



## **A RELAÇÃO DO RIO TIBAGI COM O FRIGORÍFICO FRIGO STAR NO MUNICÍPIO DE JATAIZINHO - PR**

**Rubieli Saretto<sup>(1)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina.

**Amanda Alcaide Francisco**

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina.

**Ricardo Nagamine Costanzi**

Professor Doutor de Hidrologia Aplicada da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rodovia Melo Peixoto, BR 369 Km 128, Jataizinho/Pr, CEP 86.210-000. Fone: (43) 3259-1208.

E-mail: [rubieli\\_sarett.21@hotmail.com](mailto:rubieli_sarett.21@hotmail.com)

### **RESUMO**

No início da década de 1970, o mundo, de modo geral, passou a demonstrar a preocupação com o meio-ambiente, e para isso começou a mensurar as ações humanas uma vez que os recursos presentes na natureza não são todos renováveis. O uso contínuo destes mesmos recursos sem qualquer restrição ou estudo sobre sua quantidade ou qualidade visa apenas o progresso e o desenvolvimento econômico (GIANSANTI, 1998). Especialmente em cidades pequenas como é o caso do município de Jataizinho, há um descontrole nas instalações de indústrias, independente do seu porte. Esta falta de estudos apropriados sobre a área de implantação, o solo, a proximidade com o leito dos rios, faz com que essas indústrias se beneficiem de recursos ambientais por longo tempo sem fiscalizações adequadas. Porém, na atualidade com o tema ambiental mais presente e marcante na sociedade, as indústrias estão tendo que seguir normas mais específicas para a proteção e reutilização de recursos naturais. Neste estudo visou-se analisar a qualidade da água do Rio Tibagi em três pontos específicos, correlacionando estes determinados pontos com uma indústria que beira o rio. Demonstrou-se no presente trabalho os resultados das análises específicas para o que se queria descobrir, a adequada ou inadequada forma de tratamento das águas residuais do Frigorífico Frigo Star.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ecohidrologia, Frigorífico, Recursos Hídricos, Águas Residuais.

### **INTRODUÇÃO**

Tendo uma visão sistêmica e integrada e procurando entender os processos interativos que direcionam as mudanças nos ecossistemas aquáticos para dessa maneira oferecer soluções de conservação para os recursos hídricos, a ecohidrologia pode ser classificada como o estudo das inter-relações funcionais entre hidrologia e biota. Uma de suas preocupações é com a interferência humana nos ecossistemas de água doce, que vem afetando severamente as características naturais, físicas e biológicas desses lugares, alterando a produtividade e resiliência (Nilsson et al 2007).

O Rio Tibagi cujo significado quer dizer água corrente, possui extensão de 550 km, abrange 52 municípios e 1,8 milhões de habitantes, por isso é considerado uma das bacias hidrográficas de maior importância econômica, física e hidrológica do Brasil. Nele existem 112 espécies de peixes, 482 espécies de aves, 40 espécies de mamíferos e ao redor são 600 espécies de árvores, constituindo um centro de convergência de espécies animais e vegetais para toda a América Latina (COPATI, 2011).

O Rio Tibagi ocupa uma das regiões mais importantes do Estado do Paraná. A terra fértil, a localização estratégica e a qualidade de vida proporcionaram as condições perfeitas para o desenvolvimento do agronegócio e de inúmeras atividades industriais. Porém, junto com o crescimento da atividade econômica vieram o desmatamento desenfreado e o aumento da emissão de resíduos industriais e urbanos (COPATI, 2011).

Na cidade de Jataizinho, a qual moram atualmente cerca de 12.035 habitantes, o Rio Tibagi é uma presença bem vista. No entanto, por ele rodear a cidade, muitas indústrias se instalaram próximo às suas margens para facilitar a utilização

da água. Entre estas o frigorífico Frigo Star é a maior em extensão e em geração de empregos. Com seu funcionamento diurno e noturno, o frigorífico possui 140 funcionários que trabalham desde o processo de recebimento dos animais até o processo de limpeza da carne dos mesmos. São muitos os processos realizados dentro dele, e para cada um há utilização de água em excesso devido à necessidade de constante limpeza, o que faz com que esta água que não é absorvida pelo solo tenha que ser depositada em algum lugar após seu uso. Em geral as empresas que beiram rio após usarem a água fazem seu tratamento e a devolvem para o mesmo rio, mas o tratamento da água poluída pelo frigorífico de Jataizinho está ocorrendo de forma adequada antes de sua soltura?

