

# Característica Físico-Química das Águas do Rio da Vila em Paranaguá, PR

## Physicochemical Characteristic of the Waters Rio da Vila at Paranaguá, PR

Horrana Thamires da Silva FRANÇA [1](#); Sandra Regina de MORAES [2](#); José Roberto Caetano da ROCHA [3](#)

Recibido: 02/09/16 • Aprobado: 27/09/2016

### Conteúdo

- [1. Introdução](#)
  - [2. Parte experimental](#)
  - [3. Resultados e discussão](#)
  - [4. Conclusões](#)
- [Referências bibliográficas](#)

#### RESUMO:

No presente trabalho são apresentados resultados de ensaios físico-químicos realizados em amostras de águas superficiais retiradas do Rio da Vila em dois períodos distintos do ano. Esse rio se localiza próximo ao Km 3 da Rodovia Argus Thá Heyn (PR-407) em Paranaguá, PR. Nessa região de Paranaguá ocorreu forte expansão demográfica com a construção de residências e comércio local, aumentando assim, o desmatamento de áreas de Mata Atlântica, bem como, interferindo antropicamente em todos os compartimentos ambientais do local. Devido a esses fatores se percebeu a necessidade de avaliar o impacto ambiental na região realizando ensaios que quantificassem macronutrientes, além de outras características físico-químicas como pH, turbidez e resíduo total. Os ensaios analíticos foram realizados utilizando as técnicas potenciométrica, turbidimétrica, gravimétrica e espectrofotométrica. Com os resultados analíticos foi possível perceber que as águas do Rio da Vila estão sofrendo degradação ao longo do tempo devido à expansão imobiliária local, e por sua vez devido às intensas atividades antrópicas na região.

**Palavras-chave:** Atividade antrópica, compostos nitrogenados, compostos

#### ABSTRACT:

In this paper we present results of physicochemical tests on surface water samples taken from Rio da Vila in two different periods of the year. This river is located near the 3 Km of Rodovia Argus Thá Heyn (PR-407) in Paranaguá, PR. In this region of Paranaguá strong demographic expansion occurred with the construction of residences and commerce in general, thus increasing deforestation of Atlantic Forest areas, as well as interfering anthropically in all environmental compartments of the place. Due to these factors saw the need to assess the environmental impact in the region conducting tests that quantify macronutrients, and other physicochemical characteristics such as pH, turbidity and total residue. The analytical tests were performed by potentiometric techniques, turbidimetric, gravimetric and spectrophotometric. With the analytical results it was possible to notice that the Rio da Vila waters are suffering degradation over time due to local real estate expansion, and in turn due to intense human activities in the region.

**Keywords:** Anthropogenic activity, nitrogenous compounds, phosphate compounds.

# 1. Introdução

No município de Paranaguá (PR) localiza-se o maior porto graneleiro do hemisfério sul. Por este porto escoam a maior parte da produção nacional de grãos, além de outras cargas gerais. Esse fato está diretamente relacionado à infraestrutura logística para o embarque de grãos e a proximidade dos grandes centros produtores do agronegócio (APPA, 2014a). Devido a esses fatores o complexo paranaense é um dos maiores corredores de exportação da produção agrícola nacional e da importação de fertilizantes (APPA, 2014b).

Os Portos de Paranaguá e Antonina são de suma importância para a economia brasileira e também para os municípios onde estão localizados (APPA, 2014c), porém, quando são avaliados os impactos ambientais provocados por esses portos verifica-se que estudos de proteção ambiental precisam ser intensificados na região.

O recurso hídrico, em geral, é o que sofre maior processo de degradação, pois várias substâncias quando presentes apresentam elevado coeficiente de solubilidade. Algumas dessas substâncias, tais como os nitratos e fosfatos, componentes de fertilizantes, são facilmente dissolvidas e se tornam os principais poluentes. Desta forma, essas substâncias são introduzidas nesse compartimento ambiental. Outro fator que intensifica esse processo degradativo ocorre pela influência das marés, pois os rios localizados na Bacia Hidrográfica Litorânea Paranaense interferem nesse processo (TREMARIN et al, 2008). Parte dos sedimentos formados nas baías é retirada pelas correntes das marés e pelas ondas, sendo redistribuídos ao longo do estuário. Além disso, tanto as fontes de sedimentos quanto os processos de sedimentação, de erosão e de suspensão podem ser influenciados por atividades humanas (BRANCO, 2008).

No tocante a qualidade das águas superficiais, a mesma está ligada diretamente à quantidade de nutrientes presentes. Algumas substâncias têm sido introduzidas por atividades antrópicas, tais como o uso de detergente, a aplicação de fertilizantes, o esgoto lançado na água, efluentes ou, escoamento superficial de origem agrícola (SILVA et al, 2012). Ainda, também podem ocorrer naturalmente, a partir da lixiviação de matéria sólida que se acumula em uma bacia de drenagem devido a fortes chuvas, bem como, por influência das marés. Quando a introdução de substâncias nas águas superficiais ocorre antropicamente, as mesmas podem causar sérios danos à população aquática. Em casos de lagos e lagoas pode acontecer o crescimento acelerado e acúmulo de algas. Isto muitas vezes, impede a passagem da luz solar no corpo hídrico, diminuindo o processo de fotossíntese das algas presentes abaixo da linha da superfície, provocando odores e sabores alterados e, conseqüentemente, a eutrofização das águas (SARDINHA et al, 2008). Nos rios acontece o crescimento acelerado de espécies vegetais em suas margens que podem provocar o processo de assoreamento nos mesmos.

A qualidade das águas superficiais está atrelada a capacidade de sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, do uso humano e ainda, de acordo com a potabilidade e a balneabilidade das mesmas (SPIRO & STIGLIANI, 2008). Desta forma, avaliar a concentração de nutrientes presentes em amostras de recursos hídricos é uma forma de caracterizar o quanto a ação antrópica promove interferências pontuais.

