



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



# **LEVANTAMENTO DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) DISSOLVIDO NOS CORPOS DE ÁGUA SUPERFICIAIS NA ÁREA DO INPE-CACHOEIRA PAULISTA**

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

(PIBIC/CNPq/INPE)

Vanessa Daniéle Tomé (Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP, Bolsista  
PIBIC/CNPq)

E-mail: [vanessa\\_dtomeh@hotmail.com](mailto:vanessa_dtomeh@hotmail.com)

---

Dra. Maria Cristina Forti (CST/ INEP, Orientador)

E-mail: [cristina.forti@inpe.br](mailto:cristina.forti@inpe.br)

---

COLABORADORA

Roberta Lee Maciviero Alcaide (Bolsista PCI/DTI/CST)

**Julho de 2013**

## 1. Resumo do plano inicial de trabalho

A histórica ocupação do solo na região de Mata Atlântica, com especial intensidade espacial e temporal durante os últimos 150 anos, determinou alterações na estrutura dos ecossistemas originais desta região, degradando áreas riquíssimas em biodiversidade e outros recursos naturais (Galvão & Medeiros, 2002). De forma geral, a urbanização, agricultura, industrialização e outras atividades antrópicas impactam regionalmente os naturais, alterando dinâmicas e serviços ecossistêmicos, processos que afetam em diferentes níveis distintas unidades da paisagem. Com isso o monitoramento dos efeitos das mudanças no uso e ocupação do solo, e a consequente modelagem de seus efeitos, devem ser feitos com base em uma caracterização detalhada da paisagem considerando seus componentes físicos, bióticos e antrópicos. Assim, identificar ecossistemas e suas dinâmicas em áreas delimitadas, como bacias de drenagem, por exemplo, permite analisar as variáveis ambientais em um contexto multidimensional. Os rios, ao mesmo tempo em que são sistemas ecológicos complexos, refletem a dinâmica que ocorre em sua bacia de drenagem (Richey, 1981, Martinelli et al, 1999). Nas últimas décadas, criou-se o conceito de gerenciamento de bacias hidrográficas, entretanto é necessário incorporar-se aos métodos de gerenciamento de bacias hidrográficas estudos específicos sobre a estrutura e o funcionamento de rios e de suas bacias de drenagem.

Em função das mudanças de cobertura do solo, há necessidade de monitorar a qualidade da água no ambiente, para tal, algumas técnicas de análise são normalmente utilizadas, como: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), óleos graxas, fenóis, sólidos sedimentáveis, etc. Uma técnica frequentemente utilizada para monitorar a matéria orgânica é a determinação do carbono orgânico total (COT).

No campus do INPE, em Cachoeira Paulista, as edificações ocupam pequena proporção da área, a qual é coberta por ampla superfície de vegetação em recomposição, plantações de espécies lenhosas exóticas de diferentes idades, além de áreas degradadas devido principalmente à pecuária realizada por antigos proprietários e por incêndios ocorridos eventualmente na região. Nessa área, será implantado em breve um projeto de recuperação da cobertura vegetal em uma bacia hidrográfica. Entretanto, é importante realizar um estudo sobre a qualidade das águas superficiais na área como um todo, antes

da escolha da bacia a ser recuperada. Com base nessa premissa, é pertinente estudar o carbono total em solução nessas águas.

Propõe-se aqui um projeto para estudar o carbono total e em solução nas águas superficiais do INPE Cachoeira Paulista. O trabalho envolverá a coleta, preparação, preservação e análise de amostras de águas de riachos. Neste trabalho serão implantados os protocolos analíticos para a dosagem do carbono total e em solução utilizando-se um equipamento (Shimadzu TOC – VCPH/CPN) disponível no LAQUATEC.

Finalmente será efetuado um mapa da distribuição das concentrações de carbono nos diferentes corpos de água examinados subsidiando-se assim a escolha de uma bacia hidrográfica para aprofundamento dos estudos.

## **2. Resumo do trabalho realizado**

No campus do INPE, em Cachoeira Paulista-SP, existem áreas degradadas devido à prática pecuária, e incêndios causados pelos antigos proprietários. Estas atividades antrópicas causaram alterações na dinâmica do ecossistema desta região. Com isto surgiu à necessidade de se implantar um projeto de recuperação da cobertura vegetal no entorno dos corpos de água presentes no campus. Por esta razão, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo da qualidade da água em torno das regiões mais afetadas, e assim auxiliar na escolha das áreas a serem recuperadas, com os dados obtidos será realizada uma comparação entre as composições químicas antes e após o início do projeto. Além desse estudo, foi realizado também um estudo sobre a variabilidade da composição química da água de poço campus do INPE em São José dos Campos em diferentes pontos de tomadas dessas águas. Na estação seca de 2012 foram coletadas amostras de água de dois lagos, ao longo do perfil de profundidade, e duas amostras superficiais de um riacho, e, na estação chuvosa de 2012 e 2013 foram repetidas as coletas da estação chuvosa de 2012 acrescidas da amostragem de um terceiro lago, no campus do INPE em Cachoeira Paulista. No campus de INPE de São José dos Campos-SP em de janeiro e dezembro de 2012, também foram coletadas amostras de água subterrâneas. Essas amostras foram transportadas para o Laboratório de Aerossóis, Soluções Aquosas e Tecnologias (LAPBio/LAQUATEC), onde foram tratadas e analisadas. Foram determinadas as concentrações de carbono inorgânico (CI), carbono orgânico total (COT), e nitrogênio total (NT), utilizando um analisador de carbono; para

os cátions e ânions maiores, utilizou-se cromatografia a líquido de íons; a matéria orgânica foi determinada por calcinação e a alcalinidade, através da Titulação de Gran. A partir dos resultados observou-se que, na estação chuvosa, a variação da concentração do NPOC é grande, devido à diluição da água. O CI, na estação seca, apresenta valores de concentração relativamente altos nas águas do riacho devido à baixa vazão. Entretanto, não foi observada variação significativa na concentração de NT, nos dois períodos estudados.

### **3. Materiais e Métodos.**

Neste item são apresentados os pontos e as datas das coletas, os procedimentos de coleta, preparação e análises químicas das amostras coletadas.

#### **3.1 Coleta de águas superficiais**

As coletas realizadas no INPE de Cachoeira Paulista, nos períodos chuvoso e seco de 2012, são referentes às amostras de águas superficiais, amostradas em um riacho (Figura 1,a, b) e em dois lagos deste campus. As amostras do riacho CPR1P1(Figura 1,a) e CPR1P2(Figura 1, b) foram coletadas seguindo a calha do rio de montante a jusante (“atitude 540, sul 22° 41’36” e 45° 00’ 45” 8 oeste ). Em relação aos outros dois pontos de coleta, o lago 1 (Figura1,c). apresenta as seguintes coordenadas: 22° 41’ 37”5 sul e 45° 00’ 45” oeste, com altitude de 553 m, e suas amostras receberam seguintes identificações: CPL1S, CPL1P1, CPL1P2, CPL1P3. Já o lago 2 (Figura1,d). encontra-se nas proximidades do prédio da administração (atitude: 572 m; coordenadas: 22°41’05” sul e 44°59’36” oeste) e suas amostras foram codificadas com as seguintes identificações: CPL2S, CPL2P1, CPL2P2, CPL2P3 e CPL2P4. Estas codificações seguem primeiramente o campus da coleta (CP), seguido pelo ponto de coleta, podendo ser o riacho (R) ou o lago (LG), e por fim a profundidade, que pode ser superfície (S), um metro , dois metros, e etc.



a) Primeiro ponto de coleta Riacho



b) Segundo ponto de coleta Riacho



c) Lago 1



d) Lago 2

Figura 1- Pontos de coleta de águas superficiais no campus do INPE de Cachoeira Paulista (Fonte: Tomé, 2011)

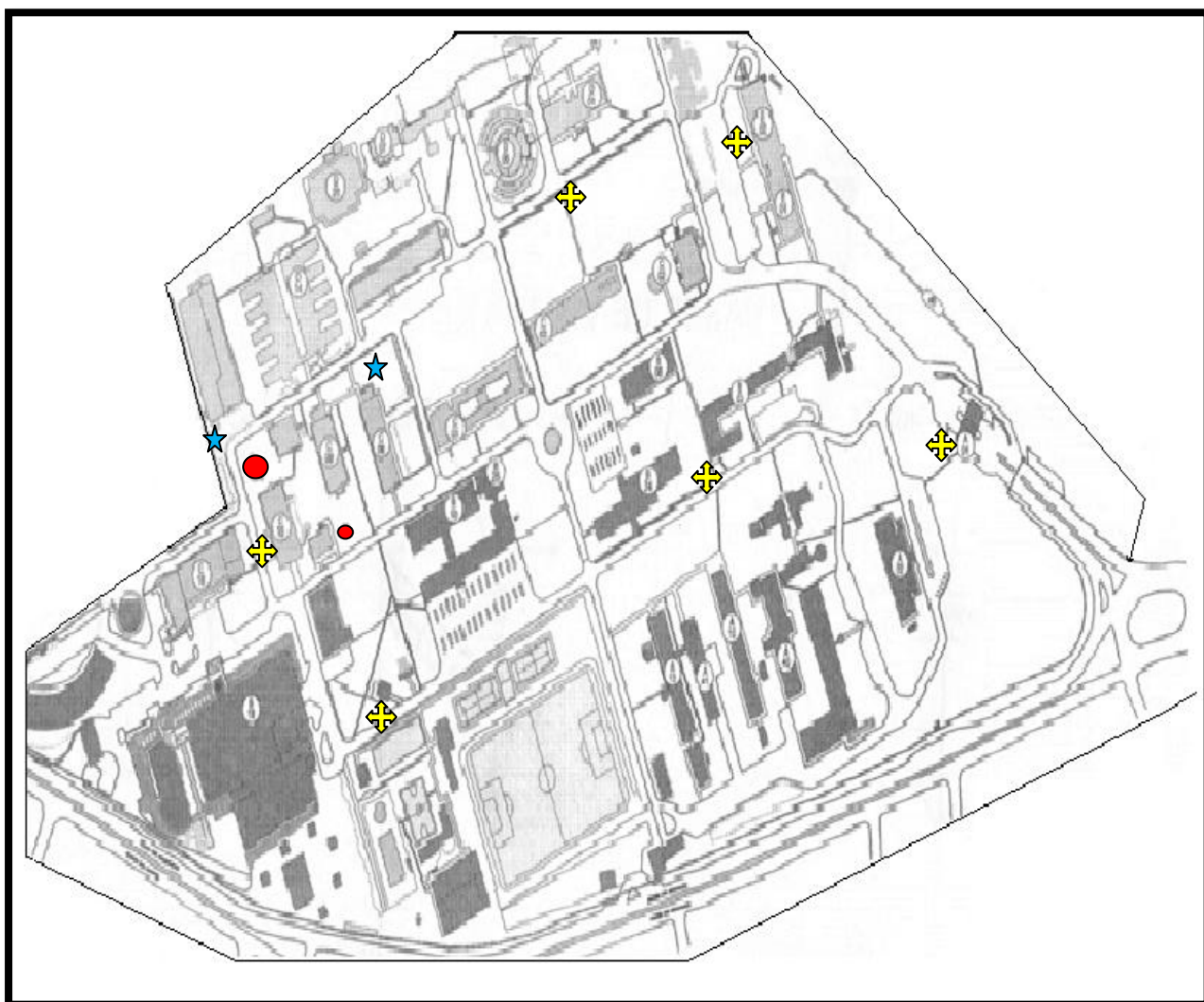
### 3.2 Coleta de águas subterrâneas

As amostras de águas subterrâneas, coletadas nos períodos chuvoso e seco de 2012 no campus do INPE de São José dos Campos, são referentes a dois poços que alimentam duas caixas d'água, que realizam a distribuição para torneiras (Figura 2).

