



QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MEIA PONTE NO PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA-GOIÁS

Glaucia Lemes de Carvalho¹; Eduardo Queija de Siqueira²

Recebido em 18 de fevereiro de 2011; recebido para revisão em 21 de fevereiro de 2011; aceito em 10 de maio de 2011; disponível on-line em 19 de julho de 2011

PALAVRAS CHAVES:

Qualidade da água;
Rio Meia Ponte;
Urbanização.

RESUMO: Este trabalho apresenta uma análise da variabilidade espacial e do regime hidrológico da qualidade da água do Rio Meia Ponte no perímetro urbano da cidade de Goiânia. Para isto, foram feitas análises de água de parâmetros físico-químicos: alcalinidade (38,00 a 110,81 mg/L), cloretos (1,50 a 11,50 mg/L), condutividade (98,30 a 190,00 uS/cm), cor aparente (114,00 a 550,00 uH), cor verdadeira (78,00 a 163,00 uH), DBO - demanda bioquímica de oxigênio - (1,10 a 8,00 mg/L), DQO - demanda química de oxigênio - (9,60 a 29,60 mg/L), dureza (34,00 a 63,00 mg/L), ferro (0,36 a 1,73 mg/L), fósforo (0,01 a 0,15 mg/L), nitrato (0,59 a 0,86 mg/L), nitrito (0,02 a 0,11 mg/L), nitrogênio amoniacal (0,27 a 2,39 mg/L), nitrogênio inorgânico total (0,60 a 2,10 mg/L), nitrogênio total (0,80 a 5,00 mg/L), OD (oxigênio dissolvido) (1,54 a 7,80 mg/L), pH (potencial hidrogênico) (6,70 a 7,99 mg/L), turbidez (14,30 a 93,70 UNT), óleos e graxas (0,40 a 1,30 mg/L), temperatura (19,60 a 27,10°C). As amostras de água foram coletadas nos anos de 2004 a 2008, em 6 seções do Rio: (1) Captação de água de Goiânia, (2) Campus II da UFG, (3) Avenida Perimetral Norte, (4) Bairro Goiânia 2, (5) Rodovia BR-153, (6) Frigorífico Goiás Carne. O trecho percorre a área urbana da cidade. Os dados de vazão utilizados em comparação com a variabilidade espacial dos parâmetros físico-químicos foram obtidos da CPRM na Estação Fluviométrica 60650000, próxima a Rodovia BR-153. Foi constatado que os parâmetros - condutividade, cor verdadeira, DBO, OD, óleos e graxas, fósforo, nitrito, nitrogênio amoniacal - estão fora do padrão exigido para água doce (classe 2) pelo CONAMA/2005, Resolução 357. Esta situação ocorre devido à carga de despejos domésticos e industriais que tem recebido o corpo d'água. Observou-se o efeito da vazão sobre a alcalinidade, dureza, cor verdadeira e DBO atribuído à diluição no período das chuvas e precipitações na bacia hidrográfica. Medidas mitigadoras devem ser tomadas como fiscalização, educação ambiental, análises periódicas da água, extensão e melhoria da eficiência da rede coletora e tratamento de esgoto em prol da qualidade da água.

* Contato com os autores:

¹ e-mail : glcbio@hotmail.com (G. L. Carvalho)
Bióloga Licenciada, pós-graduanda em Planejamento e Gerenciamento em Recursos Hídricos;

² e-mail : eduqs@yahoo.com.br (E. Q. de Siqueira)
Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia dos Recursos Hídricos. Professor da Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás.

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem econômico e de suma importância para manutenção da vida e está cada vez mais escassa. Apesar das legislações ambientais, programas de educação ambiental, emprego e medidas de recuperação de áreas degradadas muitos corpos d'água encontram-se em mal estado, especialmente em áreas urbanas. Assim, o ser humano procura explorá-la nos diversos ambientes onde ela pode ser encontrada, mas está sempre sujeita a contaminações diversas (FREITAS *et al.*, 2001).

A qualidade de água depende do uso do solo da bacia hidrográfica e de suas características naturais. A água

pode ter vários usos como para disposição de esgotos, abastecimento doméstico, abastecimento industrial, irrigação, dessedentação de animais, preservação da flora e fauna, recreação e lazer, criação de espécies, geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística, diluição, transporte de despejos (SPERLING, 2005).

Os centros urbanos tomaram grandes proporções. A concentração populacional fez com que a quantidade de esgoto aumentasse proporcionalmente. Adicionalmente, outras atividades humanas como a agricultura, dentre outras, liberam no ambiente contaminantes químicos que são carreados para os corpos hídricos, poluindo-os. Sendo assim, parte desta mesma água é reutilizada para o abastecimento público de forma cíclica (BRASIL, 2005).

O município de Goiânia não foge dessa realidade, como centro urbano - capital do Estado de Goiás – concentra inúmeros corpos hídricos poluídos, que comprometem a qualidade de vida da população residente e dos organismos vivos. Estes corpos hídricos fazem parte da bacia hidrográfica do rio Meia Ponte, que recebe despejos de poluição indiretamente como diretamente. Sendo o rio um dos principais recursos hídricos do Estado causa sérias preocupações aos órgãos ambientais responsáveis e estudiosos, que buscam meios de recuperar o rio. Siqueira (1996) afirma que as indústrias, como também a concentração populacional nas margens do rio Meia Ponte poluem suas águas, chegando a ser, em alguns pontos, imprópria para o tratamento convencional, para abastecimento. Por esses motivos a Brasil (2009) classificou o mesmo, como um dos mais poluídos do Brasil.

As atividades humanas também corroboram para a formação de depósitos tecnogênicos, sendo que estes podem ser classificados em construídos (aterros, corpos de rejeito), induzidos (depósitos aluvionares) e modificados (depósitos ou solos naturais alterados por substâncias). Na área de estudo, Alto rio Meia Ponte, no município de Goiânia, os depósitos tecnogênicos induzidos estão bem representados no canal atual do rio. Já os depósitos construídos estão presentes, principalmente, na planície de inundação do rio Meia Ponte e seus afluentes. Sendo assim, conclui-se que a intensa urbanização, nas últimas décadas, é responsável pela formação de depósitos tecnogênicos, pois provoca erosões e ocupação dos fundos de vale (RUBIN et al., 2008).

A poluição do rio em questão é um grande problema ambiental em Goiânia, que começa nos tributários que igualmente se encontram poluídos. Dessa forma a recuperação do Meia Ponte depende diretamente da melhoria de seus afluentes, que estão degradados (O POPULAR, 2009).

Segundo GOIÁS (2009) – Secretaria de Estado de Meio Ambiente – desde a década de 1960 o rio Meia Ponte tem sofrido maior ação antrópica devido ao

desenvolvimento agrícola, que contribuiu desde então para os processos erosivos, assoreamento, desmatamento das margens e contaminação por defensivos agrícolas. O crescimento urbano, com a explosão populacional, ocupação desordenada do solo, falta de saneamento básico, contribuem para degradação do corpo hídrico.

A urbanização altera também o ciclo hidrológico. Essa modificação é reflexo do aumento do número de pessoas em um mesmo lugar, como também pela quantidade de construções e da cobertura asfáltica, que tornam o solo impermeável. Há aumento do volume de águas residuárias, com a conseqüente deterioração dos rios a jusante das áreas urbanas, das águas de escoamento pluvial e a qualidade da água dos rios e represas urbanos, receptores de efluentes. A concentração populacional aumenta a demanda de água, fazendo com que haja redução da quantidade dos recursos hídricos disponíveis (escassez potencial), diminui a recarga subterrânea e aumenta as enchentes e os picos das cheias nas áreas urbanas. A essas mesmas alterações (edificações e cobertura asfáltica) estão relacionados outras conseqüências: aumento da área impermeabilizada, alterações no sistema de drenagem e do clima, aumento do escoamento superficial direto e de sua velocidade (TUNDISI, 2005).

