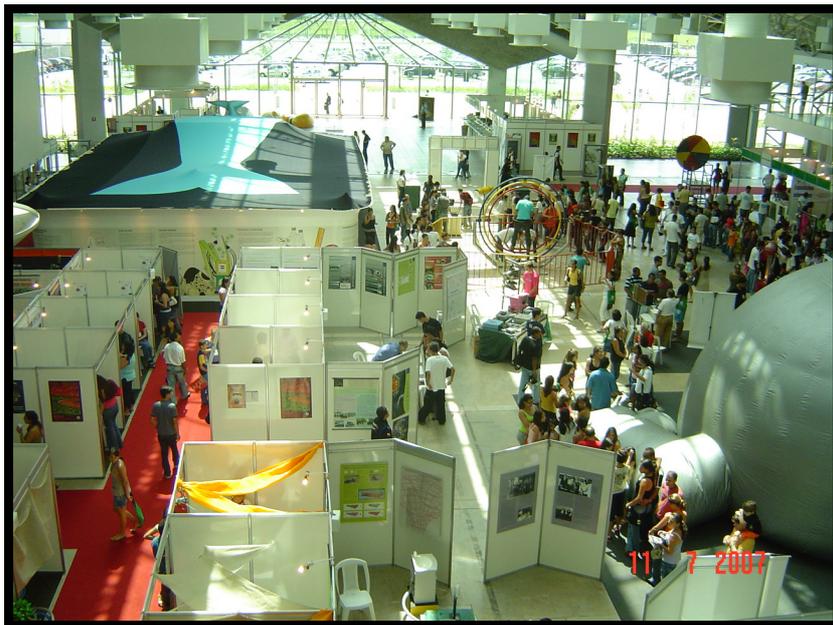




**Instituto de Biociências**  
**Departamento de Botânica**

USP

*Elaboração de relatórios científicos:  
informações básicas para jovens investigadores  
dos ensinos fundamental e médio.*



*“Não existe ciência aplicada, apenas aplicações da ciência.”  
Louis Paster, pai da biotecnologia moderna*

*Suzana Ursi*

**Apoio:**



**Instituto de Biociências**

**Departamento de Botânica**

### Ficha Catalográfica

U82 Ursi, Suzana  
Elaboração de relatórios científicos : informações básicas para jovens investigadores dos ensinos fundamental e médio / Suzana Ursi – São Paulo : Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Botânica, 2008. 41p. : il. – (Projeto de Cultura e Extensão).

1. Ciências – Aprendizagem e ensino 2. Ciências – Método científico 3. Ciências – Redação científica 4. Ciências – Relatório científico I. Título.

ISBN: 978-85-85658-23-6

LC: Q 181.A2

*Aos meus queridos alunos dos ensinos fundamental e  
médio, com os quais tanto aprendi.*

## **Apresentação**

**O presente material destina-se a você, jovem do ensino fundamental ou médio, que inicia seus estudos no campo da investigação científica.** Você é importante agente transformador e suas idéias aparentemente simples podem representar grandes contribuições futuras para o desenvolvimento social, econômico e ambiental de nosso país e, quem sabe, de nosso planeta!

Justamente por acreditar nesse enorme potencial das “jovens idéias”, desenvolvemos o presente material com o objetivo de apresentar algumas noções básicas e exemplos sobre a elaboração de relatórios científicos de maneira descontraída e simplificada. Não temos a intenção de abordar todo o processo relacionado à elaboração e execução de um trabalho de investigação. No entanto, esperamos auxiliá-lo especificamente na importante tarefa de apresentar o trabalho desenvolvido.

Uma idéia inovadora apenas gerará real impacto se puder ser exposta de maneira adequada à sociedade. Pretendemos auxiliá-lo a apresentar de forma clara e organizada os dados referentes à sua investigação na forma de relatório científico, seguindo normas básicas utilizadas internacionalmente para as comunicações científicas.

É necessário ressaltar que existem diversas variações do modelo básico de apresentação de um relatório científico. Essas variações dependem de fatores como: áreas do conhecimento, instituições de pesquisa ou ensino para onde o relatório será enviado, nível de ensino e objetivos específicos do relatório. Também existem inúmeros materiais impressos ou disponíveis na internet que visam apresentar esses diferentes modelos. No caso de nosso material, iremos apresentar um modelo que julgamos apropriado à sua faixa etária e, portanto, adequado à apresentação de trabalhos em eventos científicos específicos para estudantes do ensino básico (por exemplo, FEBRACE, MOSTRATEC, SBPC Jovem). Inclusive, a figura da capa de nosso material apresenta uma fotografia de um desses eventos: a SBPC Jovem, realizada em Belém-do-Pará, em julho de 2007.

Estudantes do ensino superior que iniciam suas atividades em elaboração de relatório científico também podem utilizar o presente material, mas sugiro que apenas como um auxílio inicial. Nesse caso, é necessário consultar referências adicionais, específicas para tal nível de ensino.

Agradeço à Profa. Eliana E. Araujo e às alunas Diana Henriques e Carolina Z. de Moraes, por permitirem a utilização de um relatório que elaboramos em conjunto como exemplo no presente material; ao Luiz Eduardo Vicentin, pela cuidadosa revisão gramatical e ortográfica; à Sandra M. R. Tonidandel, pelo incentivo (Colégio Dante Alighieri); à Profa. Dra. Estela M. Plastino por permitir a utilização de parte de um artigo científico do qual é co-autora como exemplo no presente material; e ao Departamento de Botânica, na pessoa do Prof. Dr. José R. Pirani, pelo apoio à publicação do presente material (Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo).

**Esperamos que este material ajude você a expressar suas idéias da melhor forma possível, bem como obter grandes conquistas!**

**Boa leitura!**

**Suzana Ursi**

## **Sumário**

1. Afinal, o que é método científico? -----	6
2. Características gerais da redação científica-----	7
3. Estruturação de um relatório científico-----	9
3.1. Capa-----	11
3.2. Dedicatória, epígrafe, agradecimentos e sumário-----	11
3.3. Resumo-----	12
3.4. Introdução-----	12
3.5. Desenvolvimento do projeto-----	15
3.5.1. Materiais e métodos-----	15
3.5.2. Resultados-----	15
3.5.3. Discussão-----	16
3.6. Conclusões-----	16
3.7. Referências bibliográficas-----	17
3.8. Anexos-----	17
4. Referências bibliográficas-----	18
5. Exemplo de Relatório Científico -----	20

## **1. Afinal, o que é o método científico?**

A linguagem do relatório científico deve ser compatível com o método utilizado para desenvolver o trabalho, ou seja, deve estar em sintonia com os princípios do método científico. Dessa forma, antes de iniciarmos nosso aprendizado sobre elaboração de um relatório, é importante lembrarmos as etapas básicas desse método. O quadro abaixo apresenta a visão tradicional das etapas do método científico (modificado de Marsul & Silva, 2005).

- 1. Observação de fenômenos e elementos da natureza;**
- 2. Identificação de um problema (formulação de uma questão de estudo);**
- 3. Elaboração de uma hipótese (suposição que tenta responder o problema identificado);**
- 4. Teste da hipótese (geralmente por experimentação);**
- 5. Registro e análise dos dados experimentais;**
- 6. Formulação de conclusões a partir dos dados experimentais.**

O método científico é um instrumento que o homem utiliza para entender a natureza (De Meis, 1997). Uma característica importante desse método refere-se ao fato de os experimentos serem realizados com um rigor tão grande que esses mesmos experimentos possam ser repetidos por qualquer cientista, em qualquer época e local, gerando os mesmos resultados dos experimentos originais.

É muito importante ressaltar que o método científico não deve ser encarado como uma simples lista estática de etapas bem ordenadas capaz de gerar o único tipo de conhecimento seguro, o científico. Ao contrário, uma visão mais moderna dos métodos de investigação utilizados pelos cientistas os define como um processo bastante dinâmico, que leva em consideração a percepção que os cientistas têm da realidade, sua visão de mundo, bem como sua postura crítica (Dourado & Sequeira, 2002; Marsul & Silva, 2005).

Em um processo de investigação científica, o pesquisador deve ser capaz de imaginar uma estratégia para resolução de um problema, o que implica “re-interpretar” o enunciado do problema, antecipar possíveis respostas ao problema, analisar variáveis (para distingui-las entre variáveis relevantes e irrelevantes), imaginar e avaliar diferentes estratégias de resolução, implementar a estratégia selecionada (para obter evidências que conduzam à aceitação ou à rejeição das respostas antecipadas). Pode ainda acontecer que o pesquisador tenha de reformular toda estratégia ou parte dela ou até mesmo redefinir o problema (Dourado & Sequeira, 2002). Ufa! Fica claro que esse processo realmente é muito dinâmico e está longe de ser uma “receita para produção de conhecimento científico”.

Para você, jovem investigador, a utilização do método científico deve ser mais um importante instrumento de aprendizagem, unido a tantos outros, para promover seu desenvolvimento na cultura científica, ampliando seus recursos para atuar na melhoria da qualidade da vida em nosso planeta.

## 2. Características gerais da redação científica

O primeiro ponto importante para a estruturação de um bom texto científico é lembrar que, como qualquer outro texto, ele não deve apresentar erros gramaticais e ortográficos. Além disso, deve ser coerente, seguindo uma seqüência lógica. Lembrem-se daquela história de “começo, meio e fim”, tão trabalhada nas aulas de redação! No entanto, a redação científica tem algumas peculiaridades.

Não é muito comum vermos uma mãe “contar um artigo científico” para fazer uma criança dormir. Por outro lado, estamos acostumados com a linguagem literária desde muito cedo. Esta linguagem, quando escrita, admite frases longas, complexas e retóricas, para passar imagens e sensações ao leitor. Ao contrário, a linguagem científica deve ser **clara e objetiva, utilizando frases curtas e diretas**. Portanto, é normal termos dificuldade para escrever um texto científico. Mas nada que boa vontade e um pouco de treino não resolva!