Uma caixa é responsável pela sedimentação e outra pela distribuição da água para todo o campus, sendo assim foram selecionadas seis torneiras para amostragem, com o intuito de verificar a qualidade da água em diversos pontos.

O primeiro poço (PC1) está localizado próximo ao prédio do Circuito Impresso e o segundo poço (PC2), antes do prédio Beta. A caixa d'água CX1 encontra-se ao lado do prédio do circuito impresso (com coordenadas: 23°12'41,3" sul e 45°51'32,6" oeste), e a caixa d'água CX2 localiza-se atrás do prédio do Circuito Impresso (com coordenadas:

23°12'38,7" sul e 45°51'32,5" oeste). Também foram coletadas amostras em vários pontos de distribuição, sendo eles: torneira T1, em frente ao prédio do Circuito Impresso (coordenadas: 23°12'40,8" sul e 45°51'31,6" oeste); torneira T2, em frente à Biblioteca (23°12'33,8" sul e 45°51'39,4" oeste); torneira T3, atrás do restaurante (23°12'33,3" sul e 45°51'42,9" oeste); torneira T4, próxima à portaria principal (23°12'25,9" sul e 45°51'39,2" oeste); torneira T5, em frente ao posto do Banco do Brasil (23°12'30,7" sul e 45°51'36,9" oeste) e por fim a torneira T6, na ADC (23°12'36,7" sul e 45°51'30,0" oeste).



Legenda: ★ Poço

● Caixa d'água

✚ Torneiras

Figura 2: Pontos de coleta no Campus – INPE São José dos Campos

### **3.3 Método de Coleta**

Na coleta das amostras do riacho (CPR1P1 e CPR1P2) e nas superfícies dos lagos (CPL1S e CPL2S) foram realizados os mesmos procedimentos de coleta, onde as amostras foram coletadas em garrafas de polietileno de 250 ml, com suas devidas identificações.

Primeiramente, com a utilização de um béquer de plástico, foi coletada uma alíquota da amostra e medida a temperatura, posteriormente o frasco de amostragem foi lavado com uma pequena alíquota de amostra e, preenchido até a borda e lacrado, isto para diminuir a quantidade de ar no recipiente.

O mesmo procedimento de coleta foi realizado para os dois lagos. Com a auxílio de um barco coletou-se amostras no centro do lago, através de uma garrafa de Van Dorn, na qual foram coletadas alíquota dessas amostras. Em seguida, com uma sonda multi parâmetro Horiba U-51 posicionada na mesma profundidade de cada coleta, foram medidos os seguintes parâmetros: pH; potencial de oxirredução; condutividade elétrica; oxigênio dissolvido; sólidos dissolvidos totais e temperatura. Todas as amostras foram transportadas do INPE de Cachoeira Paulista para o LAQUATEC localizado no INPE de São José dos Campos – SP, envolvidas em sacolas plásticas pretas para proteger da incidência de luz e sob refrigeração. Isto para preservar as características físicas, químicas e biológicas das amostras em curto prazo (menos que 24 horas).

Para a coleta de águas subterrâneas do INPE de São José dos Campos, o procedimento de coleta foi igual à coleta realizada no riacho.

### **3.4 Preparação das amostras**

As amostras de água superficial e subterrâneas foram divididas em três alíquotas, as quais receberam tratamentos diferentes de acordo com cada tipo de análise a ser realizada. A primeira alíquota foi separada para a medição da alcalinidade; a segunda alíquota foi separada para as análises de matéria orgânica total, carbono orgânico total e nitrogênio total, sendo filtrada em filtros de fibra de vidro, previamente calcinados. A última alíquota foi filtrada em membranas de acetato de celulose para as análises de íons (cátions e ânions) utilizando-se a técnica de cromatografia a líquido de íons.

### **3.4.1 Filtração das amostras**

A filtração das alíquotas destinadas à dosagem de carbono foi realizada utilizando-se filtro de fibra de vidro tipo GF/F que tem diâmetro médio de poro de 0,7  $\mu\text{m}$ , previamente calcinado, utilizando-se uma seringa de 10 ml, sendo filtrados 40 ml de amostra. Após a filtração, o filtro utilizado foi armazenado em placas de petri contendo a identificação da amostra filtrada, para posterior determinação matéria orgânica por método gravimétrico. Este procedimento foi empregado na preparação de todas as amostras coletadas.

As alíquotas destinadas à análise de cátions e de ânions foram filtradas da mesma forma que as anteriores, com a diferença que a membrana utilizada para a filtração foi a de acetato de celulose (0,22  $\mu\text{m}$ ) e as alíquotas de cerca de 30 ml foram armazenadas em frascos de polietileno.

### **3.4.2 Análises das amostras.**

A caracterização química das amostras foi realizada através de quatro procedimentos de análises, descrito em detalhes nos relatórios anteriores, que são a quantificação de matéria orgânica (MO) por gravimetria, da alcalinidade através da Titulação de Gran, dos cátions e ânions maiores através de cromatografia a líquido de íons (850 Professional IC, da Metrohm), do nitrogênio total (TN), carbono inorgânico (IC) e carbono orgânico total (COT) utilizando um analisador de carbono e nitrogênio (TOC-Vcpn, da Shimadzu).

### **3.4.3 Alcalinidade**

Alíquotas de cerca de 50 ml foram tituladas usando como titulante uma solução de 0,02 N de ácido sulfúrico, adicionando-se 50  $\mu\text{L}$  deste ácido e anotando a variação do pH da amostra, até atingir o valor de aproximadamente 3,60. A partir desses valores, foi construída uma função de Gran e, a partir desta, calculada a alcalinidade.

### **3.4.4 Análise de MO**

Os filtros usados na filtração foram levados para o dessecador para retirar sua umidade e pesados na balança analítica Shimadzu modelo AUW220D, em seguida calcinados em mufla a 450  $^{\circ}\text{C}$  durante quatro horas para eliminar toda a matéria orgânica presente na amostra; em seguida os filtros foram novamente colocados no dessecador para esfriar e pesados na balança analítica. A partir da diferença da massa



dos filtros, antes e depois da calcinação foi determinada a concentração de matéria orgânica (MO) em cada amostra.

### 3.4.5 Análise de NPOC, IC e TOC

O NPOC (carbono orgânico não purgável), TN (nitrogênio total) e IC (carbono inorgânico) em solução, foram determinados nas amostras filtradas em filtros de fibra de vidro, utilizando o analisador de carbono TOC-Vcpn da Shimadzu (Figura 3), através do método direto.



Figura 3 - Shimadzu TOC-Vcpn. (Fonte: Shimadzu, 2011)

Para se determinar este COT primeiramente ocorre a separação do carbono orgânico purgável do não-purgável, partindo da concentração do carbono total (TC), como mostrado na Figura 4.

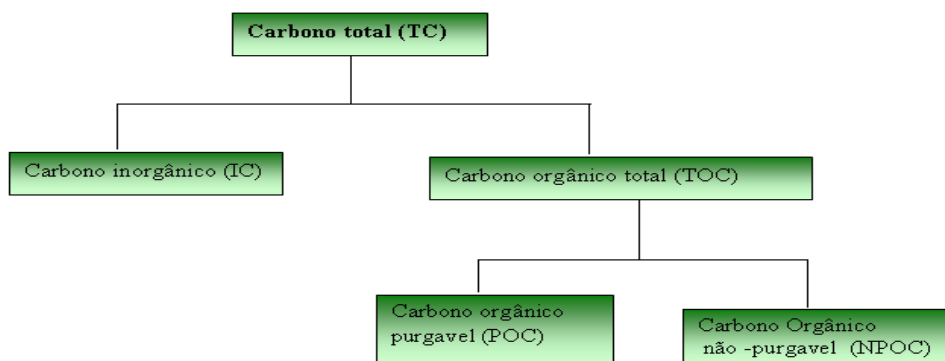


Figura 4 - Fluxograma de análise. (Fonte: Vanessa, 2011)

O método de análise a ser utilizado é o método direto, que consiste na quantificação do carbono orgânico não purgável/volátil (NPOC), relacionando-o com a concentração de TOC, através de três etapas a seguir.

#### **Etapa 1: Acidificação com *sparging*.**

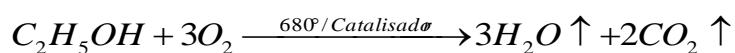
A amostra é succionada por uma agulha de dentro do vial posicionado no amostrador automático e é injetada na seringa dentro do equipamento de COT. Nesta

seringa existem válvulas que controlam a entrada da amostra, ácido e água de diluição e saída da amostra para o forno de combustão e para o NDIR. Dentro da seringa, ocorre a adição do HCl na amostra através de uma técnica de borrifamento (sparging), onde o ácido reage com o carbonato liberando o, carbono inorgânico sob a forma de CO<sub>2</sub> da amostra.



## Etapa 2: Combustão catalítica

O NPOC é o carbono que permanece na solução (após a remoção do IC), segue para um tubo de combustão catalítica a 680° C, usando a Platina como catalisador. Para fornecer o NPOC na forma de CO<sub>2</sub> gasoso.



Este CO<sub>2</sub> (NPOC) é levado a um desumidificador e purificador de halogênio (scrubber), que além de resfriar e extrair a umidade também realiza a purificação deste gás removendo as impurezas.

Na Figura 5 apresenta-se a etapa em que as amostras são submetidas à combustão catalítica de alta temperatura, dentro de um forno encontra-se o tubo de combustão com os catalisadores de Platina, representado na figura como bolinhas roxas, que servem para fornecer o NPOC na forma de CO<sub>2</sub> gasoso, que segue para desumidificador e purificador de halogênio, que irá resfriar e purificar este gás.