Os problemas ambientais são inúmeros, sendo relacionados à utilização inapropriada dos recursos naturais, como ocupações irregulares de áreas de proteção permanente, implantação de parques industriais, lançamento de esgotos nos corpos de água, dentre outros, causando problemas graves à natureza, como a poluição dos recursos hídricos (ARAUJO; FREIRE, 2008).

No presente trabalho apresenta-se e analisa a situação da qualidade da água do rio Meia Ponte no perímetro urbano de Goiânia-GO, sujeito à inúmeras ações antrópicas, como lançamento de esgotos, desmatamentos, extração de areia, ocupação das margens por moradias humanas, tendo como relevância o fato deste rio ser um dos principais Recursos Hídricos do Estado de Goiás.

O rio Meia Ponte é um rio de Classe 2, sendo essa classificação destinada a rios para o abastecimento público com tratamento convencional, manutenção da vida aquática e recreação com contato primário: natação, mergulho, esqui aquático (BRASIL, 2005).

Com essa pesquisa espera-se contribuir para o planejamento municipal de Goiânia com informações sistematizadas e avaliação da qualidade de água do rio Meia Ponte, Goiânia, Goiás, comparando os dados obtidos com a legislação ambiental (BRASIL, 2005).

1.1. O Alto Curso do rio Meia Ponte

A Bacia Hidrográfica do rio Meia Ponte faz parte do complexo hidrográfico da bacia do rio Paraná, localizando-se na região superior (norte) do rio Paranaíba, com uma área de aproximadamente

12.180 Km². O rio Meia Ponte percorre 415 km até a sua foz, drenando 37 municípios do Estado de Goiás. Suas nascentes localizam-se na Serra dos Brandões, município de Itauçu, sendo sua foz no rio Paranaíba, município de Cachoeira Dourada, divisa do Estado de Goiás com o Estado de Minas Gerais (SANEAGO, 2009).

Os seus limites estão compreendidos entre as coordenadas geográficas 48°46'48" e 49°44'51" (longitude) a oeste do meridiano de Greenwich, 16°06'38" e 18°32'53" (latitude) ao sul da linha imaginária do Equador, posicionando-se no centro-sul do Estado de Goiás. Esta é uma região de solo poroso, que absorve grande quantidade de água, sendo região de recarga de mananciais (SIQUEIRA, 1996). O bioma predominante na região é o Cerrado. A região tem duas estações climáticas bem definidas: chuvas e seca, que influenciam na variação vazão do rio (GERÊNCIA DE TRATAMENTO DE ESGOTO, 2006 apud MENDONÇA, 2007).

No Alto Curso do rio Meia Ponte há inúmeras atividades poluidoras da água, de acordo com Fialho (2003) estas se totalizam em 279 estabelecimentos, concentrados principalmente nos municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia. Apenas nestes dois municípios se localizam 191 das fontes de poluição, sendo elas principalmente indústrias alimentícias, laticínios, curtumes, frigoríficos.

2. METODOLOGIA

2.1. Trecho de estudo e amostragem

O trecho de estudo do rio Meia Ponte está localizado na área urbana da cidade de Goiânia, Estado de Goiás. Possui uma extensão de aproximadamente 48,26 km.

As coletas de água foram realizadas durante os anos de 2004 à 2008 nos pontos de amostragem listados na Tabela 1 e identificados nas Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Os horários e datas das coletas são apresentados na Tabela 2. As análises de água foram realizadas no laboratório de saneamento da Escola de Engenharia Civil (EEC) da Universidade Federal de Goiás (UFG) e da SEMARH - Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

As seis estações de amostragem foram demarcadas em locais ao longo da extensão do rio Meia Ponte, de acordo com a facilidade de acesso do local: (1)Captação de água de Goiânia, (2)Campus II da UFG, (3)Avenida Perimetral Norte, (4)Bairro Goiânia 2, (5)Rodovia BR – 153, (6)Frigorífico Goiás Carne. Sendo a localização destas zonas no perímetro urbano de Goiânia, exceto a primeira (Captação de água de Goiânia que está antes) e a última (Frigorífico Goiás Carne que está depois).

Tabela 1: Pontos de coleta distribuídos no trecho de estudo em comparação com suas distâncias acumulada e entre os locais.

PONTOS DE COLETA	LOCAL	DITÂNCIA ACUMULADA (km)	DISTÂNCIA ENTRE PONTOS (km)
1	Captação de água Rio Meia Ponte	0	
2	Campus II UFG	12,90	12,90
3	Avenida Perimetral Norte	16,87	3,97
4	Goiânia 2	20,27	3,40
5	BR - 153	27,01	6,74
6	Frigorífico Goiás Carne	46,75	19,74

Tabela 2: Pontos de coleta no trecho de estudo com suas respectivas datas e horários.

PONTOS/LOCAL	DATA/HORÁRIO				
	2004	2005	2006	2007	2008
1 - Captação Rio Meia Ponte	02/12 às 10:15	12/05 às 09:15	25/05 às 09:30	31/05 às 09:40	31/05 às 9:30
2 - UFG Campus II	01/12 às 14:15	manhã s/r	manhã s/r	manhã s/r	31/05 às 8:30
3 - Av. Perimetral Norte	02/12 às 09:20	12/05 às 08:30	25/05 às 09:30	31/05 às 09:00	31/05 às 9:30
4 - Goiânia 2	02/12 às 09:05	12/05 às 08:46	25/05 às 09:30	31/05 às 08:40	31/05 às 8:00
5 - BR 153	02/12 às 11:13	12/05 às 09:15	25/05 às 09:30	31/05 às 09:20	31/05 às 8:30
6 - Frigorífico Goiás Carne	02/12 às 11:45	12/05 às 09:15	25/05 às 09:30	31/05 às 09:30	31/05 às 9:00

s/r – sem registro.