## METODOLOGIA

### I. ÁREA DE ESTUDO

O Rio Tibagi abrange 52 municípios do estado do Paraná, possuindo uma área de 25.239 km<sup>2</sup> e 550 km de extensão. Entretanto, a área de maior relevância para este estudo encontra-se na cidade de Jataizinho. Na figura abaixo se pode visualizar a localização do frigorífico em relação ao Rio Tibagi.



**Figura 1: Imagem por satélite do Frigorífico Frigo Star.**

A coleta de água foi feita onde ocorre a soltura da água utilizada e tratada pelo frigorífico. Foram coletadas amostras de água em três pontos distintos do rio, sendo o primeiro ponto em torno de 20 metros de distância depois do cano de soltura da água o segundo ponto 500 metros após o ponto de soltura e o terceiro ponto 1000 metros antes do ponto de soltura. A captura da água ocorreu entre às 08h00min e 09h00min da manhã do dia 11/05/2011 próximo à margem do rio. Estas amostras foram coletadas em frascos âmbar, lavadas de 2 a 3 vezes com a mesma água a ser amostrada, introduzidas numa profundidade em torno de 20 cm, fechadas hermeticamente e transportadas para o laboratório em menos 24 horas.

### II. MATERIAIS

- Balança Analítica (precisão  $\pm 0,0001$ g);
- Espectofotômetro;
- Pipetador automático de 5,00 mL;
- Balões Volumétricos de 10, 250, 500 e 1000 mL;
- Copos de Becher de 400, 500 e 1000 mL;
- Pipetas automáticas de 200 e 1000  $\mu$ L;
- Sulfato de Prata – Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> P. A. ou grau técnico;
- Nitrito de Sódio – NaNO<sub>2</sub>;
- Destilador;
- Turbidímetro;
- Frasco Âmbar;
- Água Microfiltrada;
- Peagâmetro;
- Soluções tampões de pH 7,0 e 4,0;
- Balão Kjeldahl;
- Conjunto de destilação;

- Solução tampão de borato;
- Solução indicadora de ácido bórico;
- Solução de hidróxido de sódio 6N;
- Solução de Ácido Sulfúrico 0,02N;
- Água destilada;
- Titulador automático;
- Provetas 50ml;
- Pipetas.

### III. METODOLOGIA PARA MEDIÇÃO DA TURBIDEZ DA AMOSTRA

A presença de materiais em suspensão (turbidez) numa amostra de água causa a dispersão e a absorção da luz que atravessa a amostra, em lugar da sua transmissão em linha reta. A turbidez é a expressão desta propriedade óptica. Para medir a quantidade de luz que passa por cada amostra foi utilizado o turbidímetro, que utiliza como unidade UT – unidades de turbidez. Inicialmente o turbidímetro foi calibrado medindo as UTs da água microfiltrada, respondendo como o esperado com 0 UT. Após esta etapa, foram medidas as unidades de turbidez de cada amostra, verificando o quanto de luz passa em cada tubo com água coletada. Este processo foi realizado em duplicada (APHA, 2005).

### IV. METODOLOGIA DA MEDIÇÃO DE PH

Por definição, como mostrada a equação (1) abaixo:

$$Ph = -\log\left(\frac{^c H^+}{Mol/L}\right) \quad \text{equação (1)}$$

O pH mede a atividade do íon-hidrogênio, ou seja, a acidez do meio. Pode-se, genericamente, definir pH como a relação numérica que expressa o equilíbrio entre os íons  $H^+$  e os  $OH^-$ . A escala de pH vai de 0 a 14.  $pH = 7.0$  indica neutralidade;  $pH > 7.0$  denota aumento da alcalinidade, águas básicas;  $pH < 7.0$  indica aumento da acidez, águas ácidas.