Apresentamos a seguir algumas regras práticas fruto de experiências próprias ou sugeridas por autores e adaptadas para o presente material (Jucá M, 2006; Lacaz-Ruiz R, 1998; Volpato WC, 2006; Yoshida WB, 2006). Estas regras admitem exceções, mas, no geral, podem auxiliar bastante na elaboração de um texto científico de boa qualidade.

⇒ Antes de iniciar cada parte de seu texto, organize um roteiro com as idéias na ordem em que elas serão apresentadas. Você pode escrevê-las em pedaços de papel e mudá-las de ordem até chegar à seqüência desejada. Esse exercício o ajudará a organizar não apenas seu texto, mas também as idéias em sua mente.

⇒ Trabalhe com um dicionário e uma gramática ao seu lado e não hesite em consultá-los sempre que surgirem dúvidas. Muito cuidado com os corretores de programas como o Word! Eles são instrumentos úteis, mas podem falhar.

⇒ As frases devem ser curtas e escritas na ordem direta (sujeito → verbo → complemento). Frases escritas em voz passiva são muito utilizadas em relatórios e trabalhos científicos, mas devem ser evitadas.

⇒ Uma frase com muitas vírgulas deve ser substituída por algumas frases menores separadas por pontos.

⇒ Use apenas os adjetivos e advérbios extremamente necessários.

⇒ Evite repetições.

⇒ Não utilize ecos, cacófatos, linguagem coloquial e figuras de linguagem.

⇒ Não utilize siglas sem a prévia explicação.

⇒ Não utilize “gerundismos” 🍷. São formas de utilização do gerúndio típicas do inglês que não existem em português. Infelizmente, não é raro escutarmos coisas do tipo: “estarei anotando sua reclamação e transferindo a ligação para outro setor.”

⇒ O parágrafo é uma unidade de pensamento. Deve apresentar um fluxo de idéias, com começo, meio e fim. A primeira frase deve, preferencialmente, conter a informação principal. As demais devem complementar o conteúdo apresentado na primeira. A última frase deve fazer a ligação com o parágrafo seguinte. Pode conter a idéia principal se esta for uma conclusão das informações apresentadas nas frases anteriores.

⇒ Os parágrafos devem interligar-se de forma lógica.

⇒ Após o término de seu texto, leia-o criticamente pelo menos três vezes e corrija os erros antes de entregá-lo a seu orientador. Ele ficará muito feliz! 😊

⇒ Uma ótima estratégia é pedir para alguém que não conhece seu trabalho fazer uma leitura crítica. Normalmente, os autores conseguem “adivinhar”, pelo contexto, o sentido de uma frase mal redigida e o mesmo não ocorre com pessoas não envolvidas no trabalho.

**Leia o exemplo a seguir e tente reescrever o texto corrigindo-o.**

**... , foram utilizadas três tipos de cobaias, uma por cada tratamento, e o potencial do material foi muito surpreendente em relação à PT. Estaremos realizando outros experimentos visando aprofundar o estudo... 😞**

Calma, esse trecho foi inventado! Mas tenha certeza de que, quando isolados, os erros contidos no exemplo são mais comuns do que imaginamos. Devemos estar bastante atentos para evitá-los de modo a não comprometer a qualidade de nosso texto.

⇒ O primeiro passo para fazer uma boa revisão do texto é detectar os erros.

... , foram utilizadas<sup>1</sup> três tipos de cobaias, uma por cada<sup>2</sup> tratamento, e o potencial do material<sup>3</sup> foi muito surpreendente<sup>4</sup> em relação à PT<sup>5</sup>. Estaremos realizando<sup>6</sup> outros experimentos visando aprofundar...

<sup>1</sup>erro de concordância

<sup>2</sup>cacófago (porcada?)

<sup>3</sup>eco

<sup>4</sup>advérbio de intensidade e linguagem pouco precisa

<sup>5</sup>sigla sem explicação prévia (qual a relação entre Partido dos Trabalhadores e cobaias?)

<sup>6</sup>gerundismo

⇒ Agora vamos reformular o texto.

**...Utilizamos um tipo de cobaia em cada tratamento. A boa qualidade do material em relação à pressão total (PT) foi confirmada. Realizaremos novos experimentos visando aprofundar o estudo... 😊**

## 🚫 Atenção

É necessário ressaltar que existem algumas variações no tipo de redação científica, considerando-se as diferentes áreas do conhecimento. Um relatório da área de ciências humanas que descreve, por exemplo, reações de alunos durante uma atividade pedagógica poderá apresentar uma linguagem mais flexível.

### **3. Estruturação de um relatório científico**

As regras a serem seguidas na elaboração de um texto científico têm o objetivo de padronizar os textos produzidos pelos cientistas e, portanto, também por você, jovem investigador, de modo a tornar a transmissão de conhecimento o mais eficiente possível.

Existem diferentes tipos de textos científicos. Um deles é o objeto central do presente material, o **relatório científico**. Ele segue os moldes de dissertações de mestrado e teses de doutorado. Apresenta de forma bastante detalhada as justificativas, objetivos, procedimentos, resultados, discussão dos dados obtidos e conclusões de um trabalho científico, bem como comparações do trabalho realizado com outros trabalhos de temas relacionados já disponíveis em referências bibliográficas.

O **artigo científico** é uma forma mais sintética de apresentar os trabalhos. No entanto, a linguagem, o rigor e a estruturação são os mesmos de um relatório, uma dissertação ou uma tese. Os artigos científicos são publicados em periódicos (revistas especializadas) após análises criteriosas de seu conteúdo. Por esse motivo, são ótimas fontes de inspiração para quem pretende escrever um relatório.

Dizemos que uma boa maneira de escrever bem é cultivar o hábito de ler bons textos. Pois no caso da redação científica ocorre exatamente o mesmo: a melhor forma de escrever bons relatórios é ler e se espelhar em bons textos científicos, principalmente os artigos, cujo acesso é mais fácil. Inicie suas leituras por artigos mais simples e em português em detrimento dos mais complexos e em outros idiomas.

Faça pesquisas na internet e em materiais impressos sobre o tema de seu trabalho, escolha alguns artigos científicos e leia-os com atenção. Isso irá ajudar não apenas a melhorar seus conhecimentos sobre o assunto de seu trabalho, mas também a modelar a redação de seu relatório. Claro que você também pode ler artigos científicos sobre qualquer outro tema de seu interesse! Aumentará sua cultura geral, além de auxiliá-lo na elaboração do relatório!

Embora existam variações, um relatório científico é constituído por algumas partes básicas. Iremos apresentar uma estrutura de relatório baseada no material disponibilizado no site da FEBRACE (Feira Brasileira de Ciências e Engenharia, <http://www.lsi.usp.br/febrace/>), com algumas modificações que julgamos pertinentes.

## Partes básicas de um relatório científico

⇒ Capa com dados de identificação:

- título
- instituição
- endereço completo da instituição
- nome dos autores (estudantes e orientadores)
- período de desenvolvimento do projeto (data de início e data final)
- assinaturas dos autores
- algum tipo de referência à instituição para onde será enviado o relatório

⇒ Dedicatória

⇒ Epígrafe

⇒ Agradecimentos

⇒ Sumário

⇒ Resumo

⇒ Introdução

⇒ Objetivos, hipóteses e relevância do trabalho

⇒ Desenvolvimento do projeto:

- materiais e métodos
- resultados
- discussão

⇒ Conclusões

⇒ Referências bibliográficas

⇒ Anexos

Você encontrará um **Exemplo de Relatório Científico (ERC)** ao final do presente material. Utilize-o para auxiliar na compreensão das dicas específicas apresentadas a seguir sobre cada parte de um relatório.

### **3.1. Capa (ERC - página 20)**

A capa de um relatório científico deve ser simples e direta, sem letras diferenciadas, cores e ilustrações. Apenas escreva as informações necessárias.

O título deve ser sintético e objetivo. Em trabalhos realizados por estudantes do ensino fundamental e médio, é permitido certo grau de criatividade, o que não é usual no relatório de um pesquisador “sênior”. O título deve chamar bastante a atenção do leitor e ressaltar aspectos importantes, como as principais contribuições técnicas, sociais ou ambientais. Lembre-se de que o título será o primeiro filtro do leitor. É aconselhável incluir no título palavras-chave (aquelas mais importantes e que identificam seu trabalho).

O crédito pela autoria de um trabalho científico é uma questão muito relevante em ciência e envolve questões éticas importantes. A contribuição de um autor (em nosso caso, estudantes e orientadores) deve ser bastante efetiva. Segundo M. Jucá (2006), um autor deve ser considerado legítimo se “contribuir substancialmente quanto a: (a) concepção e desenho, ou análise e interpretação de dados; (b) redação do texto final ou sua revisão crítica com importante conteúdo intelectual; (c) aprovação da versão final do texto científico. As condições (a), (b) e (c) devem todas ser cumpridas.” Ou seja, apenas aqueles investigadores altamente integrados ao trabalho e responsáveis por todas as suas partes, desde a idéia inicial até a redação final do relatório, são autores. Pessoas que contribuíram para a realização do trabalho de outras formas que não as descritas anteriormente devem ser consideradas colaboradores e não autores. Dessa forma, devem aparecer em agradecimentos.

### **3.2. Dedicatória, epígrafe, agradecimentos e sumário (ERC - páginas 21-24)**

Após a capa, pode-se introduzir uma página dedicando o trabalho realizado. Em seguida, pode ser incluída uma outra página contendo a epígrafe, que pode ser uma frase, um pequeno texto, um poema, uma letra de música e, mesmo habitualmente, pode até incluir uma figura. O tema deve ser relacionado ao assunto do trabalho. Tanto o texto da dedicatória, quanto o da epígrafe são, normalmente, escritos no final da página e alinhado à direita. Essas duas partes não são obrigatórias.