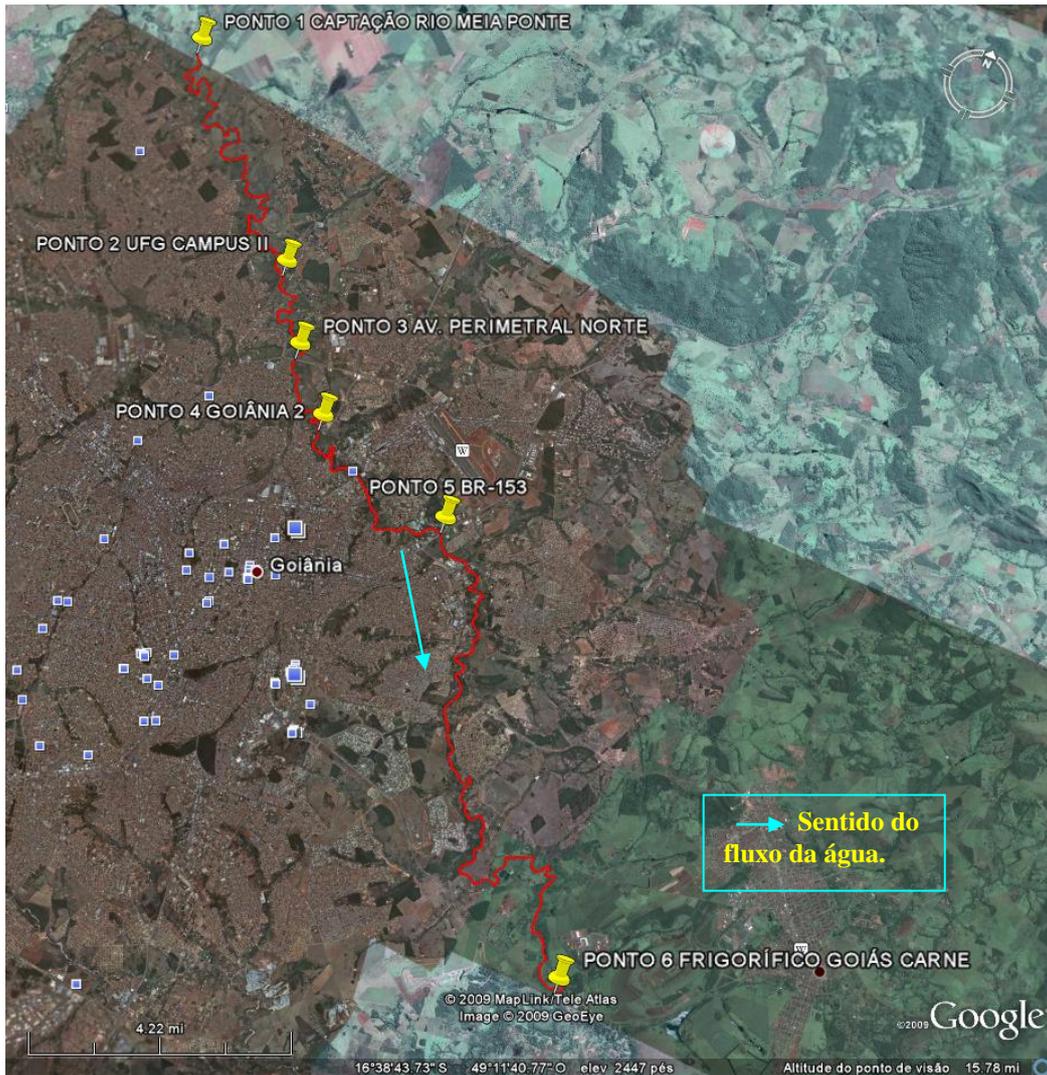


Figura 1: Visão geral dos pontos de coleta, no rio Meia Ponte, perímetro urbano de Goiânia.
 Fonte: Google Earth (2009).



Figura 2: Ponto de coleta 1: Captação rio Meia Ponte.
 Fonte: Google Earth (2009).



Figura 3: Ponto de coleta 2: Campus II UFG.
 Fonte: Google Earth (2009).



Figura 4: Ponto de coleta 3: Avenida Perimetral Norte.
Fonte: Google Earth (2009).



Figura 5: Ponto de coleta 4: Bairro Goiânia 2.
Fonte: Google Earth (2009).



Figura 6: Ponto de coleta 5: BR-153.
Fonte: Google Earth (2009).



Figura 7: Ponto de coleta 6: Frigorífico Goiás Carne.
Fonte: Google Earth (2009).

2.2. Qualidade da água e vazão

As amostras foram coletadas com um balde de 20 litros, lançado e amarrado por uma corda. Nesta fez-se imediatamente a leitura do OD (Oxigênio Dissolvido) com equipamento oxímetro digital, pH e temperatura. Uma parte da amostra de água foi transferida para três recipientes: um de polietileno com capacidade de 2L e outros dois frascos de vidro para análise de OD com volume de 300 mL. A amostra em um dos frascos de vidro foi para realizar análise de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio). No outro recipiente de vidro foi aferido o OD (oxigênio dissolvido), depois de ser utilizado 1mL de azida sódica

e 1mL de sulfato manganoso para fixar o oxigênio. No recipiente de 2L de polietileno a amostra foi utilizada para análise de todos os demais parâmetros químicos e físicos. Estes são divididos em:

- parâmetros químicos - cloretos, DBO, DQO, ferro, fósforo, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal, nitrogênio inorgânico total, nitrogênio total, OD, óleos e graxas, pH, alcalinidade, dureza.
- parâmetros físicos - temperatura, cor verdadeira, turbidez, condutividade.

A seguir, estão listados na Tabela 3 os métodos utilizados nas análises das amostras de água. Estes não foram analisados em todos os anos e pontos de coleta.

Os dados de vazão foram calculados em m^3/s com base nos dados de uma régua limnimétrica. Os dados foram fornecidos pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2007, 2008) e ANA – Agência

Nacional de Águas (2004, 2005, 2006), de acordo com as datas de coleta. Próximo a este lugar há uma estação de monitoramento da ANA, identificada pelo número 60.650.000.

Os parâmetros analisados foram reunidos em gráficos de barras, fazendo uma relação do seu índice, o ponto onde foi coletado e o ano; também em gráficos de dispersão que relacionam a vazão dos anos de coleta e o índice do parâmetro.

Tabela 3: Métodos utilizados para análise dos parâmetros físico-químicos.

PARÂMETRO	UNIDADE	MÉTODO
Alcalinidade	(mg/L)	Potenciométrico
Cloretos	(mg/L)	Mohr
Condutividade	(Us/cm)	Condutímetro
Cor aparente e verdadeira	(uH)	Colorímetro
DBO	(mg/L)	Diluição e incubação a 20°C - 5 dias
DQO	(mg/L)	Refluxação
Dureza	(mg/L)	Titulação com EDTA 0,01 M
Ferro	(mg/L)	Fenantrolina
Fósforo	(mg/L)	Ácido ascórbico
Nitrito	(mg/L)	Diazotação/ Colorimétrico
Nitrato	(mg/L)	Espectrofotométrico UV
Nitrogênio amoniacal	(mg/L)	Nesslerização/Espectrofotômetro
Nitrogênio inorgânico total	(mg/L)	Tricloreto de Titânio/ Colorímetro
Nitrogênio total	(mg/L)	Persulfato/ Colorímetro
OD	(mg/L)	Iodométrico
pH	–	Eletrométrico/ pHmetro
Temperatura	(°C)	Oxímetro
Turbidez	(UNT)	Nefelométrico/ Turbidímetro
Óleos e graxas	(mg/L)	Espectrofotômetro

3. RESULTADO

A Tabela 4 demonstra os resultados obtidos nesse período de cinco anos, em valor mínimo, máximo, média e mediana, nas seis estações analisadas comparando com os valores estabelecidos pela resolução 357 de 2005, CONAMA.

3.1. Análise dos dados

Os resultados apresentados são aqueles que possuem alguma tendência e por isso nem todos os parâmetros foram avaliados com a vazão.

A alcalinidade apresentou uma disposição a

aumentar no trecho analisado, conforme a **Figura 8 (a)**. Este resultado pode ser decorrente do por lançamento de matéria orgânica, havendo diminuição do pH decorrente da decomposição da mesma (aumento de gás carbônico) confirmado na **Figura 9**. Este parâmetro tende a diminuir com o aumento da vazão em (b) decorrente de diluição. Os fatores antropogênicos influenciam nos resultados, a área de estudo é urbanizada, sendo sujeita a lançamento de efluentes. Esses dados corroboram com Brandelero (2008), onde o aumento de matéria orgânica no Rio Meia Ponte fez com que houvesse a elevação da alcalinidade e diminuição do pH.

Tabela 4: Tabela síntese dos resultados obtidos dos parâmetros físico-químicos analisados					
PARÂMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	MEDIANA	Limites do CONAMA
Alcalinidade (mg/L)	38,00	110,81	72,42	62,00	—
Cloretos (mg/L)	1,50	11,50	5,78	4,90	≤ 250
Condutividade (uS/cm)	98,30	190,00	144,93	145,50	—
Cor aparente (uH)	114,00	550,00	271,62	271,62	—
Cor verdadeira (uH)	78,00	163,00	111,93	112,00	≤ 75
DBO (mg/L)	1,10	8,00	4,41	3,88	≤ 5
DQO (mg/L)	9,60	29,60	17,95	18,50	—
Dureza (mg/L)	34,00	63,00	44,27	41,00	—
Ferro (mg/L)	0,36	1,73	1,08	1,05	≤ 0,3
Fósforo (mg/L)	0,01	0,15	0,08	0,07	≤ 0,1
Nitrato (mg/L)	0,59	0,86	0,73	0,73	≤ 10,0
Nitrito (mg/L)	0,02	0,11	0,05	0,04	≤ 1,0
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	0,27	2,39	1,13	1,28	≤ 2,0
Nitrogênio inorgânico total (mg/L)	0,60	2,10	1,22	1,00	—
Nitrogênio total (mg/L)	0,80	5,00	2,34	2,00	—
OD (mg/L)	1,54	7,80	5,34	5,89	≥ 5
pH	6,70	7,99	7,44	7,46	6 a 9
Temperatura (°C)	19,60	27,10	22,79	22,00	—
Turbidez (UNT)	14,30	93,70	41,63	36,10	≤ 100
Óleos e graxas (mg/L)	0,40	1,30	0,94	1,00	ausente