Os nutrientes são compostos à base de nitrogênio e fósforo que podem ser encontrados na natureza, na forma de proteínas e outros compostos orgânicos. Os compostos de nitrogênio têm uma significativa origem antrópica, principalmente em decorrência do lançamento em corpos d'água, de despejos domésticos, industriais e de criatórios de animais, assim como, de fertilizantes. No meio aquático o nitrogênio pode ser frequentemente encontrado em três diferentes espécies: amônio, nitrito e nitrato (GARCIA & CARDOSO, 2013). O íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) é a forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose. A presença deste íon em corpos hídricos serve como indicador do lançamento de esgotos de

elevada carga orgânica. O íon nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) é a forma intermediária no processo de oxidação do nitrogênio e apresenta uma forte instabilidade em meio aquoso. Do último composto nitrogenado estudado, destaca-se o íon nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) que é a forma mais oxidada do nitrogênio que é encontrada em condições de aerobiose (BRASIL, 2006).

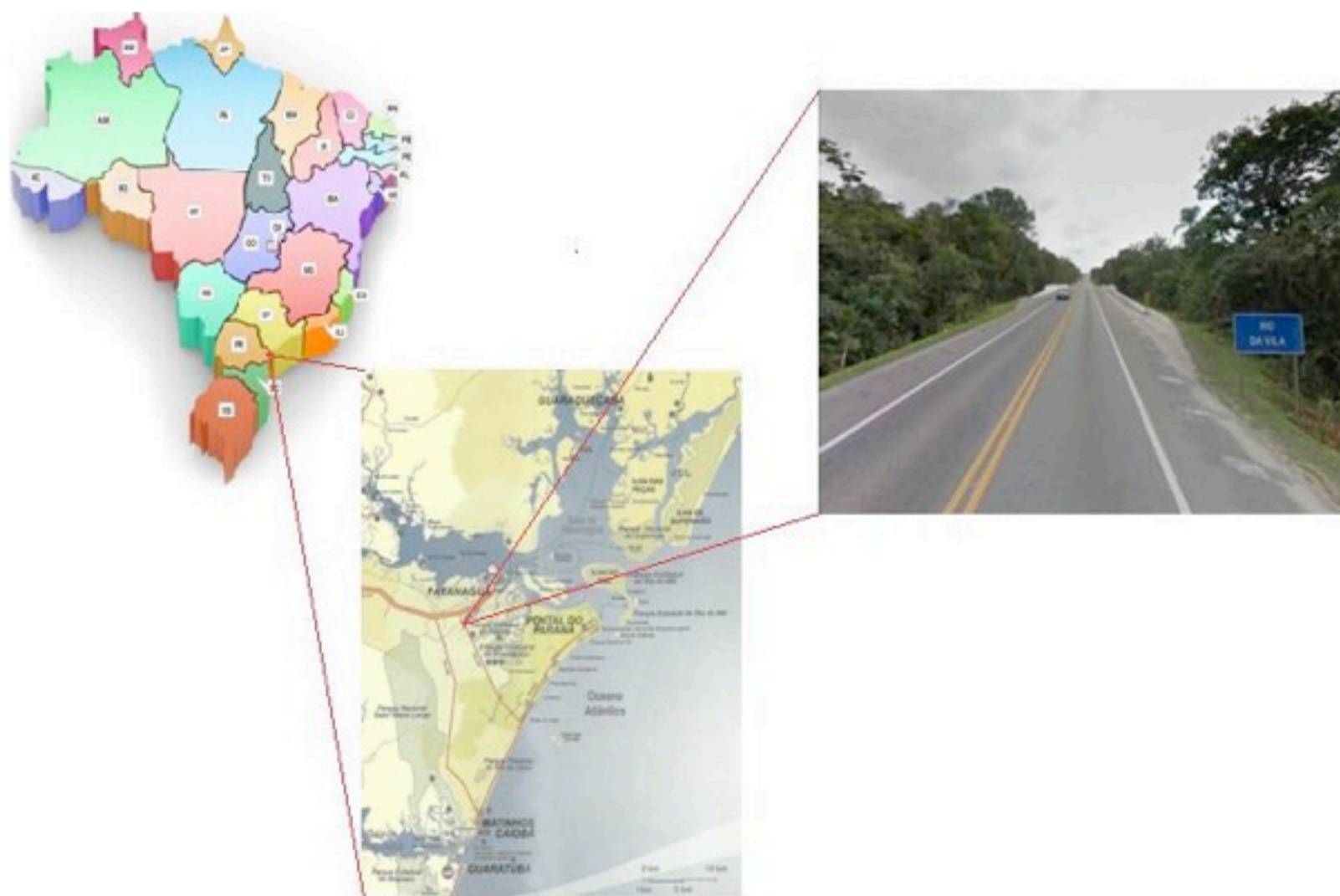


Figura 1 – Esquema da localização do Rio da Vila em Paranaguá, PR (Fonte: Google Maps).

Os compostos fosfatados também entram na composição de águas naturais, porém em pequenas quantidades, por meio de processos de dissolução de rochas, carreamento do solo, chuvas e decomposição de matéria orgânica. A presença do fósforo (P) também pode estar relacionada às ações antrópicas devido ao lançamento de esgotos, fertilizantes, pesticidas e detergentes nas águas (SARDINHA et al, 2008). Ainda, por ser um dos nutrientes para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais. O fósforo constitui-se, portanto, um importante parâmetro de classificação das águas naturais, participando também na composição de índices de qualidade de águas (SPERLING, 1996).

Um dos recursos hídricos do município de Paranaguá é o Rio da Vila. O mesmo cruza a Rodovia Engenheiro Argus Thá Heyn (PR-407) no Km 3. Esta rodovia apresenta grande fluxo de veículos e é um dos principais acessos às praias do litoral paranaense, como ilustrado na Figura 1.