Os agradecimentos devem incluir pessoas que contribuíram para a realização do trabalho de outras formas que não as necessárias para se tornarem autoras. É importante descrever a participação de cada uma dessas pessoas. Agentes financiadores e instituições de pesquisa ou ensino também devem ser contempladas. Os agradecimentos normalmente começam pelas pessoas ou instituições que contribuíram com aspectos financeiros e técnicos do trabalho, e finalizam com colocações de cunho mais emocional e particular. Em artigos científicos, ficam localizados no final do texto, antes de referências bibliográficas. Veja

exemplos de agradecimentos no ERC e no quadro abaixo, que é a versão simplificada de uma tese de doutorado (Ursi S, 2005).

À minha Mestra, Dra. Estela M. Plastino, pela orientação cuidadosa, pela dedicação e pela confiança durante todos esse anos de trabalho. Agradeço também por apoiar minha interação com outros pesquisadores, o que, certamente, contribuiu para a melhor qualidade do presente trabalho, bem como para minha formação profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (00/10394-6), pela bolsa de doutorado, e ao assessor dessa instituição, pelas sugestões ao longo de todo trabalho.

À *Swedish Foundation of International Cooperation on Research and Higher Education*, pela bolsa e pelo financiamento da etapa do doutorado executada na Suécia.

Ao Rosario Petti, pelo companheirismo, alegria e suporte técnico durante os experimentos realizados no Laboratório de Algas Marinhas.

Aos colegas do laboratório (USP), Alexis, Amanda, Amélia, Bia, Cíntias, Cristalina, Cristian, Dany, Lagosta, Lígia, Miguel, Mônica, Natália, Nelso e Rose, pelo auxílio e por tornarem nosso ambiente de trabalho tão agradável. Agradeço especialmente aos meus queridos amigos Daniela, José, Luciana, Leila e Vivi, pela ajuda em diferentes partes desse trabalho, por momentos tão divertidos e pelo suporte emocional nas horas mais difíceis.

Aos meus amados pais, Meire e Arquimedes, por viverem comigo todas as alegrias e os problemas relacionados à confecção desse trabalho. Por serem meus maiores incentivadores, pelo enorme apoio ao longo de toda minha vida e, principalmente, por tanto investimento e amor.

O sumário é uma ordenação dos assuntos com as respectivas páginas, como apresentado na página 5 do presente material.

### **3.3. Resumo (ERC - página 25)**

O resumo, embora seja muitas vezes negligenciado pelos autores, é uma parte muito importante do relatório, pois será o segundo filtro do leitor. É o contato inicial com justificativas, dados, análises e linguagem do relatório. Como dizem: “A primeira impressão é a que fica!”. O resumo deve ser a última parte do relatório a ser escrita, pois é uma síntese de todas as outras. Portanto, deve conter uma pequena introdução com o objetivo do trabalho, descrição dos procedimentos básicos realizados e os principais dados e conclusões. Tente enfatizar os aspectos inovadores e mais importantes do estudo. É possível apresentar também a versão em inglês de seu resumo (Abstract).

### **3.4. Introdução (ERC - página 27)**

A introdução apresenta a forma como o pensamento dos autores foi encaminhado até chegar na pergunta. É preciso dizer por que a pesquisa foi feita, utilizando informações sobre o que se conhece e sobre as lacunas existentes (Yoshida WB, 2006). Você deve mostrar que seu trabalho irá auxiliar a solucionar uma destas “lacunas do conhecimento”. Dessa forma, a introdução tem alguns propósitos básicos: (a) contextualizar a pesquisa relatada no texto, (b)

apresentar os trabalhos mais importantes já publicados sobre o tema do trabalho, (c) despertar o interesse do leitor pelo seu estudo e (d) apresentar a relevância e os objetivos do estudo, justificando a realização do trabalho. Este último propósito pode ser apresentado em um tópico a parte, separado da introdução (como é sugerido no site da FEBRACE). Veja exemplo em **ERC- página 32.**

Nossa tendência natural é colocarmos todas as informações que lemos sobre o assunto de nosso trabalho na introdução. Mas é necessário fazer uma filtragem do que realmente é relevante. Cinco parágrafos bem escritos geralmente são suficientes para a introdução de um trabalho do tipo iniciação científica. A introdução não serve para mostrar erudição, nem é uma “aula” sobre o assunto. Introduções muito longas, complexas, repetitivas e com frases retóricas indicam que o autor apresenta falhas no que se refere ao poder de síntese e linguagem científica.

Devemos iniciar a introdução com informações mais gerais, refiná-las cada vez mais, até chegarmos à pergunta, ao objetivo ou à hipótese de nosso trabalho. Vamos analisar a introdução apresentada no próximo quadro. Ela foi simplificada a partir de um artigo científico (Ursi e Plastino 2001) cujo objetivo é verificar o crescimento em laboratório de algumas linhagens geneticamente distintas de um tipo de alga marinha de grande importância econômica utilizando dois tipos de meio de cultura (que fornece nutrientes para as algas).

As idéias estão distribuídas conforme descrito a seguir.

⇒ Parágrafo 1 - informações gerais sobre a importância econômica da alga, sobre o produto que é extraído dessa alga e sobre as dificuldades para cultivá-la no mar.

⇒ Parágrafo 2 - informações sobre como o cultivo em laboratório pode auxiliar no aproveitamento econômico da alga. Nessa parte, os autores já enfatizam os benefícios em utilizar os melhores meios de cultivo.

⇒ Parágrafo 3 - informações sobre linhagens geneticamente distintas, enfatizando seu aproveitamento em estudos e cultivos comerciais.

⇒ Parágrafo 4 - informações bem específicas sobre as linhagens de algas que foram diretamente utilizadas no estudo. Esse parágrafo é preparatório para a apresentação dos objetivos.

⇒ Parágrafo 5 - apresentação de objetivos e hipóteses do seu trabalho. É nesta parte que estarão explícitas as perguntas que o seu estudo se propôs a responder.

O gênero de algas marinhas *Gracilaria* tem sido alvo da atenção de inúmeros pesquisadores devido, principalmente, a seu conteúdo em agar (Oliveira & Plastino 1994). A maioria dos atuais avanços biotecnológicos não teria sido possível sem a utilização deste gel (Carté 1996), que é empregado em pesquisas (Radmer 1996), bem como em alimentos industriais (Matulewicz 1996). O interesse na implantação de cultivos comerciais de *Gracilaria* é crescente. No Brasil, apesar do consumo de géis encontrar-se em franca expansão (Furtado 1999), as tentativas de cultivos comerciais foram mal sucedidas (Oliveira & Miranda 1998). A falta de conhecimento mais detalhado da biologia das espécies passíveis de cultivo vem sendo apontada como uma das razões do insucesso destes cultivos (Oliveira 1998). Este conhecimento também é fundamental para o manejo e o desenvolvimento das estratégias de coleta de bancos naturais (Alveal 1996, Critchley 1997).

Estudos em laboratório têm contribuído para a implantação de cultivos comerciais em diversos países (Armisen 1995), uma vez que a utilização de condições controladas permite comparar o comportamento de espécies ou linhagens distintas, fornecendo dados valiosos para uma análise preliminar da viabilidade de um cultivo comercial em determinada região (Oliveira *et al.* 1995). Os experimentos em laboratório são reconhecidamente valiosos, sendo fundamental que aspectos básicos sejam contemplados. Dentre estes, destaca-se o tipo de meio de cultura a ser utilizado. O emprego inadequado de um tipo de meio pode comprometer a interpretação dos resultados obtidos. Portanto, investigações visando estabelecer as melhores condições para o cultivo em laboratório de uma determinada espécie são fundamentais, conferindo maior confiabilidade aos resultados obtidos em experimentos laboratoriais.

O cultivo em laboratório é uma importante técnica utilizada em investigações sobre diversidade de linhagens de uma mesma espécie, especialmente as relacionadas à caracterização de variantes de cor. Essas variantes são referidas para vários gêneros de Rhodophyta, dentre estes *Gracilaria* (van der Meer 1990). Tais variantes vêm sendo utilizadas como ferramentas em estudos sobre diversos processos biológicos, como fotossíntese, diferenciação morfológica e sexualidade. Linhagens mais adequadas a maricultura também vêm sendo selecionadas (van der Meer 1986).

*Gracilaria birdiae* é uma das principais espécies atualmente coletadas e processadas para produção de agar no país. A descoberta de uma variante de coloração verde clara em uma população natural (cuja cor é vermelha) vem permitindo novas abordagens referentes à comparação de linhagens. Outras variantes de cor da espécie também já foram isoladas em laboratório.

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma análise comparativa das taxas de crescimento no laboratório de diferentes linhagens da espécie *Gracilaria birdiae* (de cor verde clara e vermelha). Visou ainda determinar qual, dentre dois meios de cultura, é o mais adequado para o cultivo dessas linhagens.

Note que toda a introdução foi utilizada como uma grande justificativa do trabalho. Qual os benefícios de um trabalho que simplesmente compara o crescimento de algas em um laboratório? Mas a situação muda a partir do momento em que o leitor fica, desde o início do texto, sabendo que esse estudo pode contribuir para o cultivo das algas no mar e que elas apresentam grande valor comercial. Resumindo, é importante “vender bem o peixe!”. A introdução deve ainda, invariavelmente, fazer referência a outros textos científicos.

Agora, faça o seguinte exercício: leia a introdução do ERC (página 27) e tente identificar qual a intenção de cada um dos parágrafos, assim como fizemos com a introdução

apresentada anteriormente. Tal exercício poderá auxiliá-lo a compreender melhor como uma introdução deve ser estruturada.

Não se preocupe se as primeiras versões da introdução de seu trabalho de investigação científica não ficarem boas. Isso acontece mesmo com quem tem bastante experiência. Consideramos a introdução uma das partes mais difíceis de se redigir (ao lado da discussão). Por esse motivo, aconselhamos que ela seja escrita após os itens “materiais e métodos” e “resultados” (que serão abordados a seguir).