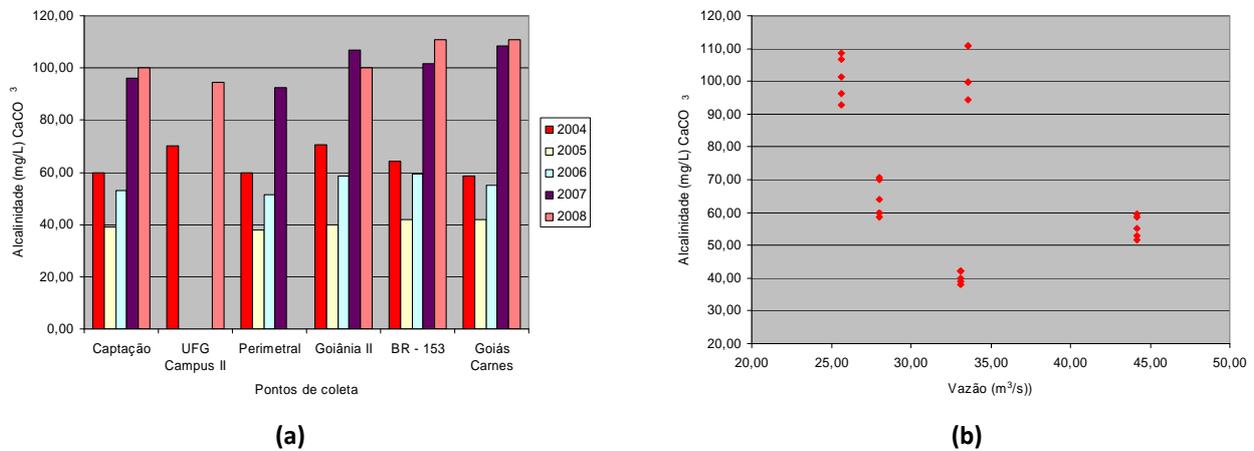


Figura 8: Variação espacial (a) e em função da vazão (b) da alcalinidade no trecho em estudo.

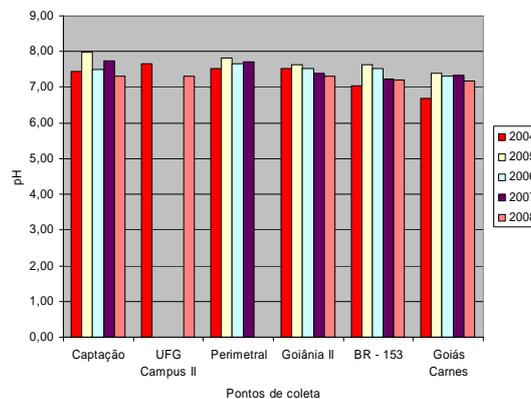
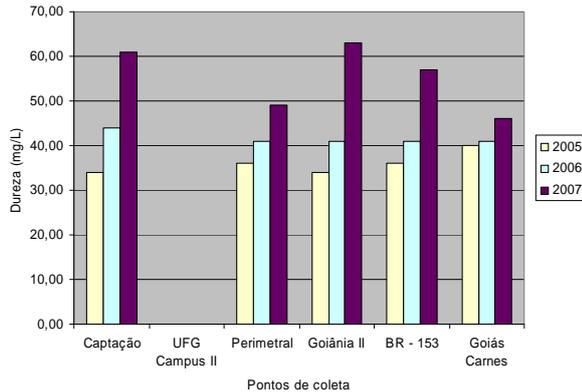


Figura 9 – Variação espacial do pH no trecho em estudo

O pH manteve-se levemente básico (**Figura 9**) com a tendência de diminuição no trecho. Essa faixa de pH de acordo com Sperling (2005) entre 4,4 e 8,3 há a predominância de íons bicarbonatos (HCO_3^-), havendo uma acidez carbônica, porém ainda dentro dos limites permitidos pela Resolução 357 do CONAMA (BRASIL, 2005), que é entre 6,0 a 9,0.

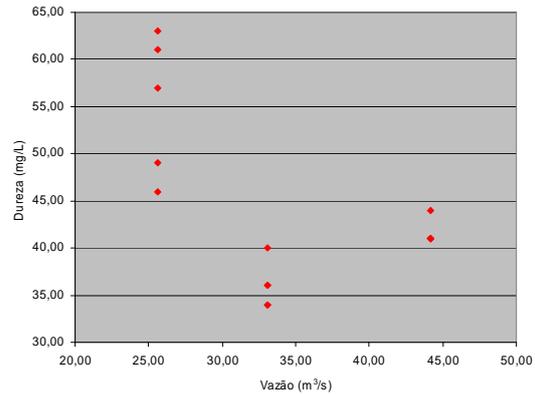
Há duas classificações de dureza da água no trecho analisado: água mole (dureza < 50 mg/L CaCO_3)



(a)

e água de dureza moderada (dureza entre 50 e 150 mg/L CaCO_3).

Este parâmetro apresentou tendência de decaimento ao longo do trecho, de acordo com a **Figura 10 (a)** e a medida que houve aumento de vazão **Figura 10 (b)**. O decaimento ao longo do trecho pode ocorrer devido à formação de precipitado de CaCO_3 potencializado pelo aumento da alcalinidade. A diminuição da dureza com a vazão parece ocorrer devido à diluição.



(b)

Figura 10: Variação espacial (a) e em função da vazão (b) da dureza no trecho em estudo.

Há duas classificações de dureza da água no trecho analisado: água mole (dureza < 50 mg/L CaCO_3) e água de dureza moderada (dureza entre 50 e 150 mg/L CaCO_3). Este parâmetro apresentou tendência de decaimento ao longo do trecho, de acordo com a **Figura 10 (a)** e a medida que houve aumento de vazão **Figura 10 (b)**.

O decaimento ao longo do trecho pode ocorrer devido à formação de precipitado de CaCO_3 potencializado pelo aumento da alcalinidade. A diminuição da dureza com a vazão parece ocorrer devido à diluição.

Constata-se o aumento da condutividade pela maior presença de íons, como os de ferro (**Figura**

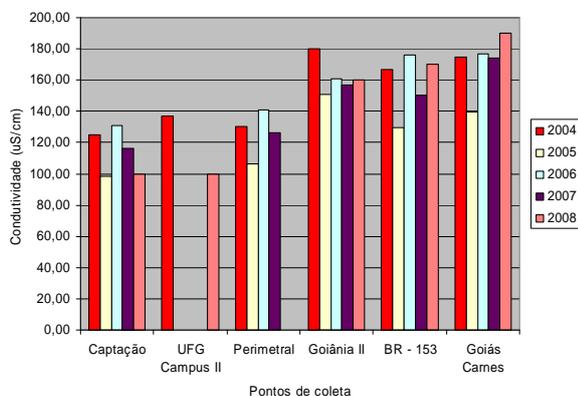


Figura 11: Variação espacial e da condutividade no trecho em estudo.

12) e os de cloretos (**Figura 13**) devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais ao longo do trecho e a fatores naturais, pela presença de rochas que liberam íons na água. (**Figura 11**). De acordo com CETESB (2009) a análise indica poluição do Meia Ponte, pelo nível desse parâmetro que está acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em todo o percurso analisado. O acréscimo de íons é decorrente principalmente do uso da água em atividades humanas.

Na **Figura 12**, os índices de ferro tendem a aumentar ao longo do percurso do rio Meia Ponte analisado, por lançamento de afluentes e por fatores naturais (rochas com alta concentração de ferro), porém em quantidades irrelevantes para a legislação brasileira de água doce classe 2, que limita 0,3 mg/L.