As águas desse rio foram utilizadas, durante muito tempo, por moradores próximos para atividades de lazer, como nadar e banhar, além da pesca de subsistência. Porém, nos últimos anos, esse rio sofre com o aumento da ação antrópica ao longo do seu curso, inclusive com rede de esgoto clandestina. Os eventos que mais contribuem nesse processo antrópico são o aumento da circulação de turistas no verão e a crescente expansão demográfica no seu entorno. Esses fatos tem gerado a diminuição das áreas de Mata Atlântica que são utilizadas para construção de residências, bem como para o comércio em geral. Devido a esses fatores é importante monitorar as concentrações de nutrientes presentes nessas águas (fosfato, nitrato, nitrito e amônio), bem como, é interessante avaliar outros parâmetros físico-químicos, como pH, turbidez, temperatura e resíduo total. Pela avaliação desses resultados será possível

## 2. Parte experimental

Para os ensaios analíticos foram retiradas amostras de água do Rio da Vila, em Paranaguá, PR. As amostras foram retiradas na profundidade máxima de 30 cm, portanto são consideradas amostras superficiais. Todas as amostras foram armazenadas seguindo normas específicas para cada tipo de ensaio analítico, segundo Rice et al, 2012, no laboratório 02 do Departamento de Ciências Biológicas da UNESPAR – Campus Paranaguá, PR, onde os ensaios analíticos foram realizados.

Tabela 1 - Coordenadas geográficas dos oito pontos de amostragem no Rio da Vila, em Paranaguá, PR.

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>
<b>1</b>	25° 58' 497" S e 48° 56' 731" W
<b>2</b>	25° 58' 511" S e 48° 56' 746" W
<b>3</b>	25° 58' 502" S e 48° 56' 742" W
<b>4</b>	25° 58' 498" S e 48° 56' 756" W
<b>5</b>	25° 58' 570" S e 48° 56' 832" W
<b>6</b>	25° 58' 527" S e 48° 56' 783" W
<b>7</b>	25° 58' 508" S e 48° 56' 909" W
<b>8</b>	25° 58' 518" S e 48° 56' 779" W

### 2.1. Delimitação da Área de Amostragem

Foram escolhidos oito diferentes pontos de amostragens do Rio da Vila para analisar os teores de nutrientes e a caracterização físico-química da água do rio.

As coordenadas geográficas dos oito pontos amostrados estão listadas na Tabela 1, sendo que esses pontos de amostragem estão localizados próximos à ponte da Rodovia PR-407 no Km 3, conforme esquematizado na Figura 2.

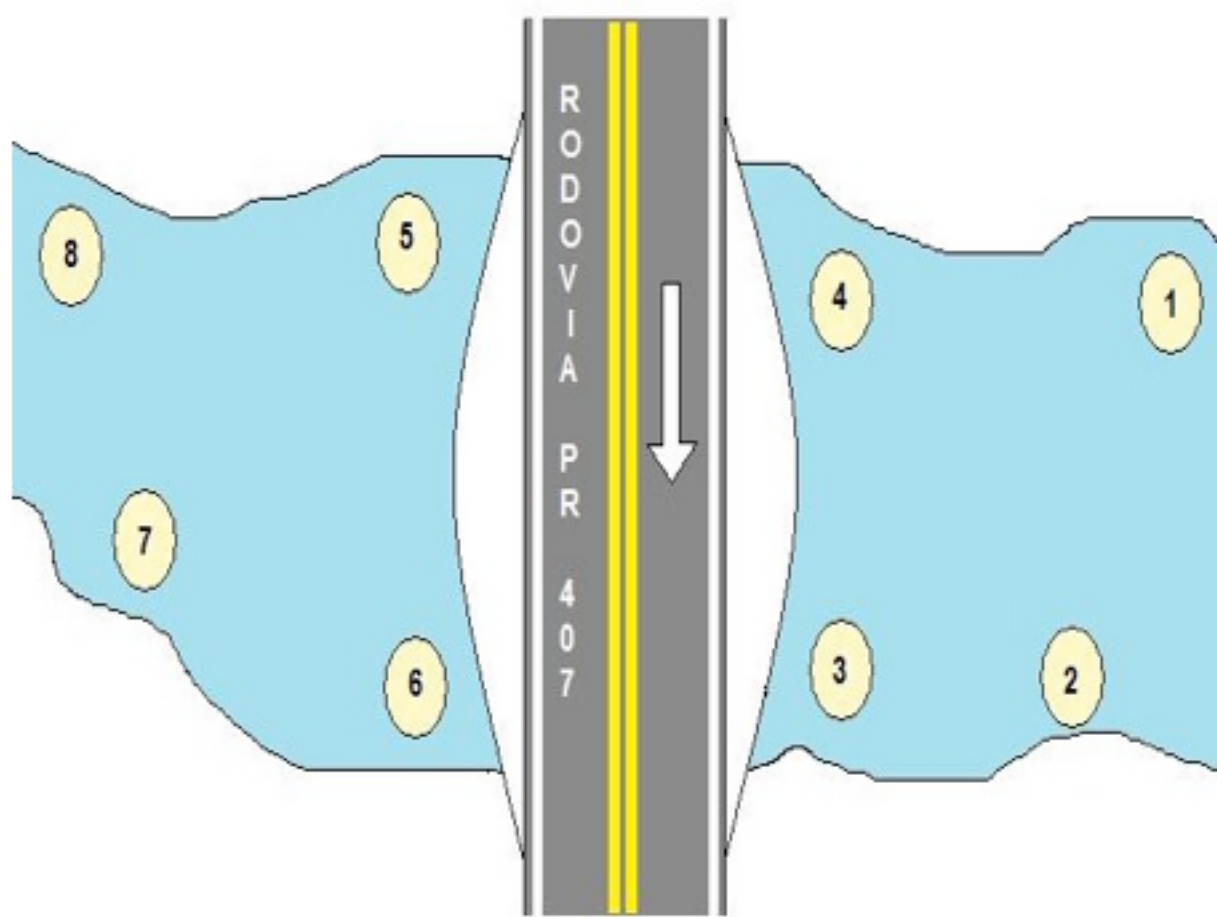


Figura 2 – Esquema da localização dos oito pontos de amostragem no Rio da Vila, em Paranaguá, PR.