Para a vida aquática, o pH deve situar-se entre 6.0 e 9.0. O pH altera a solubilidade e, por isso, a disponibilidade de muitas substâncias, além de afetar também a toxicidade de substâncias como o ferro, chumbo, cromo, amoníaco, mercúrio e outros elementos.

Para a realização das medições do pH do rio Tibagi, utilizou-se o peagâmetro, que ao ser ligado, precisou ser calibrado com o auxílio das soluções tampões de pH 7,0 e 4,0. Após esta etapa, lavou-se o eletrodo com água destilada. A amostra da água fluvial foi colocada em contato com o eletrodo e a leitura de pH então realizada, podendo-se também fazer uma relação com a temperatura. Fez-se este processo em triplicata.

### V. METODOLOGIA DE NITROGÊNIO AMONICAL

Inicialmente, foi utilizado um Becker de 100 mL para pipetar uma amostra de 100 mL, em seguida foram adicionadas 5 mL de tampão borato e ajustado o pH para 9,5 com NaOH 6N. Anotou-se o volume de NaOH e descartou-se a amostra. Após esta etapa foram colocados 50 ml de indicador de ácido bórico num balão de 250 ml e adaptado ao terminal do condensador.

Depois foram pipetadas 100 mL de amostra em um balão Kjeldahl e adicionados 5 mL de tampão borato, descartando o volume de NaOH gasto na amostra. Então, foi engatado rapidamente o tubo ao destilador e prosseguiu-se com a destilação. Recolheu-se aproximadamente 200 ml do destilado e o titulou com ácido sulfúrico 0,02N até atingir o pH do Padrão. Para atingir o padrão foram colocados 50 mL de ácido bórico em um balão de 250 mL, e completados até atingir seu volume completo (PROSAB, 2003).

Para calcular a quantidade de nitrogênio amoniacal em cada amostra, foi utilizada a equação (2), como mostrada abaixo:

$$N\text{-amoniacoal (mg N-NH}_3\text{/L)} = \frac{(A - B) \times N_{\text{ác}} \times 14.000}{\text{mL da amostra}} \quad \text{equação (2)}$$

Onde: A = volume de ácido sulfúrico gasto com a amostra;

B = volume de ácido sulfúrico gasto com o branco;

## VI. METODOLOGIA DE QUANTIDADE DE NITRITO

O nitrato de sódio foi deixado no dessecador com sílica gel no período de 24 horas antes de ser usado. E após este período, foram pesados 0,5000 gramas deste mesmo composto. Com o auxílio de 50 mL de água destilada, este foi transferido para um balão volumétrico de 1000 mL, o qual completou-se o volume também com água destilada. Adotou-se 1 ml = 0,5 mg de nitrato de sódio. Logo após, foram retirados 20 mL com a pipeta volumétrica e transferidos para um balão volumétrico de 100 mL, completando também com água destilada e adotando 1mL = 0,1 mg de nitrato de sódio. Em seguida, foram transferidos com a pipeta volumétrica, 10 mL da solução anterior para o balão volumétrico de 100 ml e completou-se o volume foi com água destilada, adotando 1mL = 0,01 mg de nitrato de sódio (APHA,2005). Para a preparação da curva padrão de nitrato, foram utilizados balões de 50 mL.

O experimento foi iniciado com o auxílio da pipeta volumétrica, onde se retirou 1 mL da amostra em estudo que estava no balão volumétrico de 50 mL. Após este procedimento, foi adicionado a amostra 1 mL da solução de ácido sulfanílico e 1 mL de alfa- naitilamina, ocorrendo a agitação logo depois de cada adição. Posteriormente à agitação, acrescentou-se água destilada à amostra até atingir o volume de 50 mL e homogeneizou-a. A solução foi deixada em repouso por 20 minutos para que a coloração fosse desenvolvida.