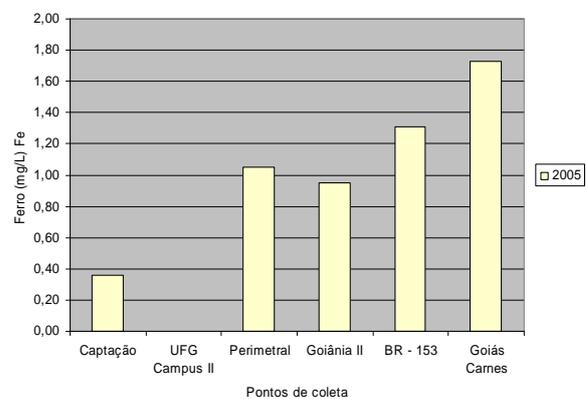


Figura 12: Variação espacial e do ferro no trecho em estudo.

Os níveis de cloretos (**Figura 13**) também aumentaram ao longo do trecho de estudo, tendo como origem as atividades humanas, principalmente por lançamento de efluentes industriais e domésticos. As concentrações são baixas em comparação com o limite máximo estabelecido pela legislação, 250 mg/L.

Na **Figura 14** observa-se que a turbidez tende a aumentar ao longo do trecho na medida em

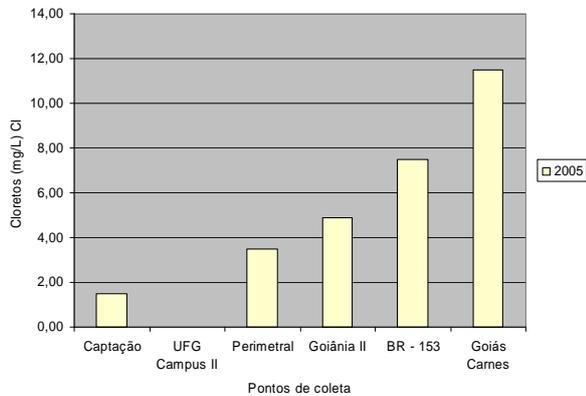
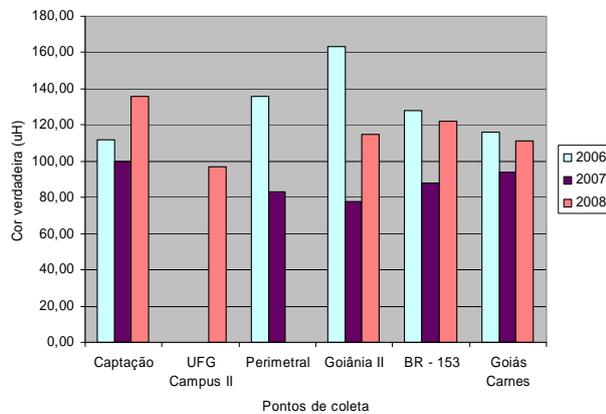


Figura 13: Variação espacial e de cloretos no trecho estudado

A cor verdadeira apresentou algumas oscilações, sendo que os menores valores ocorrem em vazões também menores, **Figura 15 (b)**, e que ao longo do trecho, **Figura 15 (a)**, indicam poluição de acordo com a legislação brasileira para águas doces classe 2 (BRASIL, 2005), que limita até 75 (uH). Mendonça (2007) ao analisar a cor verdadeira também constatou



(a)

que há maior concentração populacional e industrial. Os efluentes lançados contribuem para o aumento de material em suspensão, porém os valores de turbidez não alcançam o limite máximo permitido, estabelecido pela legislação Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005), que é 40 UNT. Mendonça (2007) encontrou valores mais elevados no Rio Meia Ponte, ficando entre 15,1 UNT a 254,3 UNT.

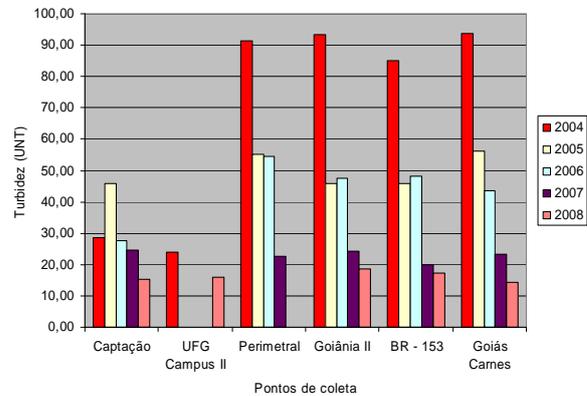
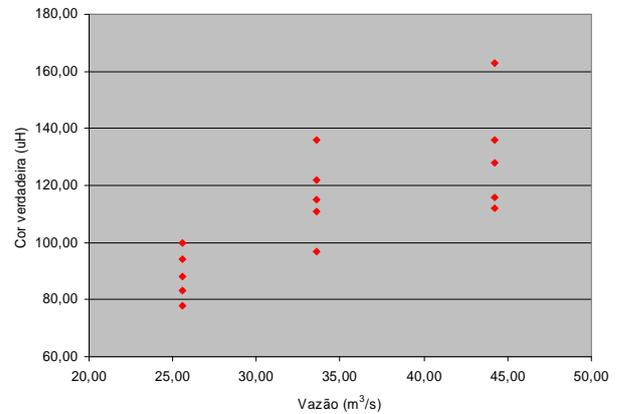
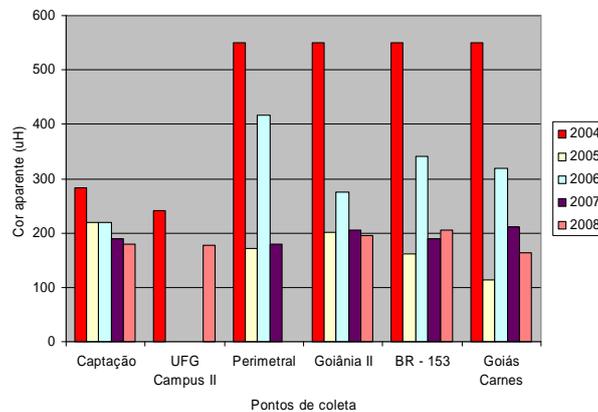


Figura 14: Variação espacial e da turbidez no trecho em estudo.

valores acima do permitido no Rio Meia Ponte, entre 51,00 uH e 211,70 uH. A cor aparente (c) apresentou tendência de crescimento ao longo do trecho, onde há acumulação de materiais em suspensão, a medida que o Rio percorre o perímetro urbano, corroborando com os resultados de Mendonça (2007) com números entre 136,00 uH e 488,30 uH.



(b)



(c)

Figura 15: Variação espacial (a) e em função da vazão (b) da cor verdadeira e aparente (c) no trecho em estudo.

A cor verdadeira apresentou algumas oscilações, sendo que os menores valores ocorrem em vazões também menores, **Figura 15 (b)**, e que ao longo do trecho, **Figura 15 (a)**, indicam poluição de acordo com a legislação brasileira para águas doces classe 2 (BRASIL, 2005), que limita até 75 (uH). Mendonça (2007) ao analisar a cor verdadeira também constatou valores acima do permitido no Rio Meia Ponte, entre 51,00 uH e 211,70 uH. A cor aparente (c) apresentou tendência de crescimento ao longo do trecho, onde há acumulação de materiais em suspensão, a medida que

o Rio percorre o perímetro urbano, corroborando com os resultados de Mendonça (2007) com números entre 136,00 uH e 488,30 uH.

A cor aparente sempre é maior que a cor verdadeira, pela maior quantidade de matéria em suspensão presente na água ao realizar a análise. Essa tendência é demonstrada na **Figura 16** em forma de porcentagem. A cor verdadeira representa em média de 40% a 60% da cor aparente, portanto, esta última é influenciada pela presença dos sólidos em suspensão.