### **3.5. Desenvolvimento do projeto**

#### **3.5.1. Materiais e métodos (ERC- página 33)**

Essa parte do relatório deve conter uma descrição detalhada dos procedimentos utilizados para atingir os objetivos propostos e para testar a hipótese do trabalho. Deve-se fornecer ao leitor todos os dados necessários para que ele entenda os procedimentos, possa analisá-los criticamente, bem como reproduzi-los.

Qualquer informação de como obter os resultados e fatores que possam ter influenciado essa obtenção de dados deve ser mencionada no texto: procedimentos experimentais, número de amostras, tipo de organismo ou materiais inanimados utilizados ou observados, condições ambientais, marca de produtos e equipamentos, áreas e horários de coleta de dados, programas de computador utilizados, etc... Métodos de análise de dados, como cálculos de médias, taxas, desvio padrão e análise estatística também devem ser incluídos.

Uma dica é tomar cuidado para não misturar “materiais e métodos” com a parte de “resultados”. Esse é um erro fácil de se cometer em certos tipos de trabalhos, por exemplo, em trabalhos que envolvam produção de materiais didáticos. Os procedimentos de criação não devem se confundir com a descrição do material produzido. Essa descrição é parte do item “resultados”.

#### **3.5.2. Resultados (ERC- páginas 35)**

Em “resultados”, os dados obtidos no trabalho devem ser apresentados de forma objetiva e clara. **Interpretações não fazem parte dessa seção.** Outros recursos, além do texto, são muito utilizados, como: tabelas e figuras (gráficos, fotografias, mapas e esquemas).

Todas as tabelas e figuras devem ser mencionadas no texto e receber uma numeração que corresponda à ordem em que são citadas. Elas devem estar acompanhadas de legendas explicativas, de modo que o leitor entenda os resultados sem a necessidade de consultar o texto. As legendas das figuras aparecem abaixo delas enquanto as legendas das tabelas aparecem imediatamente acima.

Não cite figuras ou tabelas no início da frase, descrevendo o que ela contém. Isso seria uma repetição. Você deve fornecer uma conclusão sobre os resultados que são mostrados na figura ou tabela e citá-la ao final da frase. Por exemplo, é melhor usar a forma "Encontramos uma variação maior entre alunos do sexto ano (Fig. 1)." do que "A figura 1 mostra que a variação entre alunos do sexto ano foi maior."

Figuras e tabelas podem ser apresentadas tanto dentro do texto como ao final do relatório. A primeira opção é uma alternativa mais moderna. Nesse caso, as figuras e tabelas devem aparecer, sempre que possível, logo depois que as mesmas são referidas no texto.

Veja algumas informações adicionais:

⇒ figuras - quando citada dentro da frase, usa-se a palavra "figura" por extenso (com a inicial minúscula); quando citada entre parênteses, usa-se a abreviação "Fig." (com a inicial maiúscula).

⇒ tabelas - a citação dentro da frase é semelhante ao caso da figura; quando entre parênteses, usa-se "Tabela" (por extenso e com a inicial maiúscula). Exemplo: "A coloração das folhas torna-se menos intensa com a tempo (Tabela 1), de forma semelhante à coloração das flores, como mostrado na tabela 2."

### **3.5.3. Discussão (ERC - página 35)**

Nessa parte do texto, os dados são interpretados, criticados e relacionados entre si. Também ocorre uma comparação dos resultados do seu trabalho com outros de temas semelhantes. A discussão deve explicar os achados, incluir pontos fortes e fracos do trabalho, dar base para você chegar às conclusões e formular novas questões para trabalhos futuros.

**É permitido apresentar um único tópico denominado “Resultados e Discussão”. Essa é uma boa opção para quem não tem muita prática em escrever relatórios científicos!**

### **3.6. Conclusões (ERC - página 40)**

Podem aparecer destacadas em um tópico separado (como sugere o modelo da FEBRACE) ou como o último parágrafo da discussão (forma mais comum). É o fechamento de todo o fluxo de idéias que teve início na introdução. Nessa parte, você deve retomar seus objetivos e verificar se eles foram contemplados. Suas hipóteses devem ser aceitas ou rejeitadas. Nem sempre é possível chegar a conclusões tão claras. Nesses casos, sugestões de novos trabalhos e novas hipóteses são muito bem-vindas!

### 3.7. Referências bibliográficas (ERC - página 41)

Um relatório científico completo e de boa qualidade precisa fazer referência a outros textos científicos. Apenas dessa forma seu trabalho fará parte de um contexto maior. Quando você cita uma informação de outros autores, o último sobrenome destes, as iniciais dos outros nomes e o ano do trabalho devem aparecer no texto entre parênteses, logo após a informação. Os dados completos sobre os trabalhos devem ser apresentados em ordem alfabética no item “Referências bibliográficas”. Todos os trabalhos referidos no texto devem fazer parte da lista, e os que não são referidos no texto não devem estar na lista. Você pode ver vários exemplos de citações na ERC.

Você deve utilizar “&” ou “e” para unir o nome de dois autores, e “*et al.*” (em itálico, pois é uma expressão do latim) para mais de dois autores. Dependendo das regras adotadas, o ano pode vir separado do nome do autor por uma vírgula ou não. O mais importante é padronizar a forma de citação. Realmente parece complicado, mas, aos poucos, esses procedimentos tornam-se habituais.

Utilizar as regras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma boa estratégia. Veja alguns exemplos a seguir retirados do site da Divisão técnica de biblioteca e documentação - UNESP (<http://www.biblioteca.btu.unesp.br/default.htm>)

⇒ Artigo científico publicado em periódicos

VEGA, K.J.; PINA, I.; KREVSKY, B. Heart transplantation is associated with a increased risk for pancreatobiliary disease. **Ann. Intern. Med.**, Philadelphia, v.124, n.11, p.980-983, jun. 1996.

⇒ Livro inteiro

COLSON, J.H.; ARMOUR, W.J. **Sports injuries and their treatment**. 2.ed. London: S. Paul, 1986. 300p.

⇒ Capítulo de livro

WEÍNSTEIN, L.; SWARTZ, M.N. Pathologic properties of invading microorganisms. In: SIDEMAN, W.A.; SODEMAN, W.A. (Eds). **Pathologic physiology: mechanisms of disease**. Philadelphia: Saunders, 1974. p.457-472.

⇒ Dissertação ou Tese

SILVA, R.J. **Efeito dos venenos de serpentes *Crotalus durissus terrificus* (LAURENTI, 1768) e *Brothrops jararaca* (WIED, 1824) na evolução do tumor ascítico de Ehrlich**. 1995. 132p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

⇒ Publicação eletrônica

WAGNER, C. D.; PERSSON, P.B. Chaos in cardiovascular system: an update. **Cardiovasc. Res.**, Amsterdam, v.40, p.257-264, 1998. Disponível em:<<http://www.probe.br/science.html>> Acesso em: 20 jun. 1999.

### 3.8. Anexos

São materiais complementares ao trabalho, mas não essenciais, podem ser tabelas, figuras, documentos, entre outros.

#### **4. Referências bibliográficas**

- MARSULO, M.A.G.; SILVA R.M.G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de Ciencias**, v.4, n.3, 2005. Disponível em: <[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3\\_Vol4\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N3.pdf)> Acesso em: 25 de julho de 2007.
- DE MEIS, L. **O método científico**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciência, 1997, 64p.
- DOURADO, L.; SEQUEIRA, M. **Uma análise da relação entre os conceitos do método científico e de investigação**. Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, Braga, Portugal. Em:< <http://webpages.ull.es/users/apice/pdf/351-076.pdf>> Acesso em: 28 de julho de 2007.
- JUCÁ, M. **Metodologia da pesquisa em saúde**. Maceió: Ed UFAL, 2006, 118p.
- YOSHIDA, W.B. A redação científica. **Jornal Vascular Brasileiro**, v.5, n.4, p.245-246, 2006.
- LACAZ-RUIZ, R. Notas e reflexões sobre redação científica. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, São Paulo, v.1, n.2, p.35-44, 1998.
- URSI, S. **Diversidade intraespecífica de *Gracilaria birdiae* (Gracilariales, Rhodophyta): crescimento, fotossíntese, pigmentos, polissacarídeos e genes da ficoeritrina de linhagens selvagens e variantes**. 2005. 121p. (Tese de Doutorado) – Instituto de Biociências Universidade de São Paulo, São Paulo.
- URSI, S.; PLASTINO, E.M. Crescimento in vitro de linhagens de coloração vermelha e verde clara de *Gracilaria* sp. (Gracilariales, Rhodophyta) em dois meios de cultura: análise de diferentes estádios reprodutivos. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.24, n. 4(supl), p. 587-594, 2001.
- VOLPATO, G.L. **Dicas para Redação Científica**. 2a. ed. Botucatu: Diagrama, 2006, 84p.

#### **Sites recomendados**

Divisão técnica de biblioteca e documentação – UNESP

<http://www.biblioteca.btu.unesp.br/default.htm>, acesso em 20 de outubro de 2008

Feira Brasileira de Ciências e Engenharia – USP

<http://www.lsi.usp.br/febrace/>, acesso em 20 de outubro de 2008

# *Exemplo de Relatório Científico*

*O exemplo apresentado a seguir foi modificado de um relatório original escrito por alunos de Nono Ano do Ensino Fundamental e enviado à FEBRACE 6 (2008). O trabalho nele descrito foi selecionado como finalista, sendo, posteriormente, publicado na forma de artigo científico (Enciclopédia Biosfera, n.5, 2008 <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2008/coloracao1.pdf>> acesso em 23.10.2008).*

Colégio das Alfaces

Rua Agrião, nº 00. CEP: 00000-000.

**Quem vê cara, não vê coração. Quem vê cor, vê poluição?**

**Coloração de corpos d' água como indicador de poluição.**

Estudantes: Abobrinha da Silva, Beterraba Camargo

Orientador(a): Páprica Pereira

Co-orientador(a): Rabanete Ramos

Período de desenvolvimento do projeto: março de 1810 – dezembro de 1811.