A primeira coleta foi realizada no mês de janeiro, período considerado de alta temporada (verão). Enquanto, a segunda amostragem foi realizada no mês de maio, período que inicia a baixa temporada (outono/inverno). Esses períodos contrastantes foram escolhidos para determinar se há interferência na qualidade da água do referido rio, em função do fluxo de pessoas que circulam pelo local, uma vez que o rio está localizado em uma das principais ligações ao litoral paranaense, que é a Rodovia Engenheiro Argus Thá Heyn (PR-407).

## 2.2. Materiais e Reagentes

Os reagentes utilizados foram de grau analítico e todas as soluções foram preparadas com reagente água tipo IV segundo ASTM D1193 para solubilização dos mesmos. As medidas experimentais foram realizadas no ambiente laboratorial com temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

Os ensaios espectrofotométricos foram realizados utilizando o espectrofotômetro UV/Vis da Biospectro®, modelo SP-22. Todas as análises espectrofotométricas foram precedidas pela determinação de amostra do branco, que consistiu de reativos específicos que formaram o complexo colorido, utilizando água destilada e não amostra de água do rio.

Para os ensaios potenciométricos foi utilizado o medidor de pH de bancada, da PHTEK®, modelo PHS-3E. Nas análises de turbidez utilizou-se um turbidímetro digital portátil da AKSO®, modelo TU2016. Os resíduos totais foram determinados, após ensaios gravimétricos realizados utilizando a chapa aquecedora da Biomixer®, modelo DB-IVAC; a estufa da DELEO®, modelo TLK48; além de uma balança analítica da Bel Engineering®, modelo Mark M214A.

## 2.3. Metodologia

Antes de realizar as medidas de pH das amostras do Rio da Vila, calibrou-se o medidor de pH utilizando solução tampão pH 7,00 e, em seguida utilizou-se a solução tampão pH 4,00.

Os ensaios de turbidez foram realizados após a calibração do turbidímetro com solução padrão 0 NTU e depois com a solução padrão 100 NTU.

O elemento químico fósforo na forma de fosfato ( $PO_4^{3-}$ ) foi determinado por



espectrofotometria. O equipamento foi calibrado e o comprimento de onda de máxima absorção utilizado foi 660 nm. Em cada uma das amostras foram adicionadas alíquotas de soluções de molibdato de amônio, ácido nítrico, ácido ascórbico e glicerina. Após trinta minutos de reação, a solução adquire a coloração azul (azul de molibdênio) (MASINI, 2008) e as medidas de absorbância foram realizadas.

O nitrogênio foi determinado espectrofotometricamente na forma de amônio, nitrato e nitrito. Para a determinação de amônio, as medidas de absorbância foram realizadas utilizando o comprimento de onda de máxima absorção em 630 nm. Após a mistura das amostras de água do Rio da Vila ou das soluções padrões com as soluções de nitroprussiato de sódio, ácido fênico, hidróxido de sódio e cloro ativo, ocorreu a formação da coloração azul de indofenol após 15 minutos de mistura (STANDEN & TALIAARD, 1997; SILVA et al, 2006).

Pelo método de Griess, que utiliza o comprimento de onda de máxima absorção em 540 nm, o nitrito foi determinado (GREEN et al, 1982). Nas amostras de água do rio ou nas soluções padrões adicionaram-se alíquotas da solução de sulfanilamida e cloridrato de N-1-naftiletilenodiamina (NED), em meio ácido. Após 15 minutos, a solução adquire a coloração rósea-fúcsia, podendo então determinar os valores de absorbância.

Na quantificação do íon nitrato também empregou-se o método de Griess (Green et al, 1982). Contudo, utilizando zinco em pó como agente redutor, o nitrato presente nas águas do rio ou nas soluções padrão foi previamente reduzido a nitrito, visto que na forma mais oxidada o nitrogênio não reage com as soluções de sulfanilamina e cloridrato de N-1-naftiletilenodiamina (NED), em meio ácido para forma a coloração rósea-fúcsia.

Todas as determinações analíticas foram realizadas com cinco repetições visando diminuir os possíveis erros que, comumente, ocorrem em todo processo analítico. Assim, os resultados representam a média obtida dessas medidas, em cada um dos pontos e o respectivo desvio padrão.

---

### **3. Resultados e discussão**

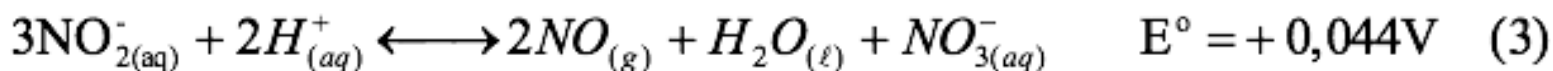
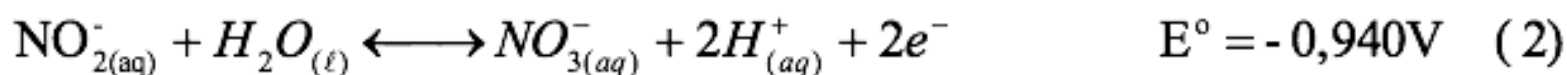
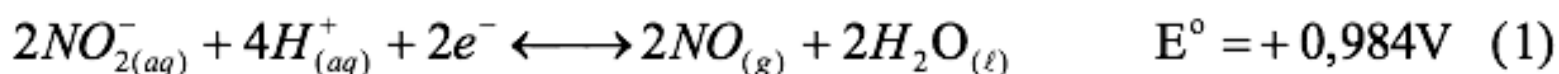
Os ensaios analíticos realizados para se determinar a concentração do elemento fósforo nas águas do Rio da Vila apresentam valores bastante elevados deste elemento. Ficando entre 15 a 19 vezes maior se comparados a concentração limite preconizada na Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005). Segundo essa resolução a concentração do elemento fósforo em águas da Classe 3 não deve exceder a 0,150mg.L<sup>-1</sup> em ambientes lóticos, ou seja, àqueles referentes a águas continentais que estão em constante movimento. Os valores de fósforo descritos na Tabela 2 são similares àqueles obtidos de amostras retiradas de outras regiões de Paranaguá (CAZATI, 2010; REIS et al, 2014; REIS et al, 2015; CUNHA & ROCHA, 2015), sendo que no caso presente os resultados direcionam que o processo de contaminação antrópica nessas águas, não é devido ao fluxo de turistas, pois em ambas as épocas do ano (verão ou outono-inverno) os valores apresentados são similares. Assim, esse processo de contaminação está diretamente relacionado à expansão demográfica na referida região, ou ainda, devido as quantidades elevadas de fertilizantes que são transportadas pelos Portos de Paranaguá e Antonina.