Entretanto, como a solução estava bastante concentrada (apresentou coloração forte), foi necessária uma diluição de 1:10, realizada do seguinte modo: 5 mL da solução anterior foram introduzidos em um balão volumétrico de 50 mL e completado com água. Após este procedimento, foi necessário mais 20 minutos de repouso e logo após este período, uma amostra desta solução foi colocada em uma cubeta e levada ao espectrofotômetro a 520 nm.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das indústrias que circundam o Rio Tibagi, o frigorífico Frigo Star é o que oferece o maior número de empregos. Com seu funcionamento diurno e noturno, o frigorífico faz o processo completo, ou seja, ele atua desde o recebimento dos animais até o processo de limpeza da carne dos mesmos. São muitos os processos realizados dentro dele, e para cada um há utilização de água em excesso, devido à necessidade de constante higienização.

Por sua necessidade em grande escala da utilização de água, este não pode depender somente da água que vem tratada pelo sistema de abastecimento do município, assim dentro da própria empresa há a captura e tratamento da água vinda diretamente do rio por meio de canos.

O frigorífico é composto pela mangueira, da qual os bois e porcos separadamente fazem o caminho até o matadouro, pelo escritório, pelo matadouro, pelo barracão onde ficam as salas com a seqüência de processos desde o recebimento do animal morto até a câmara de conservação da carne e os processos de reutilização para a venda dos restos, por um depósito de água com 285000 litros e por três represas de tratamento de efluentes. Nestas últimas ocorre o tratamento para soltura da água poluída.

Após ser realizada uma visita a este mesmo frigorífico foi constatado que os gastos de água são de aproximadamente 1200 litros de água por cabeça de boi e 800 litros de água por suíno que chegam até o matadouro. A maior parte dessa água vem do seu depósito, o qual contém 285000 litros.

O Frigo Star recebe em média de 5000 cabeças de boi e 2000 cabeças de porco mensalmente. Com estes dados, foi obtido que mensalmente é gasto 6000000 de litros de água com a carne bovina e 1600000 litros de água com a carne suína.

Esta água que foi utilizada nos processos de matança, limpeza, entre outros, é transferida até uma caixa por meio de gravidade, logo após é bombeada até a primeira lagoa de tratamento. Na primeira lagoa o processo de limpeza tem

## ***II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental***

apoio de bactérias e cloro, e a água poluída leva cerca de 8 dias para atravessá-la, do início até a saída. Na segunda lagoa o tratamento tem continuação por processo aeróbico, sendo que a transferência da água da primeira lagoa para a segunda ocorre por meio de canos e uma cascata, a qual ajuda na liberação de oxigênio da água, tornando-a mais limpa. Ainda na segunda lagoa, a água poluída leva cerca de 6 dias para atravessá-la e sair para a terceira lagoa. Na terceira lagoa de tratamento a água já está mais limpa, levando de 5 a 6 dias até cair no rio.

A saída da água para o Rio Tibagi ocorre em forma de escadas. A água vai descendo por meio de escadas numa distância aproximada de 40 metros, até cair no rio. A medição de pH é feita na terceira lagoa. O objetivo das lagoas é fazer a filtração adequada na água para assim soltá-la de volta no rio.

Para o processo de reoxigenação da água, o frigorífico Frigo Star realiza seu tratamento de água por batelada. Este processo consiste em remover poluentes, mais especificamente o nitrogênio, através de um fluxo vertical, no qual a água vai caindo em uma escada, para que assim ocorra uma oxigenação maior e o processo de nitrificação – desnitrificação possa ser concluído (MAZZOLA et al, 2005).

Com a água coletada foram realizadas as seguintes análises:

- Turbidez;
- pH;
- Nitrogênio Amoniacal;
- Nitrito.

A metodologia para cada etapa foi discutida no item 3 do presente estudo.

### **I. CLASSE DO RIO TIBAGI**

A classificação das águas é feita do seguinte modo: águas doces, salobras e salinas. Assim a água do rio Tibagi é classificada como água doce, uma vez que, a salinidade é igual ou inferior a 0,5 ‰ (CONAMA, 2006).

O Superintendente da SUREHMA – Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente, no uso de suas atribuições enquadrando os cursos d’água da BACIA DO RIO TIBAGI, conforme abaixo especificado:

Art. 1º - Todos os cursos d’água da Bacia do Rio Tibagi, pertencem à classe “2”.