---

Abobrinha da Silva

---

Beterraba Camargo

---

Páprica Pereira

---

Rabanete Ramos

***AOS NOSSOS PAIS E PROFESSORES***

*POEMA AO GUAPIÚ*

*"EU ERA UM DOS MENINOS DO GUAPIÚ  
O CÔRREGO QUE SUMIU  
AQUI, ONDE HOJE VOCÊ VÊ ESTE TUBO DE CONCRETO  
A GENTE BRINCAVA, CORRIA,  
PULAVA, CAIA,  
PESCAVA, SORRIA,  
NADAVA, VIVIA,  
OLHA, A GENTE VOAVA.  
VOAVA E NÃO SABIA.  
O BAIRRO FOI CRESCENDO  
PRIMEIRO FOI O CURTUME  
DEPOIS FOI O FERREIRO  
A USINA, A TECELAGEM  
VEIO A FÁBRICA DE CARVÃO  
O PROGRESSO É APRESSADO  
NÃO ESPERA A GENTE NÃO  
QUANDO VI TINHAM ENTUBADO O BELO  
ENTERRARAM O BELO  
O MEU BELO GUAPIÚ  
SERÁ QUE ME ENTERRARAM JUNTO ?  
O SAPO SE MUDOU, O LAMBARI MORREU  
PORQUE O GUAPIÚ FECHOU.  
O LAMBARI MORREU, O SAPO SE MUDOU  
PORQUE O GUAPIÚ FECHOU."*

*Daniel M. do Couto*

## **Agradecimentos**

Aos nossos orientadores, por todo tipo de auxílio durante o trabalho.

À direção do Colégio das Alfaces, pela confiança e por patrocinar nosso trabalho, comprando os equipamentos necessários, bem como oferecendo transporte para nossas coletas. E participações em eventos de divulgação científica.

À Faculdade de Saúde Pública da Universidade de Sete Pétalas, por permitir nossas coletas em seu jardim.

Aos alunos e professoras que realizaram nossa atividade de educação ambiental, o que permitiu nossas análises.

Aos nossos amigos do colégio, pelo ambiente agradável nas reuniões de nosso curso.

Às nossas famílias, pelo carinho e apoio.

## Sumário

1. Resumo e Abstract -----	25
2. Introdução -----	27
3. Objetivos e relevância do trabalho -----	32
4. Desenvolvimento do projeto -----	33
4.1 Materiais e métodos -----	33
4.2. Resultados e Discussão -----	35
5. Conclusões e continuidade do trabalho -----	40
6. Referências bibliográficas -----	41

## **1. Rsumo e Abstract**

### **1.1. Resumo**

A água é um recurso natural fundamental para todos os seres vivos. O primeiro passo para preservar um recurso é conhecê-lo melhor. Portanto, a educação ambiental é importante instrumento para a preservação da natureza. Desenvolvemos um projeto dividido em duas etapas. O objetivo da primeira etapa foi testar experimentalmente a seguinte hipótese: um lago de coloração esverdeada pode ser considerado poluído. Na etapa posterior, os dados obtidos foram utilizados na elaboração de materiais didáticos sobre a poluição da água. Visando testar a hipótese inicial, estudamos os conceitos básicos de limnologia e os parâmetros que realmente são utilizados para determinar se um lago está ou não poluído. Os experimentos foram realizados com amostras do lago do jardim da Faculdade de Saúde Pública da USP (esverdeado, grupo experimental) e amostras do lago do viveiro do Colégio as Alfices (água transparente, grupo controle). Foram analisadas três amostras retiradas de cada lago em três meses consecutivos (uma coleta por mês). Os parâmetros utilizados foram: pH, oxigênio dissolvido, condutividade da água e temperatura. Os dados obtidos até o momento demonstram que não é possível estabelecer relação direta entre a coloração e a poluição de um lago. Essa constatação foi utilizada como ponto de partida para o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, pois evidencia o perigo de análises não científicas da água e da utilização indevida de corpos de água por parte da população. Preparamos uma história em quadrinhos cujo final deve ser desenvolvido por alunos do ensino fundamental. Realizamos a atividade em uma classe de escola pública e outra classe de escola particular. Pretendemos construir um site para disponibilizar os materiais que criamos.

### **1.2. Abstract**

Water is a fundamental natural resource to all life organisms. The first step to preserve a resource is to have a good understanding about it. The environmental education is an important tool to preserve nature. The present work was divided in two parts. The aim of the first one was to experimentally test the hypotheses: a green lake can be considered polluted. In the second part of the work, the data obtained in the first part was utilized to elaborate a didactic material about water pollution. We studied basic concepts of limnology and the real parameters to classified a lake as polluted. The samples were collected from a pond of Faculdade de Saúde Pública, USP (green color – experimental group) and from a pond of Colégio das Alfices (uncolored – control group). Three simples of each pound were collected three times. The

parameter analyzed was: pH, dissolved oxygen, water conductance and temperature. The results showed that it is not possible to establish a direct correlation between water color and water pollution. This data was utilized to develop the environmental education activities, since it shows the danger of no scientific analyses of water. We developed a little comic whose end is to be done by students. A class of a private school and another of a public school performed the activity. A site will be done to divulgate this didactic material.

## 2. Introdução

Estudos na área de limnologia são extremamente relevantes devido ao papel fundamental da água para todos os seres vivos e da necessidade de preservar esse recurso natural tão importante. O primeiro passo para preservar um recurso é conhecê-lo melhor e respeitá-lo. Esse é um dos princípios básicos da Educação Ambiental (Dias, 2006).

A água desempenha uma função extremamente valiosa na alimentação e higiene de nossa espécie, basta lembrarmos o transtorno que é ficar um dia sem água em casa. Cerca de 70% da massa do corpo humano é constituído de água. A Organização Pan-Americana de Saúde afirma que cada pessoa necessita de 190 litros de água por dia. Podemos sobreviver vários dias sem comer, mas não passamos dois dias sem beber água (Bonacela & Magossi, 2006). É importante lembrar que não somos os únicos que dependem dela, as plantas e os outros animais também necessitam da água para sobreviver. Desta forma, temos que utilizar esse recurso com consciência (Strazzacappa & Montanari, 2006).

A busca pela água sempre foi uma grande preocupação para os grupos humanos. Essa preocupação é ressaltada pela poluição crescente nos dias de hoje, que pode ocorrer de forma natural (como numa erupção vulcânica), embora na maioria dos casos, seja causada pela ação humana, a chamada poluição antropogênica (Bonacela & Magossi, 2006). De acordo com um conceito moderno e abrangente, poluição é toda ocorrência que altera as características originais de um meio. Assim, um lago utilizado para abastecimento de água ou para pesca estará poluído quando não puder mais ser usado para estas funções (Bonacela & Magossi, 2006). No território nacional, as águas são classificadas, segundo seus usos preponderantes, em nove classes (Tabela 1).

A poluição faz com que rios e lagos contraiam microorganismos patogênicos prejudiciais à saúde humana. Além disso, a poluição hídrica afeta o meio ambiente de forma negativa, destruindo a biodiversidade local (Bonacela & Magossi, 2006). Muitas doenças podem ser transmitidas por águas contaminadas (Tabela 2). Cólera, febre tifóide e paratifóide são as doenças mais freqüentemente e chagam ao organismo via cutâneo–mucosa como é o caso de via oral.

Tabela 1. Classificação de águas do território nacional segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente - Resolução nº 20, 18.06.1986. (Fonte: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp>)

### **ÁGUAS DOCES**

#### **I - Classe Especial - águas destinadas:**

- a) ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

#### **II - Classe 1 - águas destinadas:**

- a) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho);
- d) 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;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

#### **III - Classe 2 - águas destinadas:**

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho);
- d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;
- e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana;

#### **IV - Classe 3 - águas destinadas:**

- a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à dessedentação de animais.

#### **V - Classe 4 - águas destinadas:**

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística;
- c) aos usos menos exigentes.

### **ÁGUAS SALINAS**

#### **VI - Classe 5 - águas destinadas:**

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

#### **VII - Classe 6 - águas destinadas:**

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário.

### **ÁGUAS SALOBRAS**

#### **VII - Classe 7 - águas destinadas:**

- a) à recreação de contato primário;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

#### **IX - Classe 8 - águas destinadas:**

- a) à navegação comercial;
- b) à harmonia paisagística;
- c) à recreação de contato secundário.

Tabela 2 - Principais doenças relacionadas com a água. (Fonte: <http://www.ambientebrasil.com.br>)

<b>Por ingestão de água contaminada:</b> Cólera; Disenteria amebiana; Disenteria bacilar; Febre tifóide e paratifóide; Gastroenterite; Giardise; Hepatite infecciosa; Leptospirose; Paralisia infantil; Salmonelose.
<b>Por contato com água contaminada:</b> Escabiose (doença parasitária cutânea conhecida como Sarna); Tracoma (mais frequente nas zonas rurais); Verminoses, tendo a água como um estágio do ciclo; Esquistossomose.
<b>Por meio de insetos que se desenvolvem na água:</b> Dengue; Febre Amarela; Filariose; Malária.

Definir o que é um corpo d'água poluído não é tarefa fácil. A princípio, a população leiga utiliza a cor como um primeiro indicador de poluição. Verificamos que alguns integrantes de nosso grupo de estudo inicialmente também compartilhavam essa idéia e concordavam com a hipótese de que lagos esverdeados ou com águas mais escuras são poluídos. A partir disso, desenvolvemos um trabalho visando comparar dois tanques, um esverdeado e um com águas transparentes. Já no início de nossas pesquisas, verificamos que são necessários vários outros parâmetros para determinar a condição de poluição de um lago. Discutimos alguns desses parâmetros a seguir (Fonte: <http://www.ambientebrasil.com.br/>).