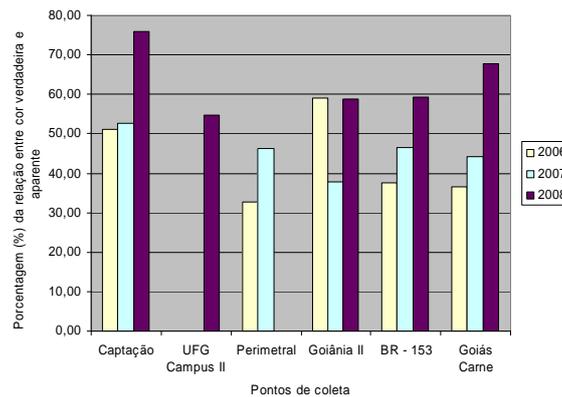
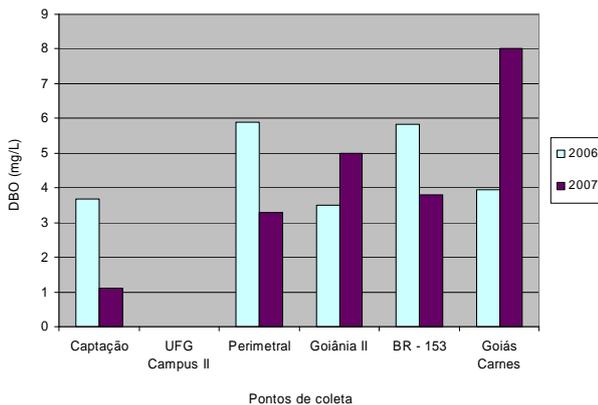


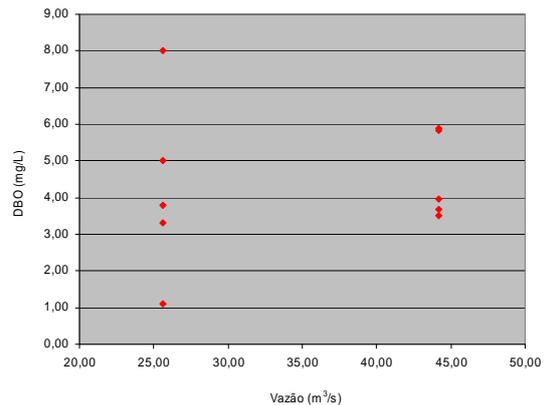
Figura 16 – Percentual (%) da relação entre cor verdadeira e cor aparente.

A DBO₅ (**Figura 17**) apresenta tendência de aumento a medida que o rio atravessa área urbana. Na maior parte dos pontos e anos de coleta os níveis estão acima do adequado, máximo 5 mg/L de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2005). As contaminações aumentam principalmente no trecho mais urbanizado

(a), pelo acúmulo de matéria orgânica. Com o aumento da vazão (b) a DBO diminui pela diluição desses materiais. Estes dados ao serem comparados com Mendonça (2005) estão bastante elevados, entre 2,30 mg/L a 13,10 mg/L.



(a)



(b)

Figura 17: Variação espacial (a) e em função da vazão (b) da DBO no trecho em estudo.

Os valores de DQO também aumentaram (**Figura 18**) ao longo da parte analisada do rio, corroborando com os dados de DBO. No rio Meia Ponte, os dados de DQO atingiram entre 16,00 a 264,00

mg/L.

Cerca de 30% da matéria orgânica é degradada em 5 dias de incubação o que indica a presença de resíduos de fácil biodegradação.

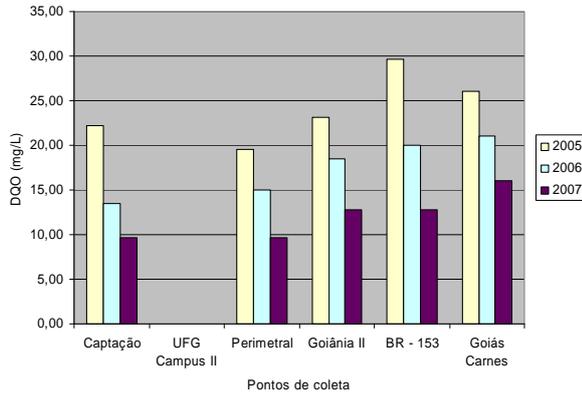


Figura 18: Variação espacial e da DQO no trecho em estudo.

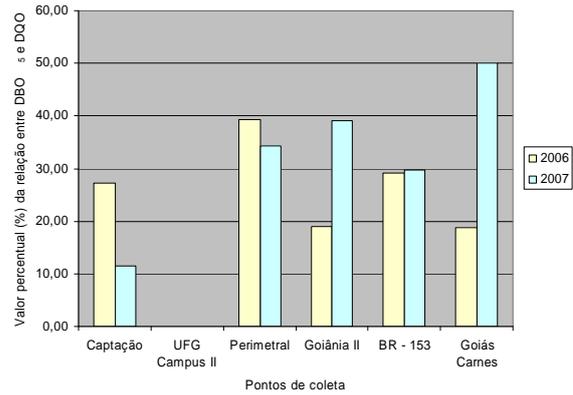


Figura 19: Relação DBO₅/DQO dos valores obtidos no trecho de estudo.

A **Figura 20** apresenta os valores de OD, que tendem a declinar ao longo do percurso do Rio, onde há maior consumo deste elemento nos processos de oxidação. Alguns destes valores estão abaixo do mínimo exigido pela legislação, de 5 mg/L. Ainda corroboram com os dados de Mendonça (2007) que constatou que a faixa de concentração no rio Meia Ponte permaneceu entre 2,2 mg/L a 7,0 mg/L.

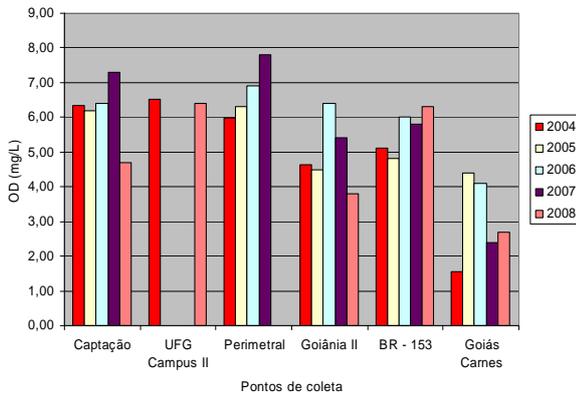


Figura 20: Variação espacial e do OD no trecho em estudo

O parâmetro óleos e graxas (**Figura 21**) apresenta a tendência de aumento ao longo do trecho de estudo do Meia Ponte, onde deve estar ausente, de acordo com a legislação vigente e é relacionado ao consumo de OD.

Ao longo do trecho em estudo no rio Meia Ponte as concentrações de fósforo total aumentaram chegando ultrapassar o valor máximo 0,1 mg/L, determinado pela legislação CONAMA (BRASIL, 2005), por um acúmulo de matéria orgânica (**Figura 22**).

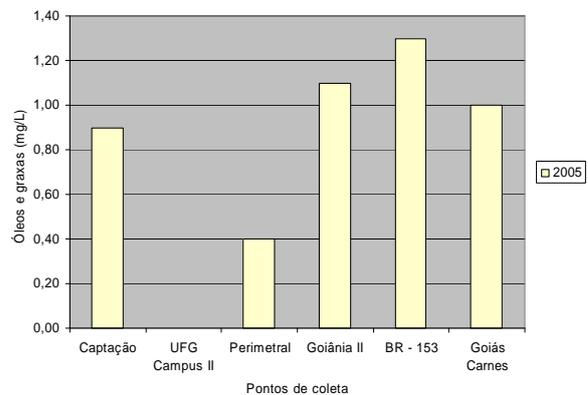


Figura 21: Variação espacial e de óleos e graxas no trecho em estudo.

