsificantes que produzem colóides estáveis que alteram a turbidez (Mota, 1997). O aumento da turbidez durante o inverno está diretamente relacionado aos sólidos em suspensão, porém durante o verão ocorre o inverso, isto pode ser verificado nos pontos de coleta 4, 5, 7 e 9. Em todos os pontos de coleta a turbidez foi sistematicamente maior durante o inverno. A redução nos valores referentes aos sólidos em suspensão no inverno é um reflexo do aumento do volume de água devido aos 2.127 mm (Behling et al., 2001) que normalmente precipitam em Manaus.

A Figura 3 mostra as variações de temperatura, pH e sólidos totais nos períodos de verão e inverno. Da mesma forma que ocorreu nas observações anteriores, há uma elevação nos valores de pH, temperatura e sólidos totais do ponto de

coleta 1 em relação ao 9, independentemente do período sazonal. Nos pontos de coleta 2 e 3 estas três variáveis apresentaram os valores mais elevados, provavelmente por causa do despejo de águas aquecidas e dos resíduos dos processos de reciclagem de papel das fábricas localizadas nas proximidades. De modo geral, os valores de pH e sólidos totais foram maiores durante o verão, muito provavelmente por causa do volume reduzido de água no leito do igarapé do Quarenta. Para a temperatura o que se observa é que em alguns pontos de coleta o valor foi maior durante o inverno (1, 2, 3, 4 e 7), este resultado mostra a inversão da temperatura em relação ao período sazonal e indicam que mesmo com um volume de água maior no inverno, não se consegue superar as fontes externas que causaram seu aquecimento.

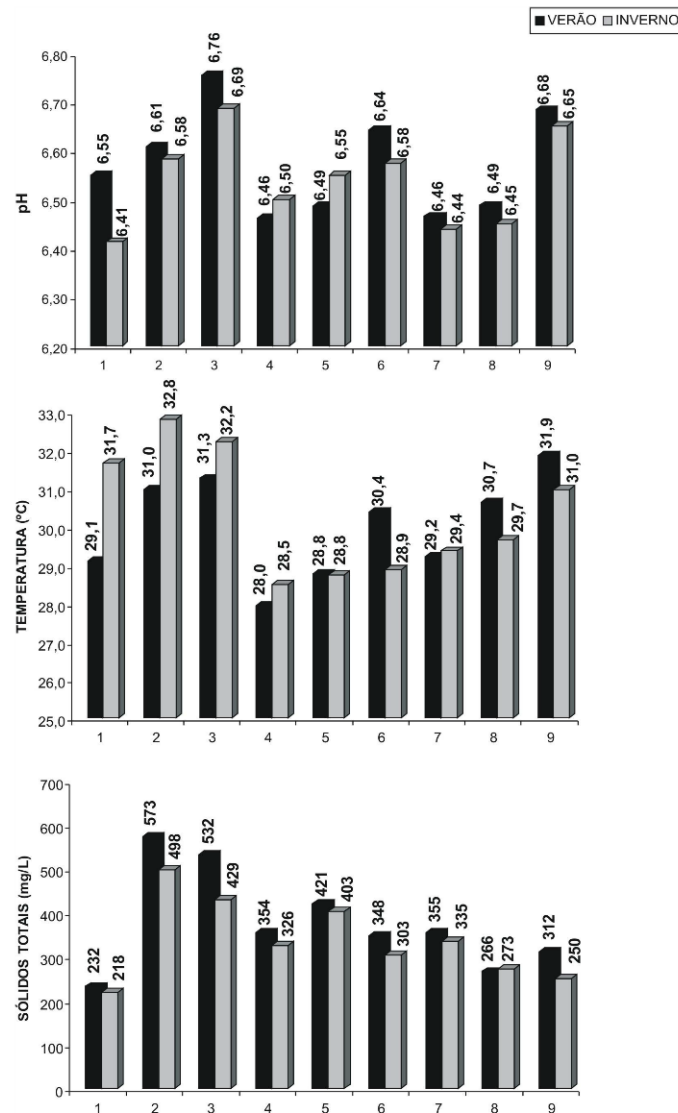


Figura 3 – Variação da temperatura, sólidos totais e pH durante o verão e inverno.