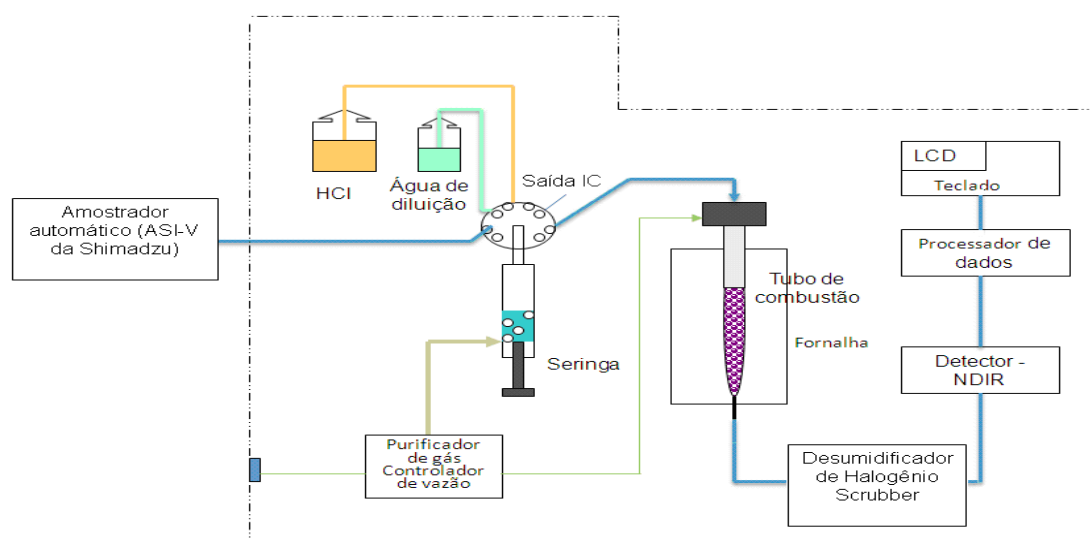


Figura 5 – Diagrama do princípio de funcionamento do COT. (Fonte: Shimadzu, 2011)

### **Etapa 3: Detecção (quantificação da concentração de NPOC).**

O NPOC na forma de CO<sub>2</sub> gasoso é direcionado para dentro da célula do detector NDIR, onde ocorre a adsorção de luz infravermelha. Geralmente o sinal específico do CO<sub>2</sub> é de 4,26 µm. Este sinal de detecção é medido em função do tempo que o gás flui pelo detector, resultando em picos. A área deste pico é proporcional à concentração de CO<sub>2</sub>, ou seja, de NPOC presente na amostra (considerando que as concentrações de NPOC e de TC, são iguais devido ao método direto). Na Figura 7 apresenta-se o diagrama destas etapas, partindo do amostrador automático até a apresentação dos resultados.

Antes de iniciar as análises do carbono, foi realizada a calibração do equipamento utilizando-se padrões secundários para elaboração de uma curva de calibração e depois, o método foi validado através da análise de amostras certificadas. Foram colocados no amostrador automático os vials contendo as amostras filtradas em vidros de vibra de vidro, os padrões secundários de NPOC de concentrações 5, 2,5 e 1 ppm e por fim um vial com água destilada. Em seguida foi programada a análise de NPOC no Shimadzu TOC-Vcpn, isto para quantificar o carbono orgânico dissolvido nas amostras. Da mesma forma foi realizada as análises de Carbono Inorgânico (IC) presente nas amostras utilizando padrões secundários de IC nas concentrações de 1, 2,5, 5 e 10 ppm e depois analisado o Nitrogênio Total (TN) com padrões secundários de 1, 2,5, 5 e 10 ppm de TN.

#### **3.4.6 Análise no Cromatógrafo a líquido de íons (IC)**

Os cátions e ânions em solução foram dosados nas amostras filtradas em filtro de acetato de celulose utilizando o cromatógrafo a líquido de íons da marca Metrohm modelo 850 Professional IC. Assim como na análise do TOC, as amostras filtradas no acetato de celulose são colocadas em vials e depois no amostrador automática do Cromatógrafo a líquido, juntamente com seus respectivos padrões para então iniciar as análises. Os valores obtidos foram usados para calcular eletroneutralidade em porcentagem (EN %), através da equação (1) abaixo, considerando a alcalinidade a somatória dos ânions:

$$EN = \frac{\sum \text{de cátions} + \sum \text{de ânions}}{\sum \text{de cátions} - \sum \text{de ânions}} \quad (1)$$

#### 4. Resultados Preliminares.

Na tabela 1 são apresentados os resultados dos valores de pH, temperatura e alcalinidade, da matéria orgânica (MO), das concentrações de NPOC, IC e TN, cátions e ânions maiores e a porcentagem de eletronegatividade referentes às amostras do riacho do INPE/Cachoeira Paulista no período seco e chuvoso. O ponto 1 do riacho está localizado à montante da ponte como descrito anteriormente, e conseqüentemente o ponto 2 refere-se às coletas à jusante da ponte.

Tabela 1. Valores de pH, temperatura (°C) e alcalinidade ( $\mu\text{Eq.L}^{-1}$ ), concentração de matéria orgânica (MO,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), carbono inorgânico (IC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio total (TN  $\text{mg.L}^{-1}$ ), para o período seco e chuvoso, seguindo o fluxo do riacho do ponto montante (R1P1) para o ponto jusante (R2P2) da ponte do riacho do INPE-Cachoeira Paulista.

Amostra	R1P1		R1P2	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
<b>Período</b>				
<b>Data</b>	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12
<b>Ponto</b>	Superfície		Superfície	
<b>Temp. °C</b>	28,90	29,00	28,80	29,00
<b>pH (Lab.)</b>	5,88	7,30	6,89	6,93
<b>Alc.(uEq/L)</b>	548	429	493	344
<b>MO(mg/L)</b>	2,33	7,67	10,00	80,33
<b>NPOC(mg/L)</b>	1,40	2,02	1,48	1,95
<b>CI (mg/L)</b>	6,12	3,28	5,00	3,24
<b>NT (mg/L)</b>	0,27	0,26	0,36	0,31
<b>Na(mg/L)</b>	0,28	2,40	0,29	2,15
<b>NH<sub>4</sub>(mg/L)</b>	0,00	0,11	0,02	0,06
<b>K (mg/L)</b>	0,24	3,86	0,24	2,42
<b>Ca (mg/L)</b>	0,43	28,36	0,37	3,88
<b>Mg(mg/L)</b>	0,30	7,39	0,30	2,83
<b>F (mg/L)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Cl (mg/L)</b>	1,05	1,10	1,05	1,26
<b>NO<sub>3</sub> (mg/L)</b>	0,10	0,11	0,11	0,21
<b>SO<sub>4</sub> (mg/L)</b>	0,25	0,57	0,25	0,59
<b>% de ER</b>	86,80	44,80	84,60	5,00

Nas tabelas 2 e 3 são apresentados os valores dos parâmetros medidos nas coletas das amostras do Lago 1 e 2, respectivamente, e no período seco e chuvoso, no qual as amostras com a letra S e C são aquelas coletadas do período seco e chuvoso respectivamente. Com a sonda multi parâmetros Horiba foram obtidos os valores dos seguintes parâmetros: temperatura, pH, potencial de oxirredução (ORP), condutividade

elétrica, oxigênio dissolvido (OD), e total de sólidos dissolvidos (TDS). Nessa tabela também são apresentados os valores obtidos através das medidas de bancada do laboratório tais como pH, temperatura, alcalinidade, dosagem de matéria orgânica, concentrações de NPOC, IC, TN.

Tabela 2. Valores das profundidades dos pontos de coleta, alguns parâmetros medidos com uma sonda multi parâmetros como: o primeiro pH apresentado, temperatura (°C). Também o pH no medido no laboratório, a alcalinidade (Alcali., $\mu\text{Eq.L}^{-1}$ ), a concentração de matéria orgânica (MO,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), carbono inorgânico (IC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio total (TN  $\text{mg.L}^{-1}$ ), para o período seco (S) e chuvoso (C) ao longo do perfil do lago 1 do INPE-Cachoeira Paulista.

<b>Amostra</b>	<b>SLG1 S</b>	<b>CLG1PS</b>	<b>SLG1 P1</b>	<b>CLG1 P1</b>	<b>SLG1 P2</b>	<b>CLG1 P2</b>	<b>SLG1 P3</b>	<b>CLG1 P2</b>
<b>Período</b>	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
<b>Data</b>	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12
<b>Ponto</b>	Sup.	Sup.	1 m	1 m	2 m	2 m	3 m	3 m
<b>Temp. °C</b>	31,30	32,10	28,60	28,10	26,60	26,00	24,90	25,40
<b>pH (Campo)</b>	-	-	6,67	6,07	6,72	5,74	6,68	6,32
<b>pH (Lab.)</b>	5,17	5,92	5,21	6,30	5,14	5,74	5,15	5,57
<b>Alc. (<math>\mu\text{Eq/L}</math>)</b>	23,40	24,10	60,70	33,83	36,10	32,45	61,50	15,81
<b>MO (<math>\text{mg/L}</math>)</b>	7,00	100,00	4,33	45,00	3,67	5,00	2,00	1,67
<b>NPOC(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	2,10	1,84	2,09	1,59	1,68	1,62	1,64	1,70
<b>CI (<math>\text{mg/L}</math>)</b>	2,18	1,53	2,36	1,84	2,20	2,10	2,46	1,80
<b>NT (<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,21	0,28	0,27	0,21	0,46	0,35	0,22	0,20
<b>Na(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,33	0,32	0,63	0,38	0,38	0,30	0,33	0,37
<b>NH3(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,00	0,03	0,00	0,08	0,03	0,04	0,03	0,07
<b>K(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,80	0,47	0,83	0,46	0,86	0,47	0,83	0,49
<b>Ca(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,24	0,56	0,32	0,86	0,36	0,44	0,46	0,47
<b>Mg(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,26	0,34	0,29	0,34	0,32	0,33	0,48	0,35
<b>F(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Cl(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,69	0,61	0,74	0,62	0,76	0,57	0,69	0,64
<b>NO3(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,01	0,08	0,03	0,27	0,07	0,04	0,02	0,11
<b>SO3(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,13	0,13	0,14	0,21	0,17	0,14	0,13	0,21
<b>% de ER</b>	3,23	5,00	12,60	5,60	30,40	3,20	10,90	11,10

Tabela 3. Valores das profundidades dos pontos de coleta, alguns parâmetros medidos com uma sonda multi parâmetros como: o primeiro pH apresentado, temperatura (°C). Também o pH no medido no laboratório, a alcalinidade (Alcali., $\mu\text{Eq.L}^{-1}$ ), a concentração de matéria orgânica (MO,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), carbono inorgânico (IC,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio total (TN,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), para o período seco (S) e chuvoso (C) ao longo do perfil do lago 2 do INPE-Cachoeira Paulista próximo ao prédio da administração. Resultados das coletas e análise das amostras do Lago 2.