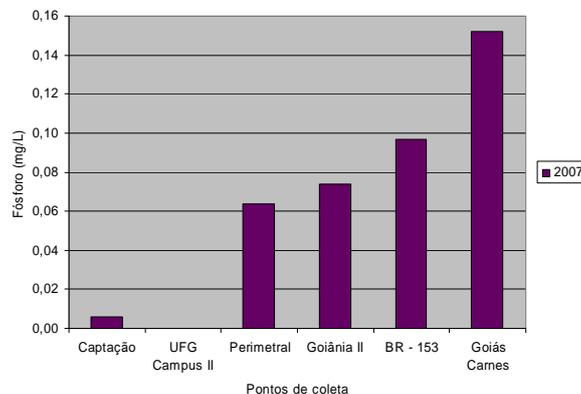


Figura 22: Variação espacial e do fósforo no trecho em estudo.

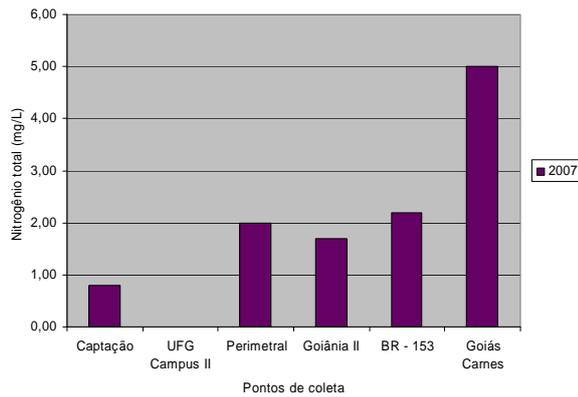
A **Figura 23** representa as concentrações de compostos nitrogenados. Os índices de nitrogênio total (a), nitrogênio inorgânico (b), nitrogênio amoniacal (c), nitrito (d), nitrato (e), aumentaram ao longo do trecho de estudo. Este elemento está relacionado à composição protéica de matéria orgânica, que se decompõe aumentando as concentrações de amônia na água que por sua vez nos processos de nitrificação aumenta nitrito e nitrato.

A presença de nitrogênio amoniacal (c) está um pouco acima do limite estabelecido de 2,0 mg/L N,

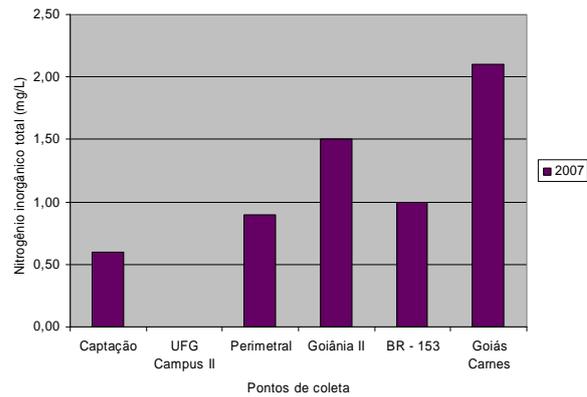
para $7,5 < \text{pH} < 8,0$ em água doce classe 2.

Este parâmetro indica poluição recente por dejetos de origem animal e vegetal, sendo prejudicial à saúde humana e de microorganismos.

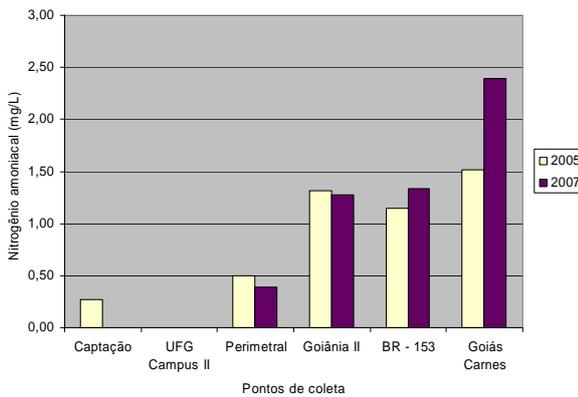
O nitrito (d) foi encontrado em baixos valores, exceto no ano de 2005 no ponto 6 (Frigorífico Goiás Carne), sendo o exigido pela legislação de 1,0 mg/L N, que indica ambiente oxigenado, (ESTEVES, 1998). Os nitratos (e) não se encontram acima do máximo estabelecido pela legislação (BRASIL, 2005) que é 10 mg/L N.



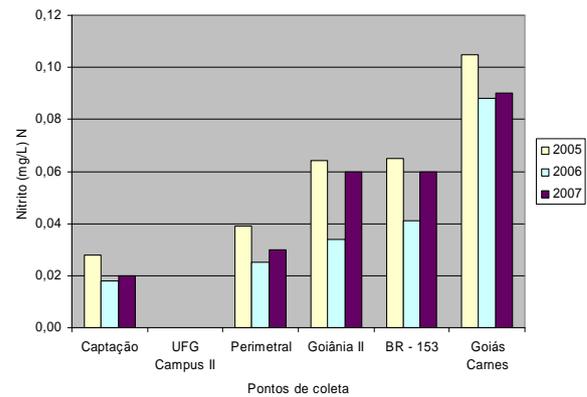
(a)



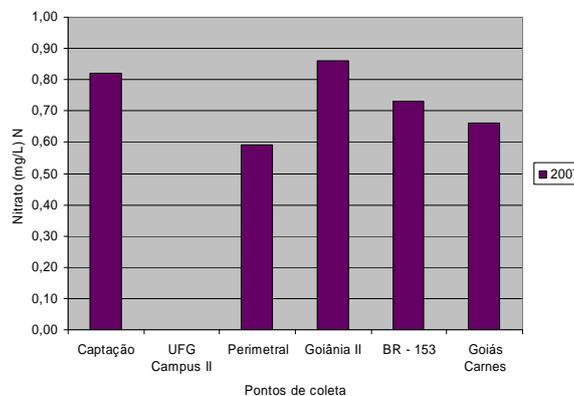
(b)



(c)



(d)



(e)

Figura 23: Variação espacial e do nitrogênio total (a), nitrogênio inorgânico (b), nitrogênio amoniacal (c), nitrito (d), nitrato (e) no trecho em estudo.

A temperatura na **Figura 24** não apresentou tendência, mas permaneceu em uma faixa de valores favoráveis a vida aquática entre 19,6 e 27,1 °C, que

corroborar com os dados analisados por Brandelero (2008) no Rio Meia Ponte, que ficaram entre 18,3°C e 25,1°C.

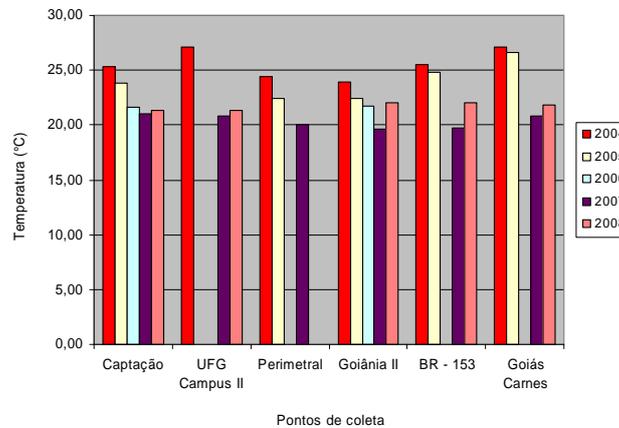


Figura 24: Variação espacial e de cloretos no trecho de estudo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Meia Ponte é uma das principais do Estado de Goiás, pela quantidade de municípios que banha. Uma parte de sua extensão é ocupada pelo município de Goiânia, capital estadual que concentra mais de um milhão de habitantes. Esse agrupamento populacional acarreta problemas de poluição, pois a cidade não é totalmente contemplada com serviços de coleta de esgoto. Conseqüentemente efluentes domésticos e industriais são lançados, no Rio em questão. Além disso, também existem algumas vias de transição de veículos automotores, que acidentalmente podem fazer o lançamento de poluentes, no corpo hídrico, como óleos e graxas, por acidente.