## Temperatura

Nos ecossistemas aquáticos continentais, a quase totalidade da propagação do calor ocorre por transporte de massa d'água, sendo a eficiência deste em função da ausência ou presença de camadas de diferentes densidades. Em lagos que apresentam temperaturas uniformes em toda a coluna, a propagação do calor através de toda a massa líquida pode ocorrer de maneira bastante eficiente, uma vez que a densidade da água nessas condições é praticamente igual em todas as profundidades, sendo o vento o agente fornecedor da energia indispensável para a mistura das massas d'água. Por outro lado, quando as diferenças de temperatura geram camadas d'água com diferentes densidades, que em si já formam uma barreira física, impedindo que se misturem, e se a energia do vento não for suficiente para misturá-las, o calor não se distribui uniformemente, criando a condição de

estabilidade térmica. Quando ocorre este fenômeno, o ecossistema aquático está estratificado termicamente. Os estratos formados freqüentemente estão diferenciados física, química e biologicamente. Para as medidas de temperatura, podem ser utilizados termômetros simples de mercúrio ou aparelhos mais sofisticados como o "Termistor", que pode registrar diretamente a temperatura das várias profundidades na coluna d'água.

### **pH - potencial hidrogeniônico**

O termo pH é usado universalmente para expressar o grau de acidez ou basicidade de uma solução, ou seja, é o modo de expressar a concentração de íons de hidrogênio nessa solução. A escala de pH é constituída de uma série de números variando de 0 a 14, os quais denotam vários graus de acidez ou alcalinidade. Valores abaixo de 7 e próximos de zero indicam aumento de acidez, enquanto valores de 7 a 14 indicam aumento da basicidade. As medidas de pH são de extrema utilidade, pois fornecem inúmeras informações a respeito da qualidade da água. As águas superficiais possuem um pH entre 4 e 9. As vezes são ligeiramente alcalinas devido à presença de carbonatos e bicarbonatos. Naturalmente, nesses casos, o pH reflete o tipo de solo por onde a água percorre. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito, chegando a 9 ou até mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais. A determinação do pH é feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um peagâmetro digital.

### **Condutividade elétrica**

A condutividade elétrica é a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica da água. Em águas continentais, os íons diretamente responsáveis pelos valores da condutividade são, entre outros, o cálcio, o magnésio, o potássio, o sódio, carbonatos, carbonetos, sulfatos e cloretos. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, etc. A condutividade elétrica da água pode variar de acordo com a temperatura e a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas. Em águas cujos valores de pH se localizam nas faixas extremas (maior que 9 ou menor que 5), os valores de condutividade são devidos apenas às altas concentrações de poucos íons em solução, dentre os quais os mais freqüentes são o H<sup>+</sup> e o OH<sup>-</sup>. A determinação da

condutividade pode ser feita através do método eletrométrico, utilizando-se para isso um condutivímetro digital.

### **Oxigênio dissolvido**

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica. Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido é uma variável extremamente importante, pois é necessário para a respiração da maioria dos organismos que habitam o meio aquático. Geralmente o oxigênio dissolvido se reduz ou desaparece, quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis encontradas, por exemplo, no esgoto doméstico, em certos resíduos industriais, no vinhoto, e outros. Os resíduos orgânicos despejados nos corpos d'água são decompostos por microorganismos que se utilizam do oxigênio na respiração. Assim, quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microorganismos decompositores e, conseqüentemente, maior o consumo de oxigênio. A morte de peixes em rios poluídos se deve, portanto, à ausência de oxigênio e não à presença de substâncias tóxicas. A determinação do oxigênio dissolvido na água pode ser feita através de métodos químicos ou eletrométrico (utilizando um oxímetro)

### **Coliformes fecais**

Os rios e lagos são habitados, normalmente, por muitos tipos de bactérias, assim como por várias espécies de algas e de peixes. Essas bactérias são importantíssimas porque, alimentando-se de matérias orgânicas, são elas que consomem toda a carga poluidora que lhe é lançada, sendo assim as principais responsáveis pela auto-depuração, ou seja, limpeza da água. Porém, quando o rio ou o lago recebe esgotos, passa a conter outros tipos de bactérias que não são da água e que podem ou não causar doenças às pessoas que beberem dessa água. Um grupo importante, dentre elas, é o grupo das bactérias coliformes. Bactérias coliformes não causam doenças. Elas, ao contrário, vivem no interior do intestino de todos nós, auxiliando a nossa digestão. É claro que nossas fezes contém um número astronômico dessas bactérias: cerca de 200 bilhões de coliformes são eliminados por cada um de nós, todos os dias. Isso tem uma grande importância para a avaliação da qualidade da água dos rios: suas águas recebem esgotos, fatalmente receberão coliformes. A presença das bactérias coliformes na água de um rio significa, pois, que esse rio recebeu matérias fecais, ou esgotos. Por outro lado, são as fezes das pessoas doentes que transportam, para as águas ou para o solo, os micróbios causadores de doenças. Assim, se a água recebe fezes, ela pode muito bem estar recebendo micróbios patogênicos.

### 3. Objetivos e relevância do trabalho

Os estudos relacionados aos recursos hídricos podem representar uma contribuição para sua utilização mais sustentável. A água é fonte de vida. No entanto, o consumo inadequado desse recurso pode ser muito prejudicial à saúde, causando doenças graves que podem levar à morte. Não apenas a ingestão de água contaminada, mas o próprio contato da pele com corpos d'água impróprios pode ser o início de sérios problemas de saúde.

Nosso trabalho testou a hipótese muito comum de que água esverdeada ou com coloração escura é poluída, enquanto água transparente é limpa. Acreditar em tal hipótese pode ser uma verdadeira armadilha para populações que vivem perto de corpos d'água localizados a céu aberto e não tratados. Caso a hipótese não esteja correta, as populações podem estar em contato com várias doenças sem saber.

Divulgar os resultados de nosso trabalho é essencial para torná-lo útil para a sociedade, principalmente a parcela mais exposta aos perigos de corpos d'água contaminados. Desta forma, desenvolver e aplicar atividades de educação ambiental, relacionadas ao tema, pode representar uma pequena, porém valiosa, contribuição na prevenção de doenças.

Os objetivos do presente trabalho foram:

- (1) Testar experimentalmente a hipótese de que um lago de coloração esverdeada pode ser considerado poluído, enquanto que um lago com águas transparentes pode ser considerado não poluído;
- (2) Utilizar os resultados obtidos nos experimentos para elaborar materiais didáticos sobre o tema água, enfocando sua conservação, seus diferentes usos e a prevenção de doenças.

## 4. Desenvolvimento do projeto

### 4.1. Materiais e métodos

Iniciamos nosso trabalho fazendo pesquisas sobre que parâmetros são normalmente utilizados para determinar se um lago é ou não poluído. Realizamos pesquisa na Internet, em livros e também obtivemos informações valiosas com dois pesquisadores do Depto. de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade Sete Pétalas, Ana L. Brandimarte e Marcelo L. M. Pompêo. Fizemos várias reuniões com esses colaboradores. Também pesquisamos as metodologias para investigar tais parâmetros e quais os equipamentos necessários.

Determinamos os corpos d'água que foram estudados: um tanque do viveiro do Colégio das Alfaces (água transparente, grupo controle) e o tanque da Faculdade de Saúde Pública da USP (FSP, bastante esverdeado). Analisamos aspectos gerais desses dois tanques: cor, entorno, presença de seres vivos.

Realizamos coletas para análises de água em: 16.08.2006, 13.09.2006 e 11.10.2006. Em cada data, coletamos três amostras de cada tanque, que foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros: condutividade (utilizando um condutivímetro), oxigênio dissolvido (utilizando um kit químico), temperatura e Ph (utilizando um Phmetro acoplado ao termômetro).

Elaboramos um manual em português e mais simplificado que o original para o kit de medição de oxigênio dissolvido (Tabela 3, Figuras 1-4).



Figuras 1-2. Fixação da quantidade de oxigênio. A cor amarela indica sua presença. Figuras 3-4. Determinação da quantidade do oxigênio dissolvido. O experimento acaba quando o líquido muda de coloração amarela para incolor.

Tabela 3 - Etapas da medição de oxigênio dissolvido.

1. Encha a garrafa com tampa de vidro esmerilhado, deixando a amostra extravasar um pouco (tentar impedir a formação de bolhas durante o fechamento da garrafa).
2. Abra a garrafa e adicione o conteúdo dos reativos 1 e 2. Feche cuidadosamente.
3. Agitar vigorosamente a garrafa. Flocos de precipitações serão formados. A cor laranja-marrom, indica a presença de oxigênio.
4. Esperar decantar até a metade da garrafa, e agitar de novo. Esperar que o material decante novamente e agitar de novo.
5. Abrir a garrafa e adicionar o conteúdo do terceiro reagente, e agite novamente. Os flocos se dissolverão e a solução ficará amarela na presença de oxigênio dissolvido.
6. Encher ao máximo o tubo com a solução preparada e transferir para a garrafa de mistura.
7. Adicionar gota-a-gota a solução padrão de tiosulfato sódico à solução da garrafa de mistura. CONTE CADA GOTA. Agite para misturar antes de passar para a próxima gota. Continuar adicionando até se tornar incolor. O número de gotas adicionadas é igual a mg/L de oxigênio dissolvido na água.

Calculamos médias e desvios padrão das diferentes amostras e elaboramos gráficos utilizando o programa “Excel”.

Observamos uma amostra de água de cada lago ao microscópio, ambas coletadas em 11.10.2006. Utilizamos um livro (Joly, 1972) para identificar alguns microrganismos presentes nas amostras.

Preparamos materiais didáticos utilização o programa “HagáQuê” para criar uma história em quadrinhos sobre utilização da água e poluição. Os alunos deveriam finalizar a história. O programa “Power-point” foi utilizado para elaborar uma apresentação sobre as principais doenças relacionadas à água contaminada. Estamos elaborando um site para divulgar nossos materiais.