Amostra	SLG2S	CLG2S	SLG2 P1	CLG2 P1	SLG2 P2	CLG2P2	SLG2 P3	CLG2 P2	SLG2 P3	CLG2 P3
<b>Período</b>	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
<b>Data</b>	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12	17/10/12	29/02/12
<b>Ponto (m)</b>	Sup.	Sup.	1	1	2	2	3	3	4	4
<b>Temp.°C</b>	30,4	31,4	27,7	28,8	21,5	22,9	21,4	22,5	21,7	23,21
<b>pH(Campo)</b>	0	0	7,28	7,74	7,47	8,35	8	7,12	8,09	7,45
<b>pH (Lab.)</b>	5,75	6,31	5,12	6,31	5,12	6,49	5,17	6,24	5,15	6,13
<b>Alc.(<math>\mu\text{Eq/L}</math>)</b>	49,1	70,37	51,5	64,52	61,9	85,91	120	88,18	124	98,44
<b>MO(mg/L)</b>	6,33	7,67	5,67	3	8,33	2	5,67	3	0,67	2
<b>NPOC(mg/L)</b>	2,2	2,61	2,19	2,76	2,07	2,97	1,83	2,85	1,73	2,22
<b>CI (mg/L)</b>	2,04	1,76	2,1	1,79	1,6	1,82	2,88	1,88	3,2	2,59
<b>NT (mg/L)</b>	0,23	0,19	0,26	0,44	0,28	0,23	0,51	0,22	0,67	0,43
<b>Na(mg/L)</b>	0,6	0,57	0,59	0,71	0,55	0,6	0,64	0,56	0,58	0,58
<b>NH4(mg/L)</b>	0	0,05	0,01	0,06	0,04	0,06	0,15	0,02	0,38	0,4
<b>K(mg/L)</b>	1,21	1,09	1,18	1,08	1,09	1,09	1,09	1,08	1,12	1,15
<b>Ca(mg/L)</b>	0,65	1	0,66	1,14	0,62	1,1	0,73	0,91	0,67	1,35
<b>Mg(mg/L)</b>	0,53	0,67	0,55	0,68	0,5	0,68	0,54	0,68	0,48	0,79
<b>F(mg/L)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cl(mg/L)</b>	0,82	0,79	0,8	0,82	0,75	0,81	0,73	0,76	0,77	0,77
<b>NO<sub>3</sub>(mg/L)</b>	0,04	0,08	0,12	0,1	0,04	0,1	0,03	0,04	0,03	0,11
<b>SO<sub>4</sub>(mg/L)</b>	0,31	0,27	0,31	0,36	0,3	0,26	0,29	0,23	0,24	0,3
<b>% de ER</b>	5,69	0,8	1,67	5,9	2,43	4	17,1	6,6	13,6	4,3

Na tabela 4 apresentam-se os valores dos diferentes parâmetros medidos nas amostras de água subterrânea (poço, da caixa d'água e das torneiras) do INPE de São José dos Campos, obtidos através do mesmo procedimento descrito anteriormente.

Tabela 4. Valores de pH, temperatura(°C) e alcalinidade (Alcal.,  $\mu\text{Eq.L}^{-1}$ ), concentração de matéria orgânica (MO,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), carbono inorgânico (IC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio total (TN  $\text{mg.L}^{-1}$ ), das amostras de águas subterrâneas. Resultados das coletas e análise das amostras dos poços, caixa d'água e das torneiras espalhadas pelo INPE- São José dos Campos.

<b>Amostra</b>	<b>Cx 1</b>	<b>Cx 1</b>	<b>Cx 2</b>	<b>Cx 2</b>	<b>Poço 1</b>	<b>Poço 1</b>	<b>Poço 2</b>	<b>Poço 2</b>
<b>Período</b>	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
<b>Data</b>	19/01/12	11/12/12	19/01/12	11/12/12	19/01/12	11/12/12	19/01/12	11/12/12
<b>Temp.°C</b>		24,6	22,3	31,9	25	26,4	24,6	24,4
<b>pH (Campo)</b>	5,81	5,58	6,45	6,15	5,55	5,92	5,31	6,37
<b>Alca.(uEq/L)</b>	117,27	64,52	290,6	200,59	83,4	103,64	74,98	88,8
<b>M.O (mg/L)</b>	1	0,33	1,67	2,33	1,67	1,33	1	0,67
<b>NPOC (mg/L)</b>	1,65	1,3	2,63	1,72	2,15	1,24	1,92	1,39
<b>CI (mg/L)</b>	1,1	3,3	1,86	3,51	1,17	3,13	1,1	2,82
<b>N T (mg/L)</b>	1	0,20	1,73	0,29	1,4	0,20	1,2	0,22
<b>Na(mg/L)</b>	0,27	0,36	0,26	0,38	0,37	0,47	0,3	0,34
<b>NH<sub>4</sub> (mg/L)</b>	0	0,01	0	0,02	0	0,1	0	0
<b>K (mg/L)</b>	0,21	5,95	0,32	6,06	3,81	6,04	3,93	6,12
<b>Ca (mg/L)</b>	8,96	0,66	0,49	0,66	0,15	1,88	0,24	0,45
<b>Mg (mg/L)</b>	4,94	0,25	0,22	0,24	0,25	0,28	0,24	0,23
<b>F (mg/L)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cl (mg/L)</b>	0,16	0,25	0,17	0,27	0,2	0,38	0,15	0,24
<b>NO<sub>3</sub> (mg/L)</b>	0,21	0,6	0,15	0,63	0,17	1,64	0,2	0,63
<b>SO<sub>4</sub> (mg/L)</b>	0,08	0,18	0,09	0,18	0,08	0,33	0,08	0,16
<b>% de ER</b>	13,49	23,51	76,46	39,33	10,63	0,13	14,98	13,88

Tabela 5. Valores de pH, temperatura(°C) e alcalinidade (Alcal.,  $\mu\text{Eq.L}^{-1}$ ), concentração de matéria orgânica (MO,  $\text{mg.L}^{-1}$ ), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), carbono inorgânico (IC  $\text{mg.L}^{-1}$ ), nitrogênio total (TN  $\text{mg.L}^{-1}$ ), das amostras de águas subterrâneas. Resultados das coletas e análise das amostras dos poços, caixa d'água e das torneiras espalhadas pelo INPE- São José dos Campos.

<b>Amostra</b>	<b>Tor 1</b>	<b>Tor 1</b>	<b>Tor 2</b>	<b>Tor 2</b>	<b>Tor 3</b>	<b>Tor 3</b>	<b>Tor 4</b>	<b>Tor 4</b>	<b>Tor 5</b>	<b>Tor 5</b>	<b>Tor 6</b>	<b>Tor 6</b>
<b>Período</b>	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
<b>Data</b>	19/01	11/12	19/01	11/12/12	19/01	11/12	19/01	11/12	19/01	11/12	19/01	11/12
<b>Temp.°C</b>	26	26	26	25,3	26	25,3	26	26,8	26	27,9	26	26,3
<b>pH</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>(Campo)</b>												
<b>Alc.</b>												
<b>(<math>\mu\text{Eq/L}</math>)</b>	108,71	-	105,76	-	109,86	-	115,12	-	28,62	-	32,94	-
<b>M.O</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	1	0,67	1	2	1	3	8,33	1	1	3	2,33	1
<b>NPOC</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	2,91	1,28	3,37	0,29	1,85	0,26	2,84	0,26	1,88	0,28	2,65	0,28
<b>CI</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	1,15	3,27	1,14	3,19	1,07	3,28	1,14	3,33	1,18	3,14	1,21	6,9
<b>NT</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	1,92	0,30	2,36	0,22	2,28	0,19	1,18	0,23	1,93	0,19	1,2	0,22
<b>Na</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,33	0,36	0,32	0,36	0,33	0,29	0,33	0,36	0,2	0,35	0,17	0,36
<b>NH<sub>4</sub></b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,01	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0	0,02	0,02	0	0
<b>K</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	3,79	5,73	3,76	5,76	3,84	4,14	3,85	6,06	0,85	5,52	0,85	5,69
<b>Ca</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,5	0,54	0,5	0,52	0,51	0,42	0,51	0,46	0,43	0,55	0,4	0,58
<b>Mg</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,13	0,13	0,14	0,23	0,13	0,19	0,24	0,24	0,18	0,24	0,2	0,25
<b>F</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Cl</b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,17	0,25	0,16	0,26	0,18	0,26	0,17	0,25	0,17	0,25	0,12	0,25
<b>NO<sub>3</sub></b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,19	0,59	0,22	0,58	0,19	0,55	0,19	0,56	0,2	0,55	0,13	0,54
<b>SO<sub>4</sub></b>												
<b>(<math>\text{mg/L}</math>)</b>	0,09	0,16	0,1	0,17	0,09	0,15	0,09	0,16	0,09	0,17	0,07	0,16
<b>% de</b>												
<b>ER</b>	1,39	0	1,44	2,5	1,39	0	1,37	0	2,52	0	1,89	0



## 5. Discussão

Neste item vamos realizar uma breve discussão dos resultados obtidos, através de um comparativo dos resultados obtidos nos períodos secos e chuvosos. Também será analisado o perfil químico das amostras das águas superficiais ao longo da calha do riacho, e nas profundidades de lago, e nas amostras de águas subterrâneas esta análise será ao decorrer das torneiras do INPE de São José dos Campos.

### 5.1. Análise do perfil químico do riacho.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, podemos dizer que as águas amostradas no riacho na estação chuvosa são alcalinas, pois os valores de pH obtidos são aproximadamente de 7,0. A alcalinidade destas amostras é causada pelas concentrações de carbonatos e bicarbonatos, que interferem no potencial de hidrogeniônico (pH). Este pH em torno de sete também é uma característica encontrada em águas naturais. No período seco o pH das amostras deste riacho, também apresentaram-se na faixa 5,88 á 7.

Nos gráficos (na Figura 6) são apresentadas as variações das concentrações de MO, IC, NPOC e TC, ao longo do riacho nos períodos seco e chuvoso. O TC é o Carbono Total, obtido pela soma do carbono orgânico não-purgável (NPOC) dissolvido, a matéria orgânica (MO) em suspensão e o carbono inorgânico (IC).

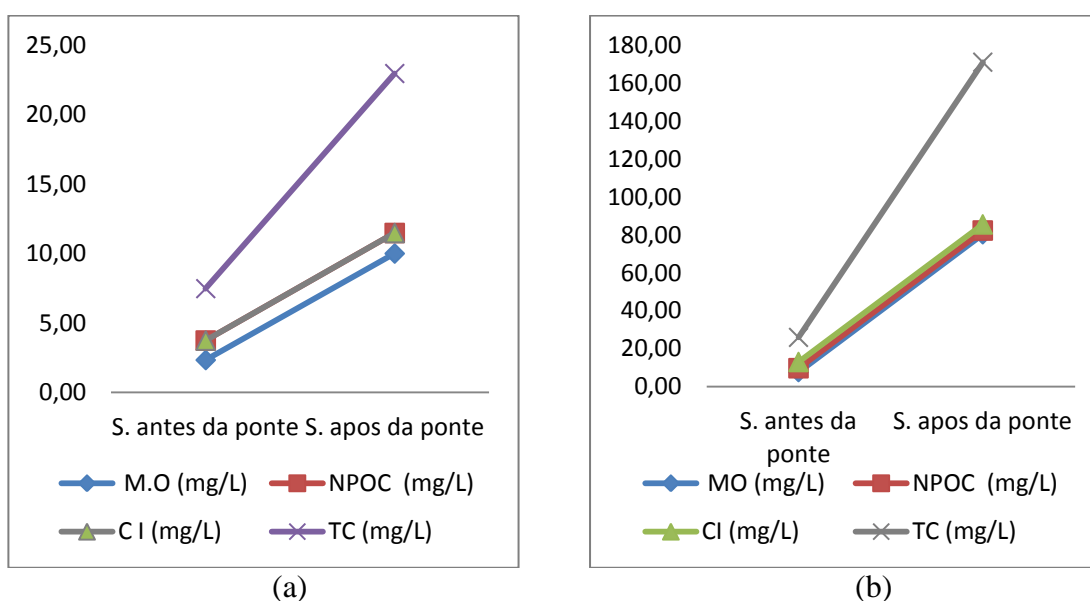


Figura 6 – Concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), carbono total (TC), do ponto montante e jusante do riacho, sendo (a) referente ao período seco e (b) ao chuvoso.