4. CONCLUSÃO

A oscilação dos valores em cada ponto de coleta mostrou que no igarapé do Quarenta existem diversas fontes poluentes, dentre as quais o Distrito Industrial contribui significativamente para alterar os valores dos parâmetros medidos. Finalmente, a avaliação do pH, turbidez, temperatura, sólidos totais, suspensão e dissolvidos revelaram que as águas do igarapé do Quarenta diferem significativamente em relação às características das águas da região Amazônica e apresentam alto nível de poluição física, mesmo que estejam de acordo com os limites estabelecidos pela resolução nº 357 do CONAMA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Behling, H., Keim, G., Irion, G., Junk, W., Mello, J. N. 2001. **Holocene environmental changes in the Central Amazon basin inferred from Lago Calado (Brazil)**. *Palaeogeograph, Paleoclimatology, Paleoecology* 173, 87-101.
- Castro, R. F. **Determinação da composição inorgânica de duas gramíneas do Distrito Industrial de Manaus - AM**. Manaus: UFAM, 2000. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, 2000.
- Cavalcante, L. P. **Parâmetros físicos e químicos dos recursos hídricos do Campus Universitário da Universidade Federal do Amazonas Manaus – Am**. Manaus: UFAM, 2004. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, 2004.
- Cleto Filho, S. E. N.; Walker, I. **Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/Am - Amazônia Central**. *Acta Amazonica*, v. 31, nº 4, p. 69-89, 2001.
- Cleto Filho, S. E. N. **Urbanização poluição e biodiversidade na Amazônia**. *Ciência Hoje*. São Paulo, nº 193, p. 72-75, maio de 2003.
- Diniz, T. D. de A. S. **Característica climática da Amazônia Oriental**. Relatório Final do Convênio EMBRAPA/CPATU/GTZ. Belém: EMBRAPA/CPATU/GTZ, 1986.
- Fonseca, O. J.; Salem, J. L.; Guarin, V. L. **Poluição e autopurificação do rio Negro nas cercanias de Manaus**. *Acta Amazonica*, v. 12, nº 2, p.271-278, 1982.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 24 nov. 2003.
- Junk, W. J. **Aquatic Habitats in Amazonia**. *The Environmentalis*. nº 3, p. 24-34 (supplement 5), 1983.
- Kegley, S. E.; Andrews, J. **The chemistry of water**. United States of America: University Science Books, p. 41-47, 1997.
- Leopoldo, P. R.; Franken, W.; Salati, E.; Ribeiro, M. N. G. et al. **Towards a water balance in central Amazonian region**. *Experientia*, nº 43, p.222-233, 1987.
- Geo Manaus. **Projeto Geo Cidades - Relatório Ambiental Urbano Integrado**. Rio de Janeiro: Consórcio Parceria 21, 2002.
- Guedes, N. C. de C. **Poluição aquática na microbacia do Igarapé do Quarenta, Manaus - Amazonas**. Manaus: UFAM, 2003. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, 2003.
- Mello, M. L.de; Moura, H. A. de. **Migrações para Manaus**. Recife: Massangana, 1990.
- Oliveira, T. C. S. de. **Distribuição de Metais Pesados em Sedimento na Região do Distrito Industrial de Manaus-Amazonas**. Manaus: UFAM, 2003. Dissertação (Mestrado em Química de Produtos Naturais), Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, 2002.
- Pascoaloto, D. **Características ambientais de cinco igarapés de terra firme em reservas florestais no estado do Amazonas e sua relação com *Batrachospermum cayennense***. *Acta Amazônica*. v. 31, nº 4, p. 597-606, 2001.
- Silva, M. S. R. **Metais pesados em sedimentos de fundo de igarapés (Manaus-AM)**. Belém: UFPA, 1996. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica), Universidade Federal do Pará. 1996.
- Sioli, H. Valores de pH das águas amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, v. 1, p. 1-37, 1957.
- Valle, C. M. do. **Impacto ambiental Urbano: Avaliação física e química dos solos da bacia do Igarapé do Quarenta (Manaus-Am)**. Manaus: UFAM, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Centro de Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Amazonas, 1998.