Tabela 2 – Concentração de elemento fósforo na forma do íon fosfato, em cada ponto de amostragem do Rio da Vila, em Paranaguá, PR, nos períodos de verão e outono-inverno.

**Fósforo / mg L<sup>-1</sup>**

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Alta temporada</b>	<b>Baixa temporada</b>
<b>1</b>	2,52 ± 0,01	2,49 ± 0,02
<b>2</b>	2,31 ± 0,02	2,78 ± 0,02
<b>3</b>	2,38 ± 0,01	2,35 ± 0,03
<b>4</b>	2,39 ± 0,01	2,85 ± 0,02
<b>5</b>	2,63 ± 0,02	2,50 ± 0,02
<b>6</b>	2,52 ± 0,02	2,56 ± 0,02
<b>7</b>	2,67 ± 0,01	2,66 ± 0,02
<b>8</b>	2,82 ± 0,01	2,42 ± 0,02

O íon nitrito, uma das formas iônicas do nitrogênio não foi detectado em ambos os períodos de amostragem. Contudo, a não presença desse importante indicador da qualidade da água não corrobora com a inexistência da espécie nas águas do Rio da Vila. Esta afirmação se justifica pela alta instabilidade, em meio aquoso, do íon nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), conforme representado pela Equação 3 (HARRIS, 2001). Desta forma, parte do íon nitrito introduzido em meio aquoso é facilmente oxidado a nitrato (equação 2) e, parte é reduzido a uma de suas formas gasosas, ou seja, óxido nítrico (NO) (equação 1).



Na Tabela 3 estão descritas as concentrações de íon nitrato, a forma mais oxidada do elemento nitrogênio, presente nas águas do Rio da Vila. O referido íon apenas está presente nas amostras retiradas na alta temporada e nos oito pontos amostrados, não sendo detectado nas amostras retiradas na baixa temporada. Comparativamente, percebe-se que as águas do Rio da Vila, na alta temporada são contaminadas antropicamente devido ao fluxo populacional e ao expansionismo imobiliário local.

Tabela 3 - Concentração do elemento nitrogênio na forma do íon nitrato, em cada um dos pontos de amostragem no Rio da Vila em Paranaguá, PR, nos períodos do verão e outono-inverno.

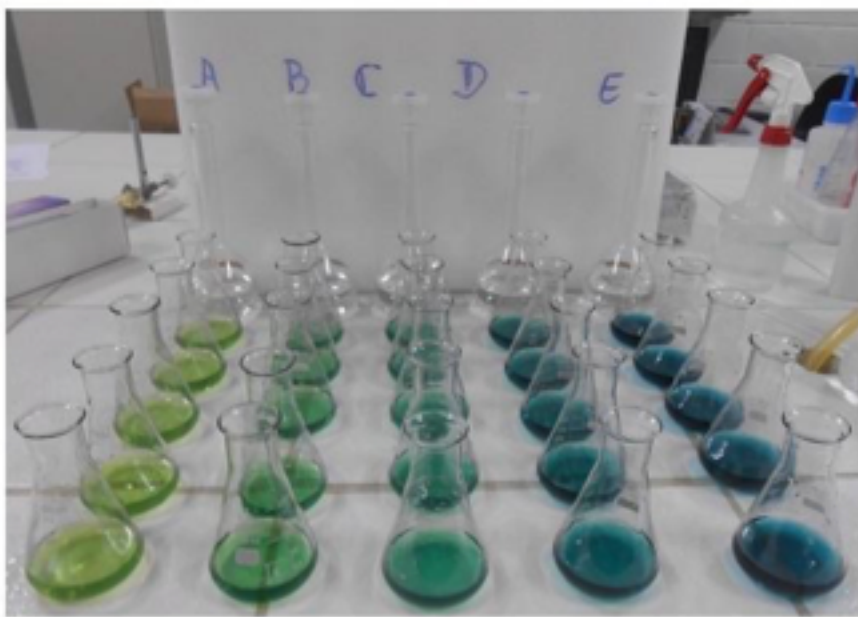
**Nitrato / mg L<sup>-1</sup>**

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Alta temporada</b>	<b>Baixa temporada</b>
<b>1</b>	0,87±0,02	<b>ND</b>
<b>2</b>	1,17±0,02	
<b>3</b>	0,77±0,02	
<b>4</b>	0,97±0,07	
<b>5</b>	0,64±0,02	
<b>6</b>	1,01±0,01	
<b>7</b>	0,96±0,02	
<b>8</b>	1,07±0,03	