Art. 2º - Constitui exceção ao enquadramento constante no Art. 1º.

I – Todos os cursos d’água utilizados para abastecimento público e seus afluentes, desde suas nascentes até a seção de captação para abastecimento público, quando a área desta bacia de captação for menor ou igual a 50 (cinquenta) quilômetros quadrados, tais como os abaixo relacionados, pertencem à classe “1” (CONAMA, 2006).

### **II. RESULTADOS DA ANÁLISE DE TURBIDEZ**

Segundo a resolução CONAMA nº 357 de 2006 e a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, a quantia permitida de turbidez na água doce é até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT). Na Tabela 1, segue os resultados encontrados na análise realizada no laboratório de química analítica da UTFPR – Campus Londrina.

**Tabela 1. Valores de turbidez para as amostras coletadas - Fonte: Dados obtidos na análise da água.**

	<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Amostra 3</b>
<b>Medição 1</b>	38.13	46.6	34.58
<b>Medição 2</b>	32.62	47.45	34.55
<b>Média</b>	35.375	47.025	34.565

Comparando os resultados obtidos com o valor máximo permitido, verifica-se que as amostras 1 e 3 estão dentro do padrão, sendo estas amostras coletadas antes do frigorífico e depois do frigorífico, respectivamente. Entretanto, a amostra 2, correspondente a água coletada próximo do frigorífico ultrapassa o limite estipulado pelo CONAMA, gerando uma média de 47.025 UNT.

### III. RESULTADOS DA ANÁLISE DE PH

Segundo a resolução CONAMA nº 357 de 2006 e a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, a faixa de pH permitida para rios da classe 2 é de 6,0 a 9,0. Na Tabela 2, segue os resultados encontrados na análise realizada no laboratório de química analítica da UTFPR – Campus Londrina.

**Tabela 2. Valores de pH para as amostras coletadas - Fonte: Dados obtidos na análise da água - Fonte: Dados obtidos na análise da água.**

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Medição 1	6.82	7.19	7.17
Medição 2	7.26	7.44	7.43
Medição 3	7.52	7.55	7.51
Média	7.20	7.39	7.37

Comparando os resultados obtidos com os valores permitidos pelo CONAMA, verifica-se que as amostras em estudo estão respeitando a faixa estabelecida, uma vez que, as médias das mesmas não ultrapassam o valor de 7.4.

### IV. RESULTADOS DA ANÁLISE DE NITROGÊNIO AMONICAL

Segundo a resolução CONAMA nº 357 de 2006 e a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, para valores de pH menor que 7.5 a quantidade máxima permitida de nitrogênio amoniacal, para rios da classe 2, é 3,7mg/L N. Na Tabela 3, segue os resultados encontrados na análise realizada no laboratório de química orgânica da UTFPR – Campus Londrina.

**Tabela 3. Valores de nitrogênio amoniacal e ácido sulfúrico para as amostras coletadas - Fonte: Dados obtidos na análise da água.**

	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3
Volume H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (mL)	0.15	0.38	0.20
Normalidade H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.02	0.02	0.02
Volume da amostra (mL)	50	50	50
N – NH <sub>3</sub> (mg/L)	0.84	2.128	1.12

Comparando os resultados obtidos com valores permitidos pelo CONAMA, verifica-se que as amostras em estudo não ultrapassam o valor máximo permitido. Entretanto, pode-se considerar que no local próximo do frigorífico (amostra 2) existe o valor mais elevado de nitrogênio amoniacal. O local anterior ao frigorífico (amostra 1) apresenta uma quantidade relativamente baixa, enquanto o ponto posterior ao frigorífico (amostra 3) apresenta uma quantidade maior que a amostra 1, sendo resultado do despejo de água tratada pelo frigorífico. A amostra 3 apresenta valor reduzido em relação à amostra 2, por haver a disseminação da quantidade de água despejada pelo abatedouro com a água do próprio rio Tibagi.