As análises deste trabalho permitem a apreciação da situação real do rio Meia Ponte. Estas foram realizadas entre os anos de 2004 e 2008, apresentando as seguintes faixas de dados: alcalinidade (38,00 a 110,81 mg/L), cloretos (1,50 a 11,50 mg/L), condutividade (98,30 a 190,00 uS/cm), cor aparente (114,00 a 550,00 uH), cor verdadeira (78,00 a 163,00 uH), DBO - demanda bioquímica de oxigênio - (1,10 a 8,00 mg/L), DQO - demanda química de oxigênio - (9,60 a 29,60 mg/L), dureza (34,00 a 63,00 mg/L), ferro (0,36 a 1,73 mg/L), fósforo (0,01 a 0,15 mg/L), nitrato (0,59 a 0,86 mg/L), nitrito (0,02 a 0,11 mg/L), nitrogênio amoniacal (0,27 a 2,39 mg/L), nitrogênio inorgânico total (0,60 a 2,10 mg/L), nitrogênio total (0,80 a 5,00 mg/L), OD (oxigênio dissolvido) (1,54 a 7,80 mg/L), pH (potencial hidrogênico) (6,70 a 7,99 mg/L), turbidez (14,30 a 93,70 UNT), óleos e graxas (0,40 a 1,30 mg/L), temperatura (19,60 a 27,10 °C).

Múltiplos parâmetros não foram aferidos durante os anos de 2004 a 2008; do Ponto de coleta 1 ao Ponto de coleta 6, mas sabe-se da tendência de parâmetros fora do padrão adequado para águas doces

classe 2, por dados já obtidos. Os dados de vazão foram relacionados com alguns dos parâmetros analisados que apresentaram tendência de aumentar ou diminuir. A alcalinidade e a dureza diminuíram com o aumento da vazão por diluição. Ao contrário a cor verdadeira e a DBO aumentaram com a maior vazão, pois esta concentra os sólidos na água. Na junção dos dados de vazão e parâmetro físico-químico, observa-se nas tendências a influência que o primeiro possui sobre o segundo.

A condutividade, cor verdadeira, DBO, OD, óleos e graxas, fósforo, nitrito, nitrogênio amoniacal - estão fora do padrão exigido para água doce (classe 2) pelo CONAMA, Resolução 357 (BRASIL, 2005). Esta situação é devida a efeitos da antropização do trecho estudado, que ao longo de seu eixo recebe inúmeros efluentes domésticos e industriais. Essas alterações acarretam problemas de sobrevivência e contaminação aos seres vivos aquáticos, aos que se desidratam e também ao abastecimento público.

As análises do início do trecho de estudo (Captação de água de Goiânia) demonstram-se menos poluídas por estar à montante do perímetro urbano. A qualidade da água piora nos pontos a jusante, principalmente no Frigorífico Goiás Carnes, que é o último ponto do trecho e que representa a poluição da extensão percorrida pelo rio. Os dados obtidos da qualidade da água do Alto Curso do rio Meia Ponte são coerentes ou corroboram com os de outros autores citados.

A poluição antrópica é bastante marcante, podendo causar desequilíbrios ambientais irreversíveis, e seu acontecimento depende das atitudes do homem, que podem ser evitadas. Contudo as necessidades da sociedade moderna, de pensamentos arcaicos, realizam produções industriais e atitudes ainda bastante poluidoras. A mudança de hábitos tem sido bastante enfatizada, por sua necessidade e a sociedade tem

tentado se adaptar para uma vida melhor.

Os valores de parâmetros fora do padrão exigido pela legislação, não são determinados apenas por fatores antrópicos, mas também por outros naturais, sendo um tipo de poluição. Isso é decorrente de componentes da natureza e eventos que nela ocorrem, que podem causar algum tipo de alteração. A esfoliação de rochas por ação da água é um dos meios naturais de se acrescentar alguns compostos químicos no meio aquático de forma natural, o que pode ter influenciado nos resultados de alguns parâmetros analisados.

Diante da condição de degradação exposta sobre o rio Meia Ponte propõe-se uma ampliação da rede de coleta de esgoto mais abrangente para a cidade de Goiânia, tratamento mais completo na ETE (Estação de Tratamento de Esgoto), maior fiscalização no lançamento de efluentes, trabalho de educação ambiental com a população e maior periodicidade de coletas de amostras de água e suas análises, possibilitando dados mais consistentes e que sirvam de subsídio para o poder público em benefício da população.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. Valdirene; FREIRE, G. Santander Sá. **Análise ambiental e de uso e ocupação da área de proteção ambiental do estuário do Rio Ceará, Fortaleza – Ceará.** Revista de Geologia, Ceará, Vol. 21, n. 1, p.7-19, abri. 2008.
- BRANDELERO, Suzi Mari. **Quantificação de parâmetros cinéticos de nitrogênio e oxigênio em águas superficiais para aplicação em modelos matemáticos de qualidade da água. Estudo de caso: Rio Meia Ponte, Goiás.** Goiânia. 2008. 131 p. Dissertação (Mestrado) – PPGEMA – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357.** Brasília, 2005.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento. **Gestão de águas pluviais urbanas: saneamento para todos/ TUCCI, Carlos E. M.** Brasília, 2006. 194 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. **Qualidade das águas superficiais,** Brasília, 2006. Disponível em: < <http://conjuntura.ana.gov.br/> >. Acesso em: 29 set. 2009.
- CETESB (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Variáveis de qualidade das águas,** São Paulo, 2001. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#condutividade> >. Acesso em: 22 mai. 2009.
- O POPULAR. **Missão ambiental.** Goiânia 11 mai. 2009. Opinião. Disponível em: < <http://www.opopular.com.br/antiores/11mai2009/opiniao/editorial.htm> >. Acesso em: 22 jul. 2009.
- ESTEVES, Francisco de. **Fundamentos de Limnologia.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- FERMIANI, E. A.; RODRIGUES, M. B.; LOSS, E. **Estimativa da eficiência de tratamento de efluentes oriundo de agroindústria de beneficiamento de milho. Synergismus scyentifica** UTFPR, Pato Branco, 01 (1,2,3,4): 349-357.
- FREITAS, B. F.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública,** Rio de Janeiro, v.17, n. 3, p. 651-660, jun. 2001.
- GOIÁS. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Programa Meia Ponte Rio por inteiro. **Gerência executiva de recuperação do Rio Meia Ponte.** Disponível em: < http://www.semarh.goias.gov.br/arquivos_main/gemp/inicio/prog_rio_por_inteiro.pdf >. Acesso em: 21 ago. 2009.
- GOOGLE EARTH. **Image GeoEye. MapLink/Tele Atlas.** Disponível em: < <http://earth.google.com/> >. Acesso em: 21 ago. 2009.
- FIALHO, Afonso Perereira. **Caracterização das fontes poluidoras levantadas na área da bacia do Alto Meia Ponte.** Goiânia, 2003.
- MENDONÇA, Bruna Craveiro de Sá. **Variabilidade dos processos de autodepuração biológica do Rio Meia Ponte, Goiás, Brasil.** Goiânia. 2007. 93 p. Dissertação (Mestrado) – PPGEMA - Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.
- RUBIN, J. C. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; SAAD, A. R.; BRITO, G. S. Amostragem dos depósitos tecnogênicos associados ao rio Meia Ponte na área urbana de Goiânia – GO. **Revista Brasileira de Geomorfologia,** Goiânia, v.9, n.2, p.3-14, 2008
- SIQUEIRA, Eduardo Queija. **Aplicação do Modelo de Qualidade de Água (QUALZE) na modelação de oxigênio dissolvido no Rio Meia Ponte (GO).** São Carlos, 1996. 90p. Dissertação (Mestrado) - SHS - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.

SANEAMENTO DE GOIÁS S/A. **Relatório**: repovoamento da vida aquática no Rio Meia Ponte. Goiânia, 2009. 3 p.