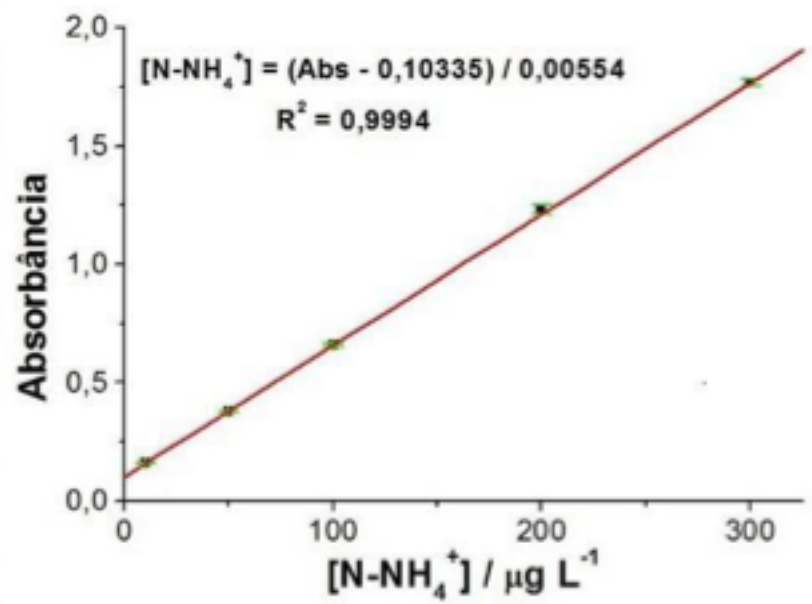
As concentrações de nitrato nas águas do Rio da Vila estão bem abaixo do limite máximo permitido pela Resolução 357/2005 CONAMA (BRASIL, 2005) para o elemento nitrogênio na forma de nitrato que é de 10 mg L<sup>-1</sup>. Contudo, em águas superficiais esse íon, normalmente, é encontrado em concentrações muito baixas, visto que o mesmo é transportado para águas mais profundas, o que pode ser o caso deste estudo. Entretanto, a detecção de nitrato somente na alta temporada pode estar associada a diferentes fatores, tais como a introdução nessas águas de concentrações de agentes oxidantes durante o período, que podem transformar o íon amônio em nitrato e também devido a processos de contaminação das águas por eliminação da Mata Atlântica para construção de moradias e expansão do comércio em geral.

Na forma do íon amônio, o nitrogênio apresenta o menor número de oxidação quando comparado as formas dos íons nitrito e nitrato. Todas as curvas padrões dos ensaios realizados espectrofotometricamente foram preparadas a partir de sais de grau analítico e pela dissolução do mesmo com reagente água tipo IV segundo ASTM D1193. Na figura 3 se observam imagens da curva padrão do íon amônio na baixa temporada. Em I é apresentada a imagem das soluções de indofenol obtidas após a mistura das soluções padrões com soluções de nitroprussiato de sódio, ácido fênico, hidróxido de sódio e cloro ativo, sendo (A) 10, (B) 50, (C) 100, (D) 200 e (E) 300 µg.L<sup>-1</sup>. E em II a curva de calibração utilizada para os cálculos das absorbâncias das amostras reais, sendo que nessa figura ainda aparecem a equação da reta e o coeficiente de correlação da mesma. Procedimento similar foi realizado em cada um dos períodos de amostragem, bem como para cada íon avaliado. O íon amônio foi quantificado nos dois períodos de amostragem e as concentrações obtidas nas águas do Rio da Vila estão representadas na Tabela 4, onde se percebe que os valores obtidos na baixa temporada são muito maiores do que na alta temporada. Adicionalmente, na Tabela 5 são apresentados os valores de pH obtidos nas amostras de água. Acredita-se que os valores de pH, nitrato e amônio estão relacionados.





I



II

Figura 3 - (I) Imagem das soluções de indofenol obtidas após a mistura das soluções padrões com soluções de nitroprussiato de sódio, ácido fênico, hidróxido de sódio e cloro ativo, (II) Curva de calibração, equação da reta e coeficiente de correlação dos valores de absorbância obtidos nos padrões de amônio na baixa temporada.

Observa-se quanto maior a concentração do íon amônio em meio aquoso, menores são os valores de pH da água. Isto está associado ao processo de hidrólise do íon amônio em meio aquoso (Equação 4), o qual ocorre com liberação de prótons para o recurso hídrico, alterando o pH do meio (CHRISTIAN, 1994).



Esses resultados concordam com a hipótese de que no período de alta temporada o íon amônio é oxidado a nitrato pela adição antrópica de substâncias oxidantes ao meio aquático. No período de baixa temporada este fato não ocorre, visto que o número da população diminui. Percebe-se ainda que na baixa temporada, as concentrações de íon amônio no Rio da Vila são mais elevadas, com valores de 2,0 a 9,5 vezes maiores que em alta temporada.

Tanto na alta quanto na baixa temporada no ponto de amostragem 4 apresentaram os maiores valores da concentração de íon amônio. Provavelmente, este fato se explica pela captação de água da parte lateral da rodovia onde existe maior influência antrópica.

Tabela 4 - Concentração do íon amônio, em cada um dos pontos de amostragem no Rio da Vila em Paranaguá - PR, nos períodos do verão e outono-inverno.

**Amônio / mg L<sup>-1</sup>**

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Alta temporada</b>	<b>Baixa temporada</b>
<b>1</b>	0,059 ± 0,001	0,238 ± 0,002
<b>2</b>	0,079 ± 0,002	0,294 ± 0,002
<b>3</b>	0,094 ± 0,001	0,255 ± 0,002
<b>4</b>	0,152 ± 0,002	0,300 ± 0,001
<b>5</b>	0,025 ± 0,002	0,234 ± 0,002
<b>6</b>	0,046 ± 0,002	0,199 ± 0,002
<b>7</b>	0,051 ± 0,002	0,250 ± 0,003
<b>8</b>	0,094 ± 0,001	0,225 ± 0,003

Os próximos parâmetros físico-químicos avaliados auxiliam na caracterização dessas águas superficiais, ou seja, pH, sólidos totais e turbidez. Os valores de pH na baixa temporada são inferiores aos determinados em alta temporada, influenciado pelo processo de hidrólise do íon amônio que ocorre e diminui o pH das águas do Rio da Vila. Segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA os valores de pH, para essa Classe de águas, não devem ser inferior a 6,0 e superior a 8,0. Desta forma, os valores de pH das águas do Rio da Vila em baixa temporada não estão atendendo aos limites indicados na Resolução CONAMA.