A atividade da história em quadrinhos foi realizada em uma classe de escola pública (EE Manga Figo) e uma classe de escola particular (Colégio das Alfices). Os alunos eram do quinto ano do Ensino Fundamental. Comparamos a modo como alunos das escolas pública e particular completaram as histórias em quadrinhos quando aos seguintes itens: utilização de figuras e/ou textos, concordância entre o tema da história e a produção do aluno; qualidade da linguagem utilizada (textos coerentes, frases completas).

## 4.2. Resultados e discussão

O tanque localizado na Faculdade de Saúde Pública da USP (tanque FSP) é cercado por um jardim, possui muitas plantas aquáticas, jabutis e carpas. Ele é rodeado por árvores e possui um chafariz no seu centro. Sua água possui coloração verde. Já o tanque do viveiro do Colégio das Alfaces (Tanque Colégio) localiza-se em um ambiente fechado e sem árvores ao seu redor. Possui peixes e raras plantas aquáticas. Suas águas são transparentes (Figura 5-8).

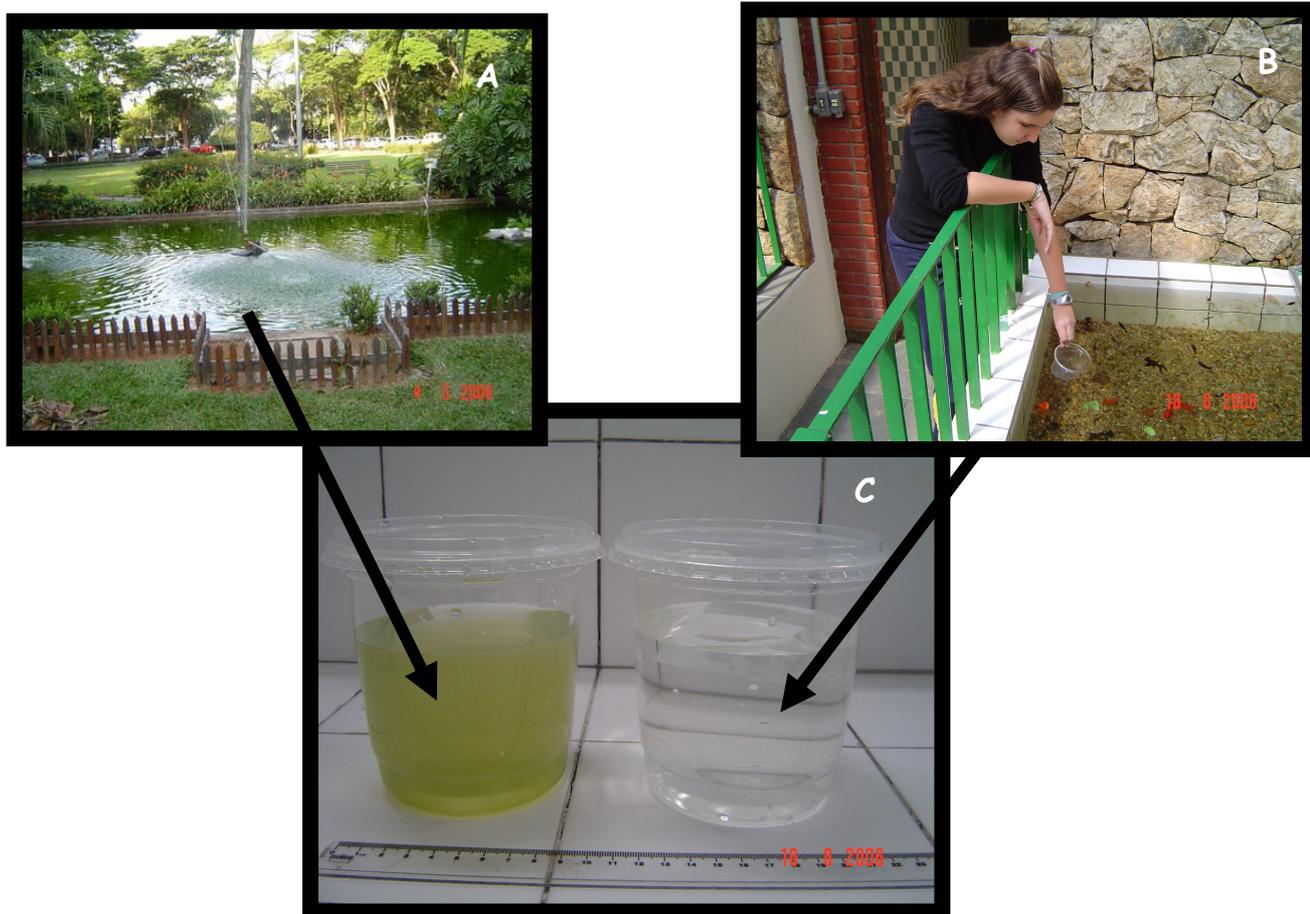


Figura 5. Visão geral dos tanques utilizados no trabalho (A e B) e de amostras de água coletadas em cada um desses tanques (C). A. Tanque localizado na Faculdade de Saúde Pública da USP. B. Tanque do viveiro do Colégio das Alfaces.



Figuras 6-8. Detalhes dos organismos encontrados nos tanques estudados. 6. Peixes no tanque do viveiro do Colégio das Alfaces. 7-8. Carpas, plantas e jabutis localizados no tanque da Faculdade de Saúde Pública da USP.

As análises realizadas ao microscópio demonstraram que a coloração do tanque FSP deve-se a uma grande quantidade de algas microscópicas do tipo clorófitas. Essas algas não foram visualizadas na amostra de água coletada no tanque do Colégio.

As medidas de Temperatura e pH foram maiores para as amostras do tanque FSP, já as medidas de condutividade foram maiores para as amostras do tanque Colégio. As medidas de oxigênio dissolvido foram semelhantes nos dois tanques, porém os maiores valores foram observados no tanque FSP (Figuras 9-12).

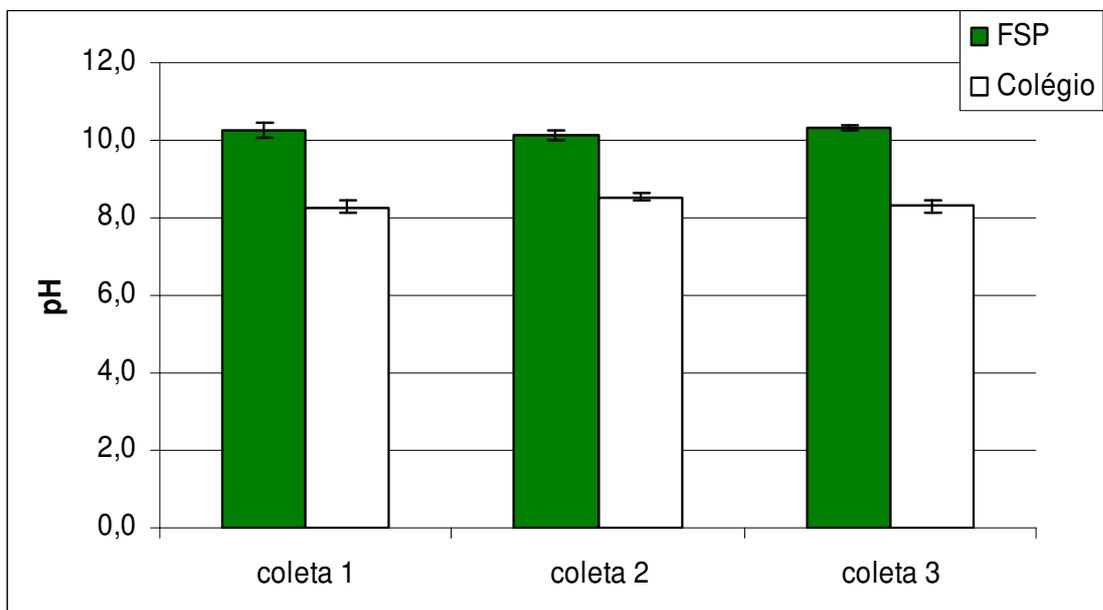


Figura 9. Medidas de pH obtidas nas coletas realizadas em três meses distintos no tanque do viveiro do Colégio das Alfaces e no tanque da Faculdade de Saúde Pública da USP. Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (3 de amostras por coleta).

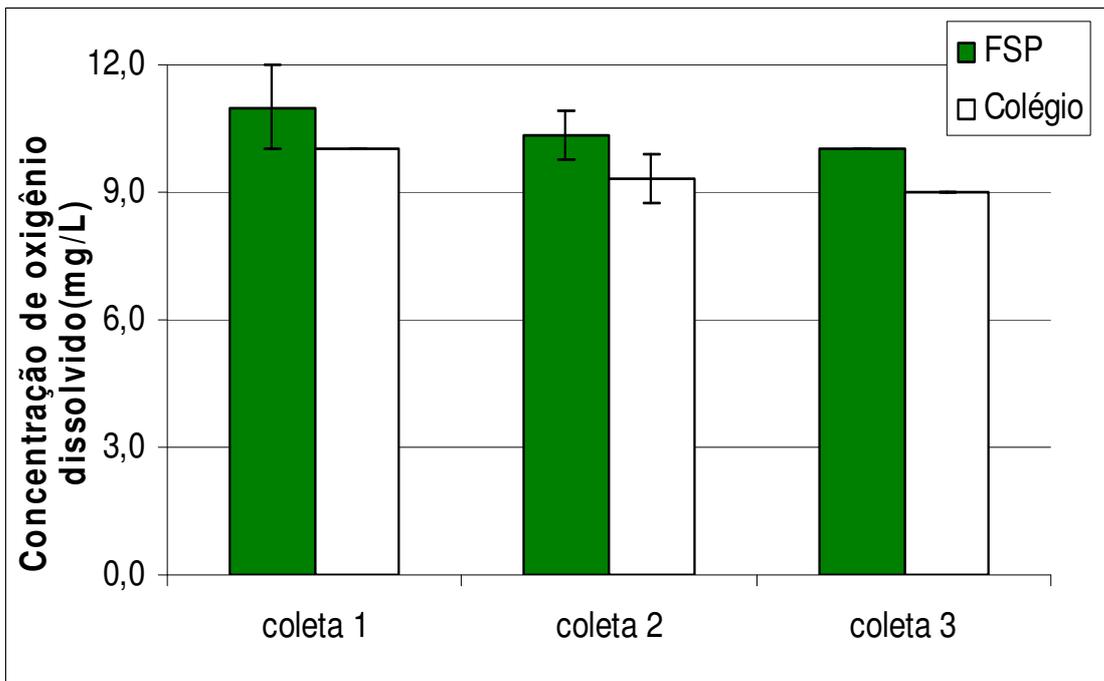


Figura 10. Medidas de oxigênio dissolvido obtidas nas coletas realizadas em três meses distintos no tanque do viveiro do Colégio das Alfaces e no tanque da Faculdade de Saúde Pública da USP. Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (3 de amostras por coleta).