A partir da figura 6 é possível observar que no período chuvoso temos maior concentração de MO, principalmente no segundo ponto do riacho. Os teores de NPOC, IC e TN apresentando pouca variação em ambas as estações. O IC no período seco apresentou maiores concentrações, principalmente no primeiro ponto, isto pode ser atribuída à diluição do riacho causado pelas chuvas, pois estas produzem um aumento no volume de água corrente. No período seco observou-se variação maior na concentração de NPOC e IC em comparação ao período chuvoso, isto ocorreu porque nesta fase do ano o riacho recebe mais luminosidade, contribuindo para a fotossíntese. O aumento da concentração de IC é devido ao volume da água ser menor no período seco (deixando a água mais concentrada) e pelo fato de o clima favorecer a dissolução do CO<sub>2</sub> atmosférico na água. Além disso, a alta concentração de NPOC também favorece a proliferação de micro-organismos, acarretando no aumento da respiração dos mesmos, sendo esta também uma fonte de IC. A variação do TN não foi significativa dentro dos valores observados e a MO apresentou uma variação maior nas amostras coletadas durante o período chuvoso, provavelmente devido à maior variabilidade do escoamento durante esse período do ano, como não foram determinadas as vazões essa questão ainda deverá ser mais bem explicada.

Os resultados relativos aos cátions, para os dois pontos de coleta do riacho, na estação chuvosa apresentaram concentrações elevadas para o sódio, o cálcio e o magnésio. Diante disto podemos observar que o teor de Magnésio e principalmente de Cálcio, foram maiores no período chuvoso, devido há agitação das águas ser maior e conseqüentemente aumenta a concentração de sedimentos.

O teor de cálcio e magnésio interferem na dureza da água, em teores menores (como no riacho estudado), estas substâncias podem causar um sabor desagradável. Já em outros riachos em que a concentração for elevada; além do sabor desagradável e efeitos laxativos, podemos ter uma redução na formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo da água, quando utilizada para fins de limpeza.

Além disto, o teor de amônio se apresentou pequenas concentrações nos dois períodos analisados, e principalmente no período seco. Isso ocorreu devido à presença de oxigênio ser maior no período seco. Esse oxigênio contribui para o processo de nitrificação, no qual o amônio reage com o oxigênio e produz o nitrato e

consequentemente o nitrato tem maior concentração, indicando baixa influência da deposição de nitrogênio reativo.

O cloreto apresentou concentração acima 1,05 mg/L, e o sulfato tem a concentrações em torno de .25mg/L no período seco e na chuvosa de 0,57mg/L. Esses ânions não têm fonte mineral na bacia considerada sendo o primeiro oriundo basicamente da deposição de sais marinhos e o segundo de processos biológicos no sistema, assim valores baixos eram esperados.

A eletronegatividade (EN) é uma medida do equilíbrio químico da amostra e, para algumas soluções é um indicador da qualidade analítica dos resultados. Os valores de EN mostrados na Tabela 1 indica que no período seco este parâmetro foi superior ao período chuvoso. Na seca encontramos alta alcalinidade e baixos teores de cátions e ânions, isto pode ser justificado pela equação 1 (descrita no item 3.4.6) .

Para o período chuvoso, temos um teor acentuado dos cátions e ânions neutralizando a solução, pois a primeira amostra apresentou um valor acentuado na alcalinidade e a alta concentração de cátions indicando uma provável contaminação da amostra. Por esta razão neste primeiro ponto da estação chuvoso temos um de eletronegatividade acima do aceitável. Esta alta não pode ser considerada um erro analítico, uma vez que o segundo ponto apresentou EN igual á 5 %, indicando boa qualidade das análises e equilíbrio químico da solução. .De modo geral podemos afirmar que, mesmo diante destas oscilações, os resultados das análises indicam uma qualidade analítica esperada.

Para fazer uma comparação geográfica do comportamento químico da água, foram calculadas as concentrações médias do NPO, IC, TN e a MO, como mostra o gráfico da figura 7.

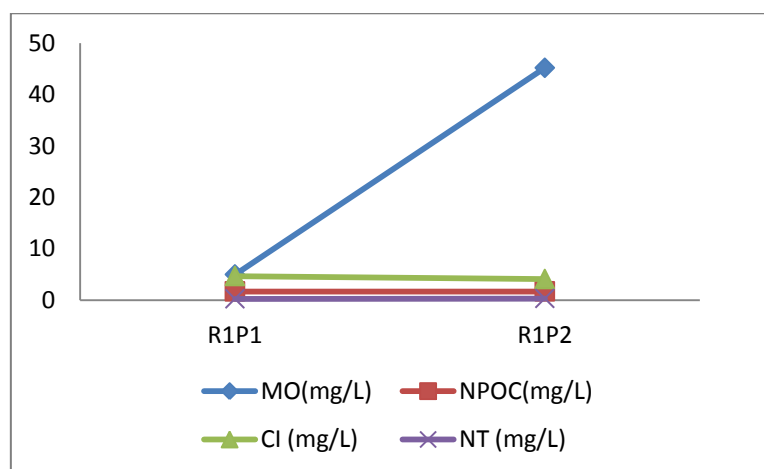


Figura 7 – Concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono

orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN), referentes aos pontos montante e jusante do riacho.

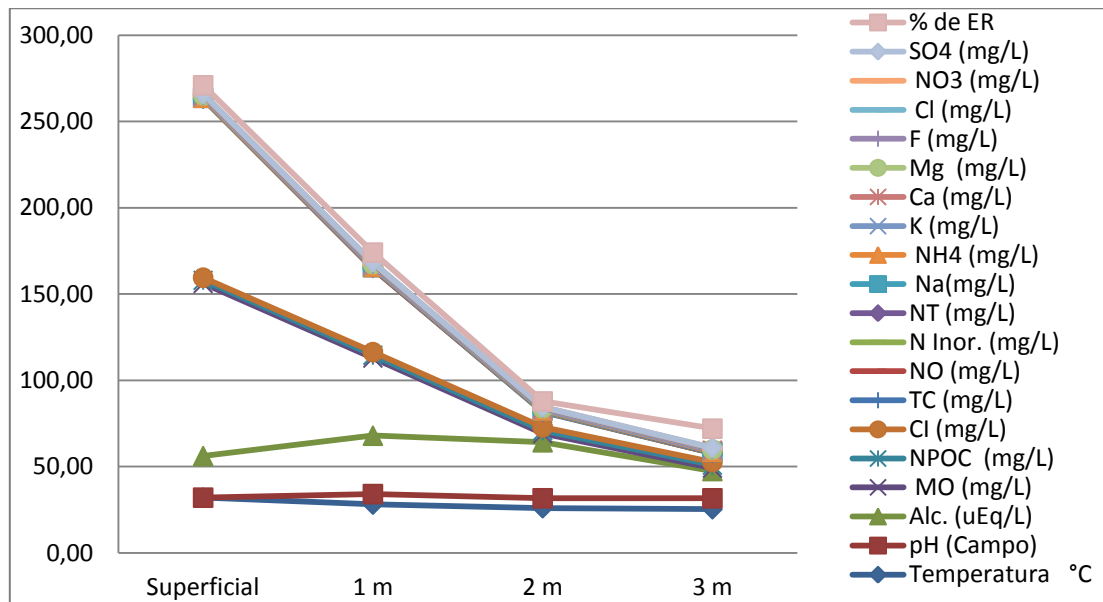
No gráfico da figura 7 apresentam-se os valores médios das concentrações de MO, NPOC, TN, e IC do ponto montante (R1P1) e jusante (R2P2). Esta média foi calculada, com base nos dados das amostras coletadas nos períodos seco e chuvoso. Considerando o número limitado de amostras, essa comparação entre os dois pontos permite apenas inferir uma tendência de variação entre os dois pontos correlacionados com suas características.

O NPOC apresentou-se constante nos dois pontos. Segundo Esteves (1998), este NPOC pode ter origem do produto da excreção de organismos, como plantas, e, neste ponto de coleta, realmente encontra-se maior quantidade de vegetação. Entretanto, a concentração de MO foi bem elevada no ponto 2, isto porque nesse ponto há uma maior luminosidade, contribuindo para a fotossíntese e conseqüentemente com a proliferação dos plânctons. Quanto à concentração de TN é possível afirmar que houve um pequeno aumento ao longo do riacho.

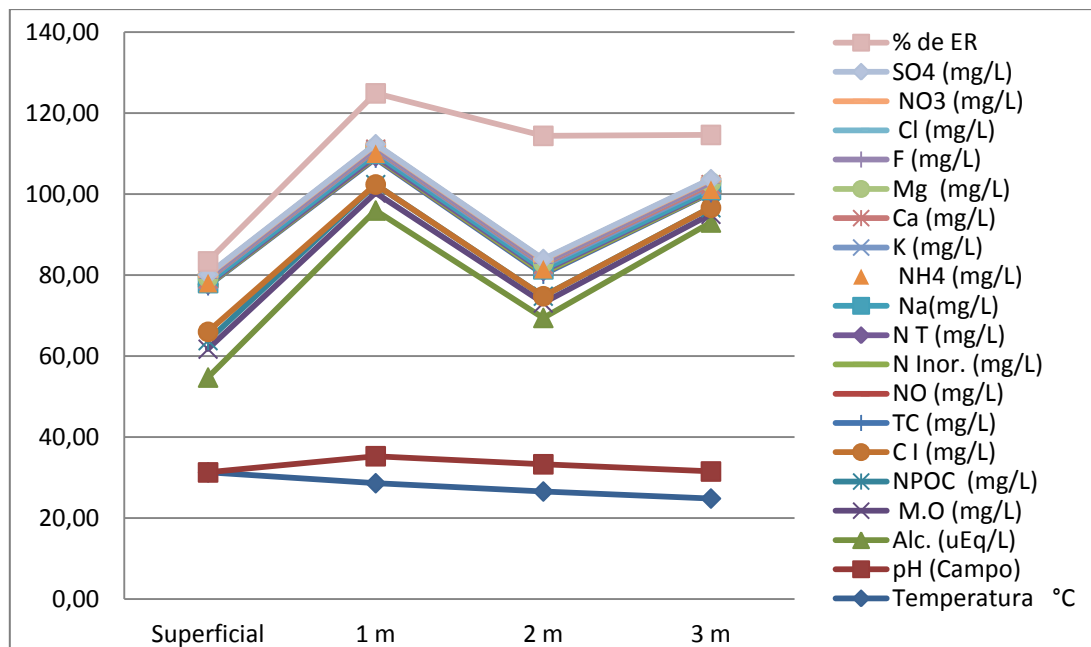
A concentração de CI sofreu um decréscimo do primeiro ponto para o segundo. Por essa razão podemos dizer que, o primeiro ponto contém maior agitação da água o que favorece a dissolução do carbono atmosférico na água, ocasionando no aumento do carbono inorgânico.