Tabela 5 – Valores de pH das amostras de cada um dos pontos de amostragem no Rio da Vila em Paranaguá – PR, à 23±2 o C

**pH**

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Alta temporada</b>	<b>Baixa temporada</b>
<b>1</b>	6,81 ± 0,02	6,00 ± 0,01
<b>2</b>	6,75 ± 0,01	5,96 ± 0,01
<b>3</b>	6,71 ± 0,01	5,91 ± 0,02
<b>4</b>	6,64 ± 0,02	5,90 ± 0,02
<b>5</b>	6,60 ± 0,02	5,94 ± 0,02
<b>6</b>	6,63 ± 0,02	5,89 ± 0,01
<b>7</b>	6,61 ± 0,02	5,92 ± 0,02
<b>8</b>	6,59 ± 0,01	5,88 ± 0,01

Resíduos sólidos dissolvidos totais determinados de água, referem-se às substâncias que são solúveis em água e que, por sua vez, somente são observáveis quando se elimina todo solvente da solução. Assim, na Tabela 6 são apresentadas as concentrações de resíduos sólidos dissolvidos totais das águas do Rio da Vila, em Paranaguá – PR.

Tabela 6 – Concentrações de resíduos sólidos totais em cada um dos pontos de amostragem no Rio da Vila em Paranaguá – PR, nos períodos do verão e outono-inverno.

**Resíduo sólido / mg L<sup>-1</sup>**

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Alta temporada</b>	<b>Baixa temporada</b>
<b>1</b>	73,0 ± 1,9	27,0 ± 2,4
<b>2</b>	58,0 ± 1,7	19,0 ± 2,4
<b>3</b>	260,0 ± 4,3	150,0 ± 2,8
<b>4</b>	270,0 ± 3,3	185,0 ± 2,3
<b>5</b>	76,0 ± 2,0	32,0 ± 2,6
<b>6</b>	85,0 ± 2,7	44,0 ± 2,4
<b>7</b>	159,0 ± 5,2	68,0 ± 2,3
<b>8</b>	322,0 ± 5,8	230,0 ± 2,4

Em ambas as temporadas de amostragem os valores determinados de resíduos sólidos totais dissolvidos nas águas do Rio da Vila encontram-se abaixo do limite máximo permitido pela Resolução 357/2005 CONAMA, que é de 500 mg L<sup>-1</sup>. Indicativo de que nesse parâmetro as águas do Rio da Vila apresentam boa qualidade, visto que não ocorre excesso de partículas solúveis que poderiam alterar as propriedades organolépticas desse recurso hídrico.

Tabela 7 – Valores de turbidez das amostras, em cada um dos pontos de amostragem, no Rio da Vila em Paranaguá – PR, nos períodos do verão e outono-inverno.

**Turbidez / NTU**

<b>Ponto de Amostragem</b>	<b>Alta temporada</b>	<b>Baixa temporada</b>
<b>1</b>	6,95 ± 1,20	3,39 ± 0,02
<b>2</b>	5,73 ± 0,02	3,10 ± 0,02
<b>3</b>	5,46 ± 0,02	3,06 ± 0,02
<b>4</b>	5,56 ± 0,02	3,12 ± 0,03
<b>5</b>	5,32 ± 0,81	3,02 ± 0,02
<b>6</b>	5,21 ± 0,01	2,99 ± 0,01
<b>7</b>	5,30 ± 0,02	3,02 ± 0,02
<b>8</b>	5,24 ± 0,02	3,00 ± 0,01

As concentrações de resíduos sólidos totais dissolvidos nas águas do Rio da Vila, em Paranaguá - PR, em alta temporada são ligeiramente mais altos do que aqueles obtidos em baixa temporada, nos mesmos pontos de amostragem. Indicativo da forte influência do fluxo populacional na região e no período amostral deste recurso hídrico.

Na Tabela 7 estão demonstrados os valores de turbidez das águas do rio da Vila em Paranaguá - PR. Tanto em alta temporada quanto na baixa temporada, independentemente do ponto amostral, os valores obtidos de turbidez encontram-se abaixo do limite máximo permitido pela Resolução 357/2005 CONAMA, que é de 40 NTU.

Similarmente as concentrações de resíduos sólidos totais, os valores de turbidez das águas do Rio da Vila, na alta temporada, são ligeiramente superiores àqueles obtidos na baixa

temporada. Outro fator que possibilita constatar que o fluxo de turistas na alta temporada influencia os parâmetros físico-químicos das águas do rio da Vila, em Paranaguá.

---

## 4. Conclusões

A partir das análises de nutrientes (fósforo, amônio, nitrito, nitrato) e dos parâmetros físico-químicos (pH, resíduo sólido totais e turbidez) das águas do Rio da Vila, em Paranaguá – PR constata-se que este sofre influência pela contaminação antrópica em menor ou em maior proporção, na alta temporada (verão) ou, na baixa temporada (outono – inverno).

O parâmetro que mais apresenta interferência pela expansão imobiliária e também pelas atividades do Porto de Paranaguá e Antonina, independente do período de amostragem é a concentração de fósforo que ultrapassa em quase 20 vezes o valor máximo preconizado pela Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Outros parâmetros físico-químicos também sofrem por esses fatores, porém o fluxo de turistas na região durante a alta temporada tem interferido de forma significativa. Embora até o momento alguns nutrientes encontrados estejam dentro dos limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA. As concentrações de nitrato, amônio e o pH das águas do Rio da Vila em Paranaguá se inter-relacionam, pois quando as concentrações de amônio diminuem, ocorre aumento nos valores de pH e também, aumento nos valores das concentrações de nitrato. As concentrações de nitrato, amônio e o pH se relaciona diretamente com a presença de turistas na região e também, na alta temporada.

Tanto a concentração de resíduos sólidos totais quanto a turbidez das águas do rio da Vila, em Paranaguá – PR tornam-se elevadas, sendo fortemente influenciada na alta temporada pelo fluxo populacional local, ou seja o aumento do fluxo de turistas na região litorânea Paranaense promove alterações significativas nestes parâmetros de qualidade da água.