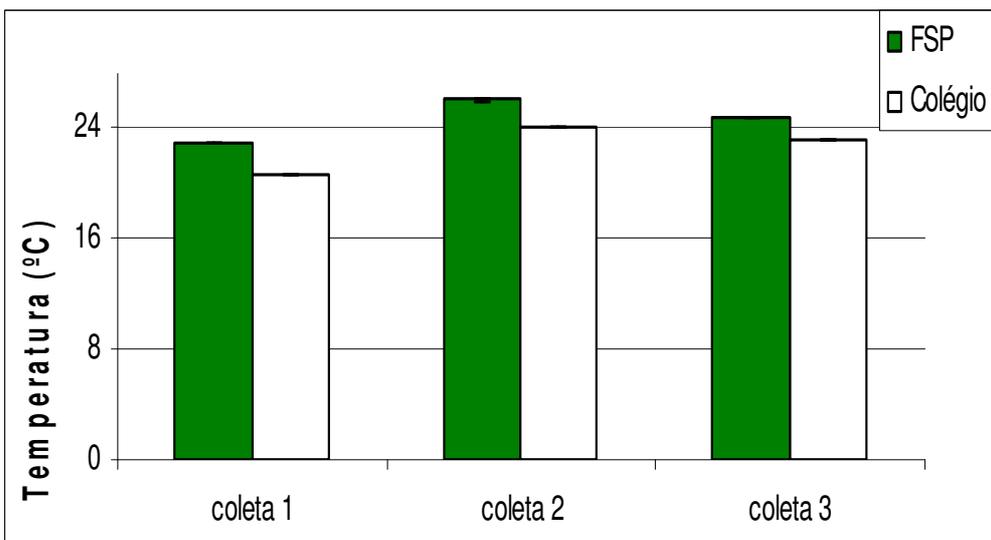


Figura 11. Medidas de temperatura obtidas nas coletas realizadas em três meses distintos no tanque do viveiro do Colégio das Alfaces e no tanque da Faculdade de Saúde Pública da USP. Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (3 de amostras por coleta).

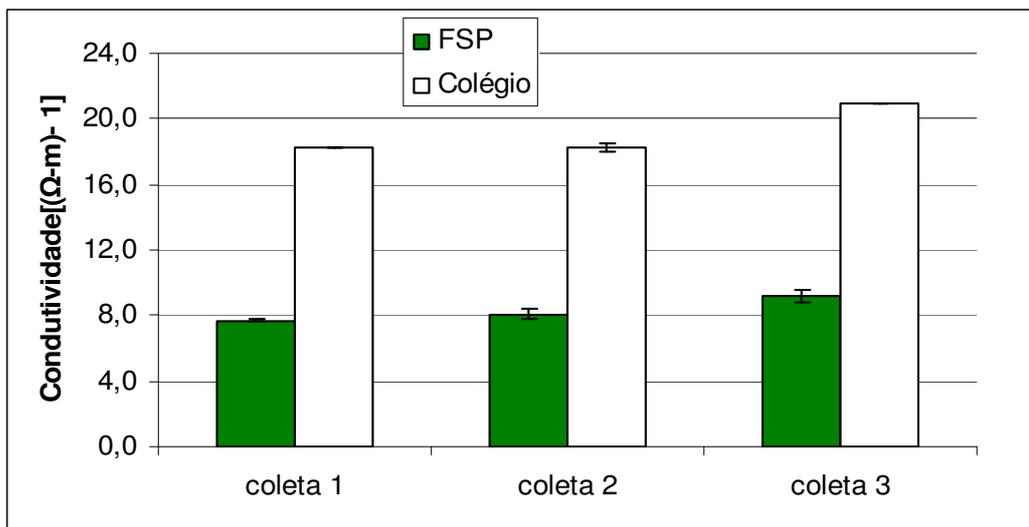


Figura 12. Medidas de condutividade obtidas nas coletas realizadas em três meses distintos no tanque do viveiro do Colégio das Alfaces e no tanque da Faculdade de Saúde Pública da USP. Dados apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (3 de amostras por coleta).

Não podemos estabelecer uma relação direta entre a coloração de água e a condição de poluição dos lagos, mesmo porque, o conceito de poluição está diretamente relacionado com o uso da água. No entanto, existem prováveis origens para determinadas colorações (Tabela 4). Pudemos constatar que a coloração do tanque FSP deve-se à presença de algas microscópicas verdes, relação já reportada nas referências que utilizamos (Tabela 4).

A presença de grande quantidade de algas também explica alguns resultados da análise limnológica. Em lagoas com grande população de algas, nos dias ensolarados, o pH pode subir muito. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água.

A condutividade está relacionada com os íons dissolvidos na água. As excretas dos peixes que vivem no tanque Colégio devem ser as responsáveis pela elevada quantidade de íons.

A maior temperatura do tanque FSP deve-se, provavelmente, a exposição direta ao Sol, o que não ocorre no tanque Colégio. O tanque FSP possui um chafariz, o que deve aumentar a sua oxigenação, bem como a atividade das microalgas.

Tabela 4. Cores usuais de corpos d'água e suas prováveis causas. (Fonte - <http://www.ib.usp.br/limnologia/index/>)

CORES DA ÁGUA	ORIGEM PROVÁVEL
Azul	Pouco material em suspensão
Verde	Rica em fitoplâncton e outras algas
Vermelha	Certos tipos de algas ("maré vermelha")
Amarela/Marrom	Materiais orgânicos dissolvidos, substâncias úmicas do solo, turfa ou material deteriorado de plantas
Mistura de cores	Escorrimento de água no solo

O resultado prático mais importante de nosso trabalho limnológico é que avaliar se um lago está ou não poluído é uma tarefa bastante complexa. Desta forma, **não devemos supor que águas claras não são poluídas e não contêm organismos que podem causar doenças**. Ao contrário, alguns organismos necessitam de águas limpas para se reproduzir (como o mosquito causador da Dengue).

Os materiais de educação ambiental que desenvolvemos apresentam justamente o objetivo de conscientizar as crianças, principalmente de baixa renda que estão mais expostas a situações de risco, sobre a questão do cuidado ao entrar em contato com corpos d'água aparentemente limpos. A falta de saneamento básico ainda é responsável por muitas doenças e mortes em nosso país (Cavinato, 2003)

A atividade da história em quadrinhos foi bem aceita tanto pelas professoras, quanto pelos alunos que nos auxiliaram na pesquisa. Notamos algumas diferenças no modo como os alunos das escolas particular e pública completaram as histórias. Na pública, pudemos notar várias frases sem sentido (o que poderia indicar problemas de alfabetização). Além disso, poucos alunos se referiram à água, colocando mais referências ao lixo em geral. Na escola particular, a maioria dos alunos fez alguma referência à água e não observamos frases sem sentido. A professora da escola pública confirmou que, infelizmente, embora já estejam no quinto ano, seis alunos ainda não são alfabetizados.

É importante ressaltar que projetos impostos por pequenos grupos ou atividades isoladas, gerenciadas por apenas alguns indivíduos da comunidade escolar não são capazes de produzir mudanças drásticas. Portanto, deve-se buscar alternativas que promovam uma contínua reflexão que culmine na metanóia, ou seja, na mudança de mentalidade (Ruy, 2004). Dessa forma, recomendamos que a atividade por nós realizada nas escolas seja complementada por outras abordagens.

## 5. Conclusões e continuidade do trabalho

- Os dados obtidos com as análises limnológicas realizadas demonstram que não é possível estabelecer uma relação direta entre a coloração e a poluição de um lago.
- Essa constatação foi utilizada como ponto de partida para o desenvolvimento de atividades de educação ambiental, pois evidencia o perigo de análises não científicas da água e da utilização baseando-se no critério coloração de corpos de água por parte da população.
- Pretendemos elaborar novos materiais de educação ambiental.
- Estamos desenvolvendo um site para divulgar nossos dados.

## 6. Referências bibliográficas

- Bonacela, P.H. e Magossi, L.R. **Poluição das Águas**, 2ª edição, 2006. Ed. Moderna.
- Cavinato, V.M. **Saneamento básico**, 2ª edição, 2003. Ed. Moderna.
- Dias, G.F. **Atividades interdisciplinares de educação ambiental**, 2ª edição, 2006. Ed. Gaia.
- Joly, A.B. **Botânica: Uma Introdução à Taxonomia**. 1972. Companhia Editora Nacional.
- Ruy, R.A.V. A educação ambiental na escola. **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 26, 2004.
- Strazzacappa, C. e Montanari, V. **Pelos caminho da Água**, 2ª edição, 2006. Ed. Moderna.

### Sites

- Ambiente Brasil. Disponível em <<http://www.ambientebrasil.com.br/>>, acesso em 26 de outubro de 2007.
- Limnologia, IB-USP. Disponível em <<http://www.ib.usp.br/limnologia/index/>>, acesso em 26 de outubro de 2007.
- Universidade de água. Disponível em <<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp>>, acesso em 26 de outubro de 2007.