## **5.2. Análise do perfil químico dos dois lagos.**

Nos gráficos mostrados na Figuras 8 são apresentadas as variações de eletroneutralidade (EN), da concentração de cátions (Na, NH<sub>4</sub>, K, Ca e Mg) e ânions (F, Cl, NO<sub>3</sub> e SO<sub>3</sub>), da concentração de Matéria Orgânica (MO), da concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC) carbono inorgânico (IC), do nitrogênio total (TN), da alcalinidade (Alc., uEq/L), do ph e da temperatura referentes ao lago 1 no período chuvoso e seco.



(a)



(b)

Figura 8 – Porcentagem de eletroneutralidade (EN, %), concentração de cátions (Na, NH<sub>4</sub>, K, Ca e Mg) e ânions (F, Cl, NO<sub>3</sub> e SO<sub>3</sub>) em mg/L, concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN), alcalinidade (Alc., uEq/L), ph e temperatura referentes ao período chuvoso (a) e seco (b) do lago 1 de Cachoeira Paulista.

Como podemos ver nos gráficos da figura 8, o lago 1 o pH apresentam o mesmo comportamento em ambas estações (chuvosa e seca), com poucas variações ao perfil do

lago, ou seja, todas as amostras apresentaram um valor de pH de aproximadamente 6, isto é, relativamente neutro.

Assim como o pH, a temperatura também obteve o mesmo comportamento nos períodos estudado e ao longo do perfil do lago, no qual a temperatura na superfície apresentou-se na faixa de 31 á 32 °C e seguiu as demais profundidades com leves resfriamentos.

Examinando os resultados do lago 1 também observa-se que a alcalinidade mostrou maiores variações no período seco, assim como as demais características estudadas neste lago.

Com relação ao período chuvoso a alcalinidade apresentou poucas oscilações em comparação à estação seca. Os demais aspectos estudo neste lago também seguiram o mesmo comportamento, no qual apresentam as concentrações apresentam-se maiores na superfície e decrescem com a profundidade. Esse comportamento pode ser explicado por dois fatores causados pelo água da chuvas: o primeiro é a água da chuva que ao cair solo e percorrem até os lençóis freáticos e consequentemente vão para o lago, o segundo fator também é a água da chuva que ao cair diretamente na superfície do lago trás materiais particulados da atmosfera.

Na coleta realizada nos lagos foi usada a sonda Multi parâmetro Horiba para obter-se a concentração de oxigênio dissolvido (OD). A figura 9 mostra a media das concentrações deste OD nos períodos seco e chuvoso para os dois lagos amostrados.

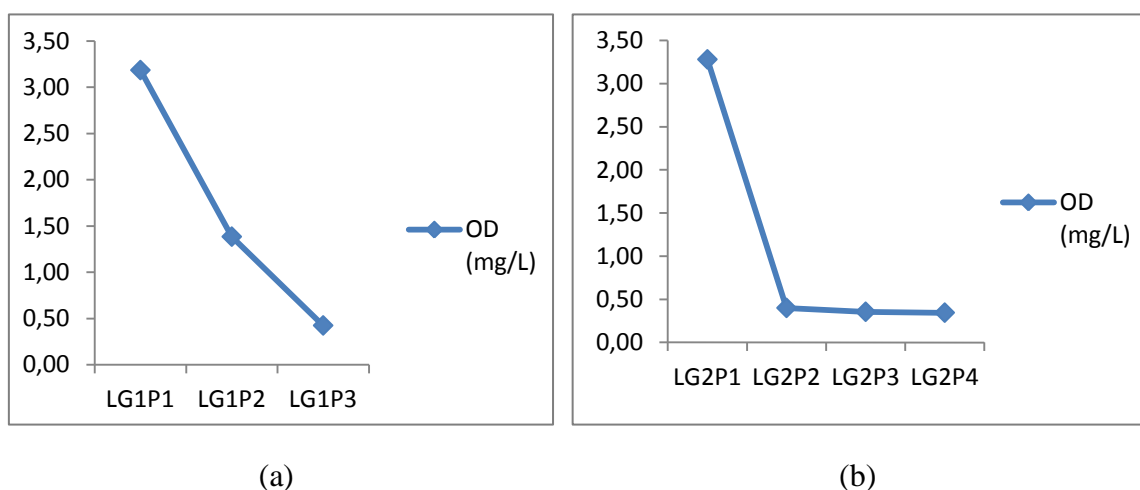


Figura 9 – Concentração média de OD (mg/L), calculada com os dados obtidos nos período chuvoso e seco dos lago 1 (a) e lago(b) de Cachoeira Paulista.

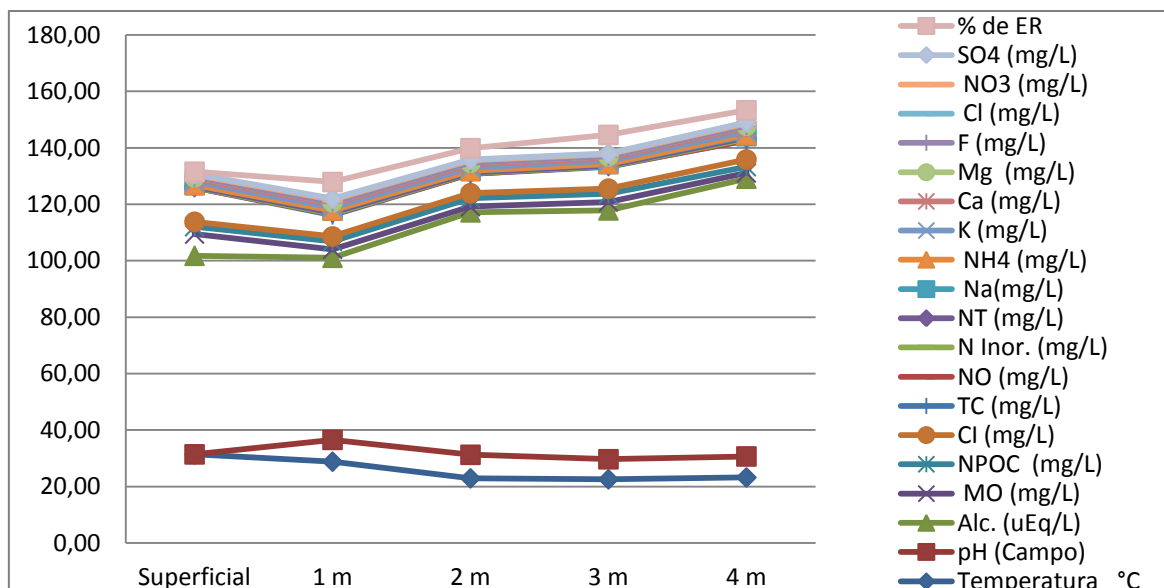
Analisando os gráficos acima observamos que a concentração de OD apresentou algumas oscilações ao longo dos pontos e das temporadas em função da profundidade , com valores crescentes de fundo para a superfície em ambos os períodos.

Podemos considerar como fontes de OD na água a diluição do oxigênio da atmosfera e a fotossíntese. Esta variação de concentração ao longo do perfil, embora pequena, pode ser atribuída ao período de estratificação térmica e a concentração de MO (dissolvida e particulada) da água Esteves (1998).

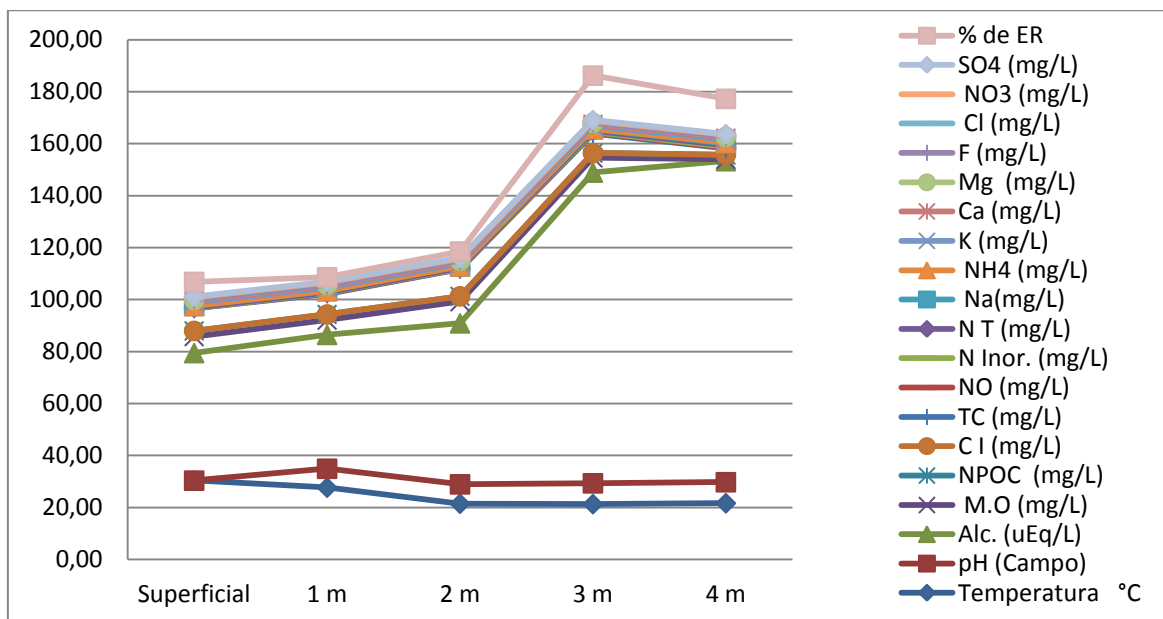
Além disso, o decréscimo da oxigenação pode ser explicado pelo consumo de oxigênio durante a decomposição de MO (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês que também podem colaborar para o decréscimo do oxigênio ao longo do perfil.

Segundo a Resolução do Conama 357/2005, no qual considera o pH e a concentração de OD, o lago 1 pode ser classificado como de classe 1 ou seja, “*águas próprias para o abastecimento, após tratamento; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, como natação e mergulho, entre outros; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que ingeridas cruas sem remoção de película; à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.*

Nos gráficos mostrados na Figura 10 temos as variações de eletroneutralidade (EN), da concentração de cátions (Na, NH<sub>4</sub>, K, Ca e Mg) e ânions (F, Cl, NO<sub>3</sub> e SO<sub>4</sub>), da concentração de Matéria Orgânica (MO), da concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC) carbono inorgânico (IC), do nitrogênio total (TN), da alcalinidade (Alc., uEq/L), do pH e da temperatura referentes ao lago 2 no período chuvoso e seco.



(a)



(b)

Figura 10 – Porcentagem de eletroneutralidade (EN, %), concentração de cátions (Na, NH<sub>4</sub>, K, Ca e Mg) e ânions (F, Cl, NO<sub>3</sub> e SO<sub>3</sub>) em mg/L, concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN), alcalinidade (Alc., uEq/L), ph e temperatura referentes ao período chuvoso (a) e seco (b) do lago 2 de Cachoeira Paulista.