Em suma, estudos sistemáticos e monitoramento dos principais indicadores da qualidade da água do Rio da Vila, em Paranaguá – PR precisam ser implantados urgentemente, a fim de se remediar e prever possíveis problemas neste recurso hídrico tão essencial para a região.

---

## Referências bibliográficas

APPA. (2014a) <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/modules/noticias/makepdf.php?storyid=488> acesso em 17/12/14a as 11h23.

APPA. (2014b) <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=1339> acesso em 17/12/14b as 11h38.

APPA. (2014c) <http://www.portosdoparana.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=1354> acesso em 17/12/14c as 11h14.

BRANCO, J. C. (2008) Ecossistemas de Planície de Maré e Alterações Morfológicas na Foz do Rio Cachoeira, Paraná. Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, v. 14, n. 1, p. 33-41.

BRASIL (2005) Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 18/03/2005, Executivo.

BRASIL (2006) Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Brasília: Ministério da Saúde, p.51-52.

CAZATI, C. A. (2010) Fracionamento do Fósforo em Sedimentos Superficiais do Complexo Estuarino de Paranaguá. Dissertação de Mestrado. UFPR: Centro de Estudos do Mar, Pontal do Paraná, PR, 95p.

CHRISTIAN, G. D., (1994) Analytical Chemistry. 5th Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc, p. 188.



- CUNHA, E. J. N. S.; ROCHA, J. R. C. (2015) Avaliação da Concentração do Íon Fosfato em Recursos Hídricos de Algumas Cidades do Litoral Paranaense. *Periódico Tchê Química*. v. 12, n. 23, p. 34-38.
- GARCIA, G.; CARDOSO, A. A. (2013) Da Escassez ao Estresse do Planeta: Um Século de Mudanças no Ciclo do Nitrogênio. *Química Nova*, v. 36, n. 9, p. 1468-1476.
- GREEN, L. C.; WAGNER, D. A.; GLOGOWSKI, J.; SKIPPER, P. L.; WISHNOK, J. S.; TANNENBANM, S. R. (1982) Analysis of nitrate, nitrite, and [<sup>15</sup>N]nitrate in biological fluids. *Analytical Biochemistry*, v. 126, n. 1, p. 131-138.
- HARRIS, D. C. (2001) *Análise Química Quantitativa*. 5a. Edição. LTC Editora: Rio de Janeiro, p. 799.
- MASINI, J. C. (2008) Demonstrando os Fundamentos, Potencialidades e Limitações da Análise por Injeção Sequencial. *Química Nova*, v. 31, n. 3, p. 704-708.
- REIS, C. S.; CAVALLET, L. E.; ROCHA, J. R. C. (2014) Macronutrientes nas Águas de Irrigação em uma Propriedade de Produção Orgânica em Paranaguá – PR. *Periódico Tchê Química*. v. 11, n. 22, p. 85-91.
- REIS, C. S.; FRANÇA, H. T. S.; MOTYL, T; CORDEIRO, T. S.; ROCHA, J. R. C. (2015) Avaliação da Atividade Antrópica no Rio Guaraguaçu (Pontal do Paraná – PR). *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 20, n. 3. p. 389-394.
- RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D.; CLESCERI, L. S. (ed.) (2012) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22nd Edition. Washington: American Public Health Association.
- SARDINHA, D. S.; CONCEIÇÃO, F. T.; SOUZA, A. D. G.; SILVEIRA, A.; JULIO, M.; GONÇALVES, J. C. S. I. (2008) Avaliação da Qualidade da Água e Autodepuração do Ribeirão do Meio, Leme (SP). *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 13, n. 3, p. 329-338.
- SILVA, L. I. D.; CARNEIRO, M. C.; EMÍDIO, V. S.; JUNIOR, S. S. H.; MONTEIRO, M. I. C. (2006) Determinação das Formas do Nitrogênio e Nitrogênio Total em Rochas-Reservatório de Petróleo com Destilação por Arraste de Vapor e Método do Indofenol. *Química Nova*, v. 29, n. 1, p. 46-51.
- SILVA, W. T. L.; NOVAES, A. P.; KUROKI, V.; MARTELLI, L. F. A.; JUNIOR, L. M. (2012) Avaliação Físico-Química de Efluente Gerado em Biodigestor Anaeróbico para Fins de Avaliação de Eficiência e Aplicação de Fertilizante Agrícola. *Química Nova*, v. 35, n. 1, p. 35-40.
- SPERLING, M. V. (1996) *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 1 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, p. 452.
- SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. (2008) *Química Ambiental*. 2a Edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 236.
- STANDEN, J. F. van; TALIAARD, R. E. (1997) Determination of ammonia in water and industrial effluent streams with the indophenol blue method using sequential injection analysis. *Analytica Chimica Acta*, v. 344, n. 3, p. 281-289.
- TREMARIN, P. I.; LUDWING, T. A. V.; FILHO, H. M. (2008) Eunotia Ehrenberg (Bacillariophyceae) do Rio Guaraguaçu, Litoral do Paraná, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. v. 22, n. 3, p. 845-862.

---

1. Bióloga pela Universidade Estadual do Paraná – Campus Paranaguá (PR) Brasil. Bolsista Especialização do Projeto Couro de Peixes – UNESPAR – Campus Paranaguá - Endereço eletrônico: [horrnathamyres@gmail.com](mailto:horrnathamyres@gmail.com)

2. Doutora em Físico – Química pela Universidade de São Paulo – Campus São Carlos. Professora Adjunta da UNESPAR – Campus União da Vitória (PR) Brasil - Endereço eletrônico: [sandraremo@yahoo.com.br](mailto:sandraremo@yahoo.com.br)

3. Pós-doutor em Química Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidade – EACH-USP-Leste. Professor Adjunto da UNESPAR – Campus Paranaguá (PR) Brasil. Endereço eletrônico: [jose.rocha@unespar.edu.br](mailto:jose.rocha@unespar.edu.br)

**Fonte de Financiamento:** Fundação Araucária.

---



[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]