### V. RESULTADOS DA ANÁLISE DE NITRITO

Segundo a resolução CONAMA nº 357 de 2006 e a Portaria nº 1469 do Ministério da Saúde, a quantidade máxima permitida de nitrito, para rios da classe 2, é 1,0 mg/L N. Nas Tabelas 4 e 5, seguem os resultados encontrados na análise realizada no laboratório de química orgânica da UTFPR – Campus Londrina. Enquanto que na Figura 2, se apresenta a curva de calibração da concentração de nitrito.

**Tabela 4. Valores de concentração utilizada e a absorvância para as amostras coletadas - Fonte: Dados obtidos na análise da água.**

	A	B	Média
0	0	0	0
0.01	0.002	0.04	0.003
0.02	0.063	0.067	0.065
0.04	0.159	0.159	0.159
0.06	0.278	0.247	0.2625



<b>0.08</b>	0.389	0.360	0.3745
<b>0.1</b>	0.451	0.444	0.4675

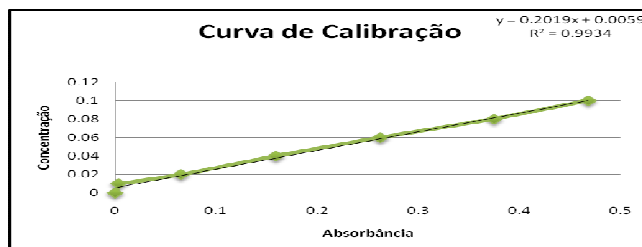


Figura 2: Curva de calibração da concentração de nitrito em amostra de água.

A partir da equação linear, obtida pelo método dos mínimos quadrados, é possível estimar a concentração de uma amostra qualquer contendo íons nitrito em solução. Esta concentração pode ser estimada desde que esteja dentro da faixa abrangida pela curva de calibração. Se eventualmente a concentração de nitrito na amostra ultrapassa a faixa de absorvância da curva de calibração é aconselhável realizar uma diluição. O valor da diluição é considerado no cálculo final da concentração do analito na amostra.

Tabela 5. Valores de concentração de nitrito para cada amostra - Fonte: Dados obtidos na análise da água.

	A	B
<b>Amostra 1</b>	0.038	0.035
<b>Amostra 2</b>	0.072	0.059
<b>Amostra 3</b>	0.039	0.036

Segundo Ramos (2005), a concentração deste íon em águas naturais raramente ultrapassa 0,1 mg/L. Portanto, as amostras 1, 2 e 3 analisadas correspondem aos padrões de emissão permitidos em corpos hídricos e de ingestão. A amostra 1 apresenta uma quantia inferior à amostra 2, que, por conseguinte apresenta uma quantia superior à amostra 3. Evidenciando que a maior quantia de nitrito presente na água está no local de despejo da água tratada no rio.

## CONCLUSÃO

Pelo estudo levantado em campo e pelas análises feitas em laboratório com as amostras de água do Rio Tibagi, percebeu-se o cumprimento das regulamentações ambientais por parte do frigorífico Frigo Star do município de Jataizinho-PR.

Vale ressaltar que para os três pontos onde foi realizada a captura de água, o ponto próximo ao cano de soltura do frigorífico em todas as análises foi o que apresentou maior grau de poluição, mesmo este grau não ultrapassando o permitido. Porém, na análise de turbidez da água do rio, os valores deste mesmo ponto ultrapassaram com uma média de 47.025 UNT o limite estipulado pelo CONAMA que é de 40 UNT. Demonstrando que este fato pode ter ocorrido devido à alta proximidade do ponto de coleta com a margem do rio. Este ponto acaba sendo composto por um número significativo de sedimentos que são carreados até ele pelo choque da água com a margem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (2005). American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21st ed. Washington.
2. **Coleta de Água.** Disponível em <[http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/conteudo/cao/cme/atividades/recursos\\_hidricos/manual\\_coleta\\_%C3%A1gua.pdf](http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/conteudo/cao/cme/atividades/recursos_hidricos/manual_coleta_%C3%A1gua.pdf)> Acesso em: 03.Maio.2011.
3. COPATI. **Rio Tibagi.** Disponível em <<http://www.copati.org.br/conteudo/conteudo.asp?id=32>> Acesso em: Abril 2011.
4. GIANANTI, Roberto. **O desafio do desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Atual, 1998.