No lago 2 os dados obtidos nas duas campanhas também forneceram pH em torno de 7 á 8, em ambos os períodos (seco e chuvoso). Este pH é um indicativo de águas alcalinas semelhante á águas do mar, cujo pH é igual á 8.

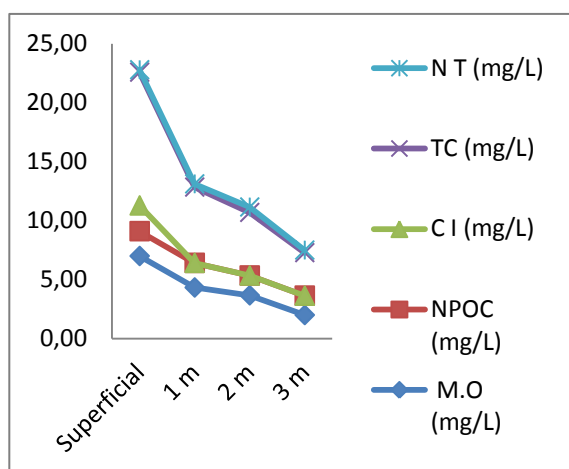
Considerando que a temperatura é a medida de intensidade de calor e que é um parâmetro muito importante da água, pois pode influenciar na densidade, viscosidade e no oxigênio dissolvido. Devido a essa influencia pode-se dizer que a temperatura também é um fator que contribui para a vida aquática. As variações na temperatura são causadas por duas fontes: a primeira é a luz solar, e a segunda provem de atividade antrópicas, como despejos de indústrias e água de resfriamento.

Por esta razão podemos afirmar que as interferências na temperatura do lago 2 e também no lago 1 foram causadas apenas pela luz solar, pois as pequenas variações encontradas foram em ordem crescente ao se aproximar da superfície, uma vez que nela se obtém maior contato com a luz solar.

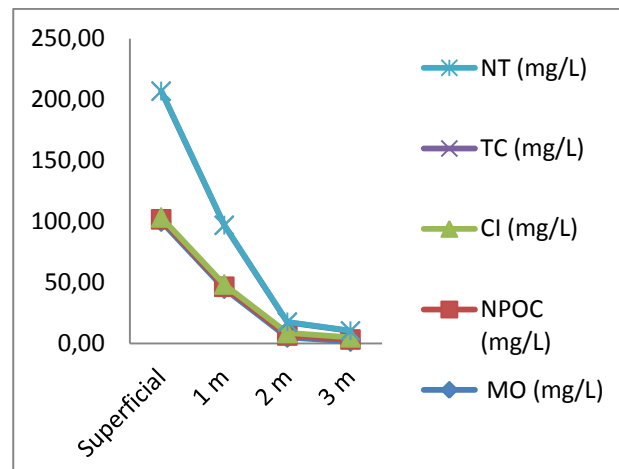
Segundo a Resolução do Conama 357/2005, diante do valor de pH e a esta variação na concentração de OD, o lago 2 pode ser classificado como de classe 4, ou seja, “águas próprias para navegação e à harmonia paisagística”.



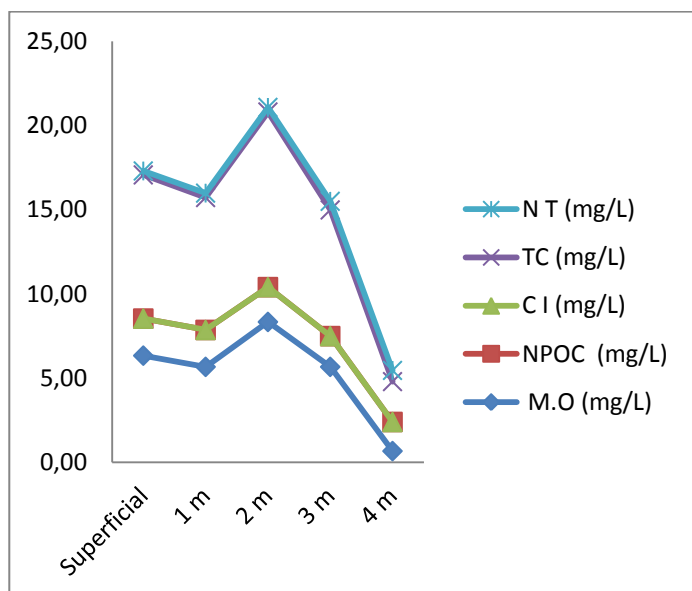
Na figura 11 são apresentados os gráficos da variação da MO, do NPOC, do CI, do NT e do TC (carbono total) nos lago 1 e lago 2 no período seco e chuvoso. O carbono total é a soma do carbono dissolvido (IC e NPOC) com a matéria orgânica.



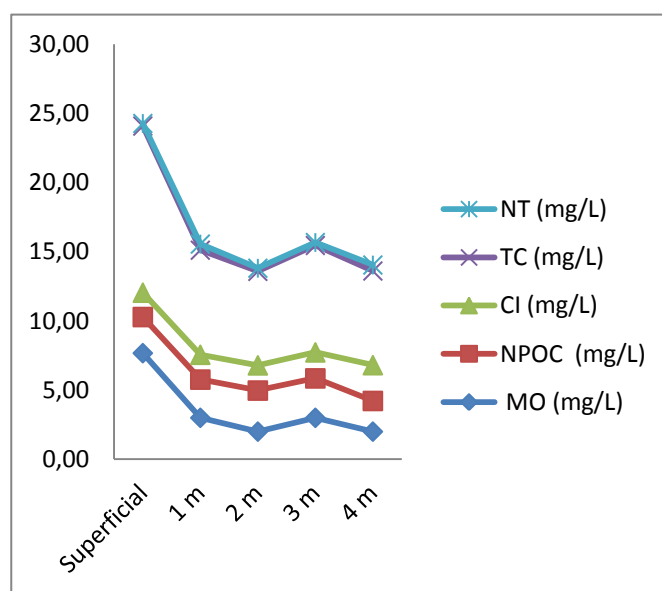
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 11 – Concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN) e Carbono Total (TC), do lago 1 sendo (a) período seco e (b) período chuvoso e do lago 2 (c) período seco e (d) período chuvoso.

Analisando estes gráficos de temporadas podemos observar que no período seco do lago 1 temos menor concentração de MO em comparação ao período chuvoso. No lago 2 o comportamento da MO foi inverso, podendo ser explicado devido ao aumento da luminosidade no período seco, que favorece a fotossíntese e consequentemente aumenta a proliferação dos planctos.

A concentração de NPOC no primeiro lago foi decrescendo variações proporcionais ao longo da coluna d'água tanto no período seco como no chuvoso. Já no segundo lago há oscilações significativas no período seco e no chuvoso temos variações menores.

Com relação aos valores de TN, tanto para o período seco como para o chuvoso, observaram-se o mesmo comportamento do NPOC. Com relação à concentração de NPOC para ambos os lagos, foram observadas baixas concentrações de amônio e altas concentrações de OD, o que pode indicar baixa eficiência do processo de nitrificação, justificando a estabilidade do TN em ambos os casos o que é uma situação inversa à descrita por Esteves (1998) que associou uma alta concentração de amônio à baixa eficiência do processo de nitrificação em condições de altos déficits de oxigênio. Quanto ao teor de IC observou-se valores de concentrações maiores nas superfícies dos lagos 1 e 2 em relação a fundo do lago, o que pode ser explicado por meio da diluição do CO<sub>2</sub> atmosférico na água.

Na figura 12 apresentam-se as variações das concentrações médias ao longo do perfil em profundidade para cada um dos lagos. Verifica-se que em ambos os lagos a concentração da MO é maior na superfície em relação ao ponto mais fundo de coleta, sendo esta variação maior no lago 1. Este aumento poder ser atribuído a uma maior luminosidade na superfície, favorecendo a fotossíntese realizada pelos fitoplânctons, causando a proliferação dos mesmos e aumentando a quantidade de MO presente na superfície, sendo fundamental para o metabolismo dos ecossistemas límnicos. O NPOC também foi encontrado em maior quantidade na superfície dos lagos, isto porque, devido a esta proliferação dos fitoplâncton, há um aumentando na excreção de matéria orgânica que é a principal fonte de NPOC. Estes produtos de excreção das comunidades de fitoplanctônicas são divididos em dois grupos: o primeiro grupo refere-se aos produtos do metabolismo intermediário com baixo peso molecular, liberados por difusão e o segundo os produtos do metabolismo final, liberados predominantemente por processos ativos.

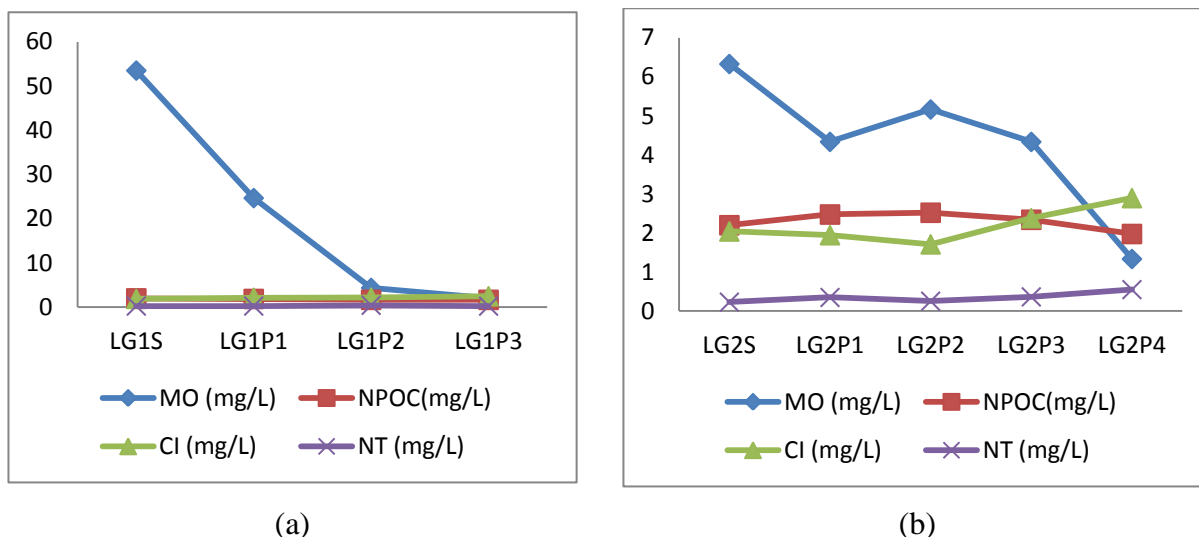


Figura 12 – Concentração média das temporadas de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN), sendo (a) referentes ao perfil do Lago 1 e (b) lago 2.

A concentração de IC é maior na superfície do lago 1 e 2 devido à difusão do  $\text{CO}_2$  atmosférico na água. Por outro lado a concentração de IC no lago 2 contem uma valor significativo no fundo do lago. Segundo Esteves (1998) isto pode ser explicado devido às três principais reações que ocorrem com o carbono inorgânico em meio aquoso: a primeira é a difusão do  $\text{CO}_2$  no meio aquoso, formando o ácido carbônico; este ácido carbônico sofre a segunda reação, que é a dissociação formando íons de hidrogênio e bicarbonato; a terceira reação é a dissociação dos íons bicarbonato formando íons de hidrogênio e carbonato. Assim, podemos dizer que as principais fontes de carbono inorgânico na água são: carbono inorgânico “livre” ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ ), íons bicarbonato ( $\text{HCO}^-$ ) e carbonato ( $\text{CO}^-$ ). De acordo com estes três processos é possível que a diferença de IC entre os dois lagos seja devido à maior dissociação do IC no lago 2 em comparação com o carbono inorgânico do lago 1.

A alcalinidade medida no perfil do lago 1 foi na faixa de 3 a 36  $\mu\text{EqL}^{-1}$  e para o lago 2 a alcalinidade, ao longo da profundidade variou entre 0,80 á 17  $\mu\text{EqL}^{-1}$ . Os valores de eletronegatividade (EN) calculados da para as amostras em ambos os lagos indicam que todos os componentes inorgânicos foram medidos adequadamente.

### 5.3. Análise da água subterrânea do INPE de São José dos Campos.

Com relação às águas subterrâneas os resultados não apresentaram anormalidades, observando-se apenas uma alta concentração de cálcio e magnésio na caixa d'água 2 de abastecimento (como mostra a figura 13), devido à presença de sedimentos. Nesta caixa

d'água acontece a sedimentação da água que será distribuído no campus, ou seja, antes da água ser distribuída ela permanece durante um determinado tempo em repouso para separar alguns sedimentos da água.

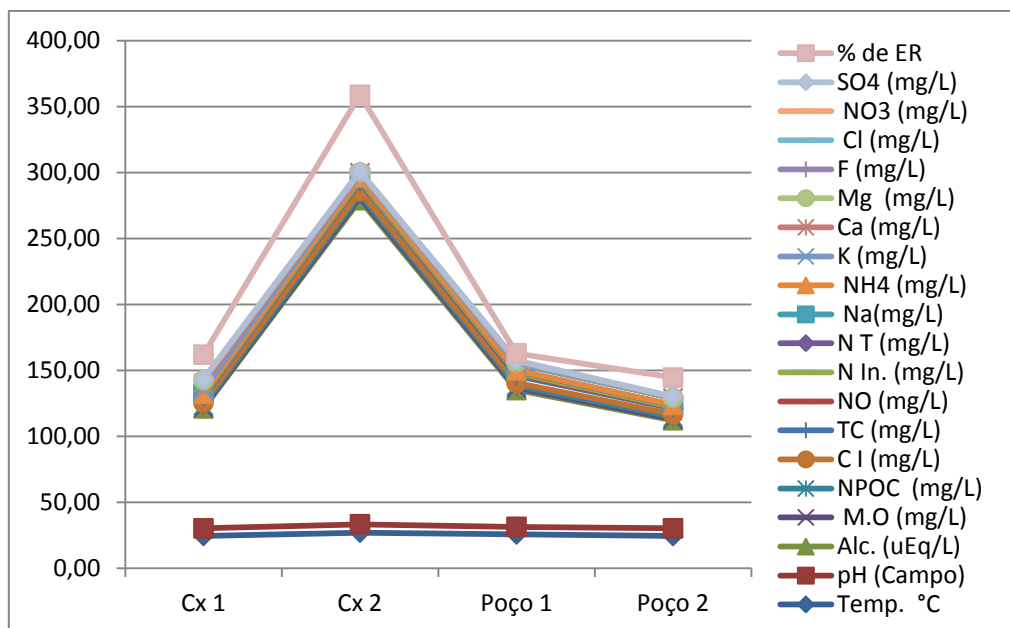


Figura 13 – Porcentagem de eletroneutralidade (EN, %), concentração de cátions (Na, NH<sub>4</sub>, K, Ca e Mg) e ânions (F, Cl, NO<sub>3</sub> e SO<sub>3</sub>) em mg/L, concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN), alcalinidade (Alc., uEq/L), ph e temperatura referentes aos poços e as caixas d'água do INPE de São José dos Campos.

Na figura 14 temos os dados referentes às torneiras que realizam a distribuição da água do INPE de São José dos Campos. Na qual podemos observar que as torneiras 5 e 6 contem menos substâncias e por tanto apresentam maior qualidade.

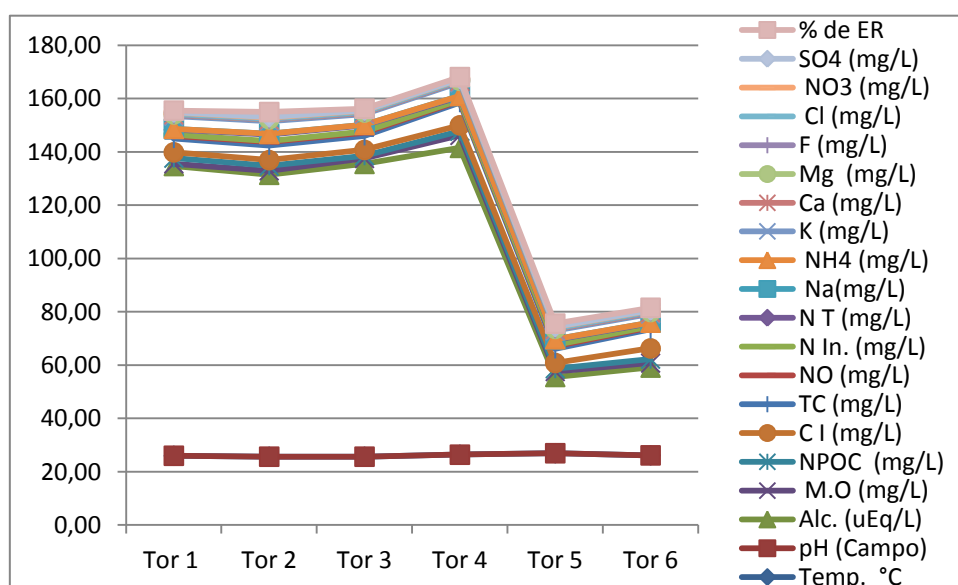


Figura 14 – Porcentagem de eletroneutralidade (EN, %), concentração de cátions (Na,

NH<sub>4</sub>, K, Ca e Mg) e ânions (F,Cl,NO<sub>3</sub> e SO<sub>3</sub>) em mg/L, concentração de Matéria Orgânica (MO), concentrações de Carbono orgânico não purgável (NPOC), carbono inorgânico (IC), nitrogênio total (TN), alcalinidade (Alc., uEq/L), ph e temperatura referentes as torneiras do INPE de São José dos Campos.

Também foi encontrado um déficit de flúor na água, pois segundo a Lei N° 6.050, a água que servirá para o abastecimento ao passar em seu processo de tratamento deve-se adicionar flúor com o intuito de prevenção a cárie dentária.

Segundo o *Art. 1º Fica revogada a Lei nº 6.050, de 24 de maio de 1974, que “dispõe sobre a fluoretação da água em sistemas de abastecimento quando existir estação de tratamento”*. Diante disto podemos dizer que a água coleta nos poços do INPE de São José dos Campos não passa por um tratamento convencional para água de potável, mas por outro lado ele apresentou ter boa qualidade, para os íons dosados.

## **6. Conclusão**

Os resultados analíticos relacionados ao riacho indicaram uma queda no teor de NPOC e da matéria orgânica do ponto montante para a jusante do riacho, devido ao primeiro conter maior quantidade de vegetação do que no segundo ponto. Além disto, este riacho apresentou características de águas naturais. Com relação aos resultados dos lagos, ambos apresentaram uma concentração maior de matéria orgânica na superfície em relação ao ponto mais fundo de coleta. Este aumento na matéria orgânica pode ser relacionado à luminosidade maior na superfície, favorecendo a fotossíntese realizada pelos plânctons causando a proliferação dos mesmos e aumentando a quantidade de matéria orgânica presente na superfície. Com relação às águas subterrâneas os resultados não apresentaram anormalidades, observando-se apenas uma alta concentração de cálcio e magnésio na caixa d'água de abastecimento, devido à presença de sedimentos, em relação à caixa d'água de distribuição.

## 7. Referências

BRAGA, B. Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª ed. Pearson Prentice Hall, 2005 pag.318.

CESAR, Paulo. Disponível em:<

[http://www.profpc.com.br/%C3%81gua/Tipos%20de%20%C3%A1gua/Tipos\\_de\\_%C3%A1gua.html](http://www.profpc.com.br/%C3%81gua/Tipos%20de%20%C3%A1gua/Tipos_de_%C3%A1gua.html) Acesso em: 11/06/2012.

COMANA. Resolução do Conama 357/2005

CULTURA BRASIL, Revolução Industrial. Disponível

em:<<http://www.culturabrasil.org/revolucaoindustrial.htm>> Acesso em: 06/07/2011.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Liminologia. 2ª ed. Editora Interciência, 1998

FONSECA, J. C. L; SILVA, M. R. A; BAUTITZ, I. R; NOGUEIRA, R. F. P. MARCHI, M. R.

R. Avaliação da confiabilidade analítica das determinações de carbono orgânico total

(COT).2006, UNESP - Araraquara-SP. Disponível em:<

<http://www.scielo.br/pdf/eq/v31n3/06.pdf>> Acesso em: 20/04/2011.

GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C.; e outros. Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural. EMBRAPA Florestas. Colombo – PR, 2002.

Instrumentação. Métodos Instrumentais de Análise. Slides 32. Disponível em:<

<http://pt.scribd.com/doc/53369903/Instrumentacao-aula10>> Acesso em: 30/05/2011.

Lei N° 6.050 de maio de 1974, Art. 124 .Disponível em :

<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/434491.pdf> Acesso em : 02/07/2012

MELLO, R. O ciclo biogeoquímico. Disponível em:

<<http://pt.shvoong.com/humanities/1746166-ciclos-biogeoquimicos/>> Acesso em: 14/ 07/2011.

MILLER, G. T.. Ciência Ambiental.1 ed. Editora Cengage Learning, 2007. pag.563

PORTAL SÃO FRANCISCO. Disponível em:

<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-ciclos-biogeoquimicos/ciclo-do-carbono-5.php>> Acesso em: 12/05/20011

RICHEY, J.E. Fluxes of organic matter in rivers relative to the global carbon cycle. In: Fluxes of organic carbon by rivers to the ocean. U.S. Department of Energy, Springfield, VA. National Technical Information Service. CONF-8009140US11. p.270-293, 1981.

SHIMADZU. Total Organic Carbon – Total Nitrogen.31/05/2011,117slides.

UFV.<<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>> Acesso em 07/07/2013.

UNICAMP. Química Analítica. Classificação dos métodos analíticos. Disponível em:<<http://proquimica.iqm.unicamp.br/newpage11.htm>> Acesso em: 09/05/2011.

USP. Debert, MSc André Jean. Qualidade da água, 1997 Disponível em:<<http://educar.sc.usp.br/biologia/prociencias/qagua.htm>>Acesso: 06/07/2011.

VOGUEL, I. A. Química Analítica Qualitativa.5ªed. São Paulo: Mestre Jou,1981. 665 p.

VOGUEL, I. A. Química Analítica Quantitativa. 6ª.ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008.462