

## **Monitoreo de una estación de tratamiento de efluentes proveniente de una empresa de reciclaje de plástico del municipio de Caçador, Santa Catarina, Brasil**

*Monitoring of an effluent treatment plant tested by a plastic recycling company in the municipality of Caçador, Santa Catarina, Brazil*

Roger Francisco Ferreira de Campos<sup>1</sup> Tiago Borga<sup>2</sup> e Eric Marcos Vazquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Maestría, Ingeniería Ambiental, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, Brasil  
*roger@uniarp.edu.br*

<sup>2</sup>Maestría, Ingeniería Ambiental, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Caçador, Santa Catarina, Brasil  
*tiagoborga@gmail.com*

<sup>3</sup>Graduación, Ingeniería Química, Universidad de las Américas Puebla, San Andrés Cholula, Puebla, México  
*erick.mv@gmail.com*

### **Resumen**

La contaminación de los recursos hídricos es uno de los principales problemas ambientales, ya que su contaminación puede ser difusa, lineal y puntual, necesitando una gestión de las fuentes con potencia de contaminación hídrica. Ante el expuesto este trabajo tiene como objetivo, desarrollar el monitoreo de una estación de tratamiento de efluentes a partir de análisis químico-físico en una empresa de reciclaje de plástico del municipio de Caçador/SC, buscando analizar su eficiencia e interacción con el cuerpo receptor. El monitoreo fue realizado en el año 2014, 2015 y 2016, a través de análisis de pH, DBO, DQO, Sólidos Totales y Sedimentables, Nitrógeno Amoniacal, Aceites y Grasas Minerales y Grasas Animales. El estudio presenta que el sistema de tratamiento no cumple con las legislaciones pertinentes para el parámetro de DBO y Sólidos sedimentables. Así, la estación de tratamiento de efluentes del estudio necesita una readecuación de su sistema, buscando la utilización de un sistema de tratamiento químico y otros que disminuyen la cantidad de sólidos del efluente tratado, ya que los sólidos se disuelven o totales es uno de Los principales contaminantes de los cuerpos hídricos.

**Palabras clave:** Monitoreo; Estación de Tratamiento; Efluentes Industriales

### **Abstract**

The pollution of water resources is one of the main environmental problems, since its contamination can be diffuse, linear and punctual, necessitating a management of the sources with power of water pollution. In view of the above, this work aims to develop the monitoring of an effluent treatment plant from chemical-physical analysis in a plastic recycling company of the municipality of Caçador/SC, seeking to analyze its efficiency and interaction with the receiving body. The monitoring was carried out in 2014, 2015 and 2016, through analysis of pH, BOD, COD, Total and Sedimentable Solids, Ammoniacal Nitrogen, Oils and Mineral Greases and Animal Fats. The study shows that the treatment system is not in compliance with the relevant legislation for the BOD parameter and Sedimentable Solids. Thus, the effluent treatment station of the study needs a readjustment of its system, seeking the use of a chemical treatment system and others that decrease the amount of solids of the treated effluent, since the solids are dissolved or total is one of the Major pollutants of water bodies.

**Keywords:** Monitoring; Treatment Station; Industrial Effluents

## INTRODUCCIÓN

Los medios de comunicación nos dejan claro, que es un bien finito, ya que si no hay uso consciente de la misma esta dejará de existir. Gracias a este pensamiento las empresas empiezan a concientizar, que sin el agua, no hay producción, y su contaminación causa consecuencias inestimables tanto al medio ambiente como a la vida humana.

Según Maldaner (2008) cuando un emprendimiento genera un determinado tipo de residuo industrial es necesario que la misma presente una alternativa para su tratamiento. Por lo tanto, el mismo no debe ser acumulado indefinidamente o incluso descartado en el medio ambiente, interactuando negativamente con la atmósfera, el suelo y recursos hídricos.

El vertido de efluentes industriales y efluentes domésticos en cuerpos hídricos degrada la calidad ambiental, ocasionando el decrecimiento de la calidad del agua y la muerte de peces, además de contaminar la cuenca hidrográfica con metales pesados y otros, dificultando el tratamiento del agua para uso de los centros urbanos (OLIVEIRA, HENKES, 2013).

Las características de un efluente se relacionan con la cantidad, concentración y composición del agua residual industrial, pudiendo ser encontrado en alcantarillado doméstico, pero también puede contener metales pesados, compuestos orgánicos recalcitrantes, materiales radioactivos y otros, que interactúan de forma negativa con el medio ambiente y presentan características de difícil degradación (MIHELICIC, ZIMMERMAN, 2015). Los efluentes presentan interacción negativa con el medio ambiente si el mismo no obtiene tratamiento adecuado, por lo que es necesario diagnosticar la calidad de los efluentes lanzados en el medio ambiente (AZZOLINI, FABRO, 2012, FUSO, 2015)

Los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua están asociados con la calidad ambiental. Aguas de baja calidad perjudican el desarrollo económico y social, por esto es de extrema importancia la gestión de las aguas para la preservación de los recursos hídricos (TUNDISI, 2008). Muchas empresas utilizan el sistema de tratamiento de efluentes para atender los parámetros de las legislaciones ambientales como para el reúso del agua en el sistema industrial, para el proceso de desagüe en un cuerpo receptor o en un sistema de drenaje (GIORDANO, 2003).

Según Matos et al., (2010) es esencial la utilización de análisis para divulgación de fuentes contaminantes, para el público de forma general, organizaciones no gubernamentales, sociedad civil, consejos de medio ambiente, poder público, entre otros. Esta cuestión está relacionada con la búsqueda de una mejor comprensión del tratamiento de una empresa, como para mostrar el potencial de contaminación, para que se elaboren medidas preventivas.

El proceso de monitoreo de un sistema de tratamiento de efluentes industriales, a través de análisis físico-químicos, es un método que pone a disposición de los pacientes. Descripción de la eficiencia del tratamiento y de la interacción de los impactos ocasionados al cuerpo receptor. Para Azzollini, Frinhani y Fabro (2011) los análisis físico-químicos y biológicos son relevantes y esenciales para el desarrollo sostenible.

Sabiendo de la interacción del efluente industrial con el medio ambiente y las exigencias establecidas para el buen funcionamiento de las estaciones de tratamiento de efluentes generados en un proceso productivo. Por lo tanto el principal objetivo del estudio es, monitorear la eficiencia de una estación de tratamiento de efluentes a través de parámetros físico-químicos de una empresa de reciclaje de plástico y comparar los resultados de los análisis con las legislaciones pertinentes de lanzamiento de efluentes a nivel nacional y regional.

## MATERIALES Y MÉTODO

### LUGAR DEL ESTUDIO

El estudio fue realizado en una empresa de reciclaje del Polietileno de Baja Densidad, ubicada en el municipio de Caçador - Santa Catarina, conforme Figura 1. La empresa se constituye de un área de 11687,00m<sup>2</sup>, con un barracón de producción para el almacenaje de la materia prima, oficina y una casa (casera).

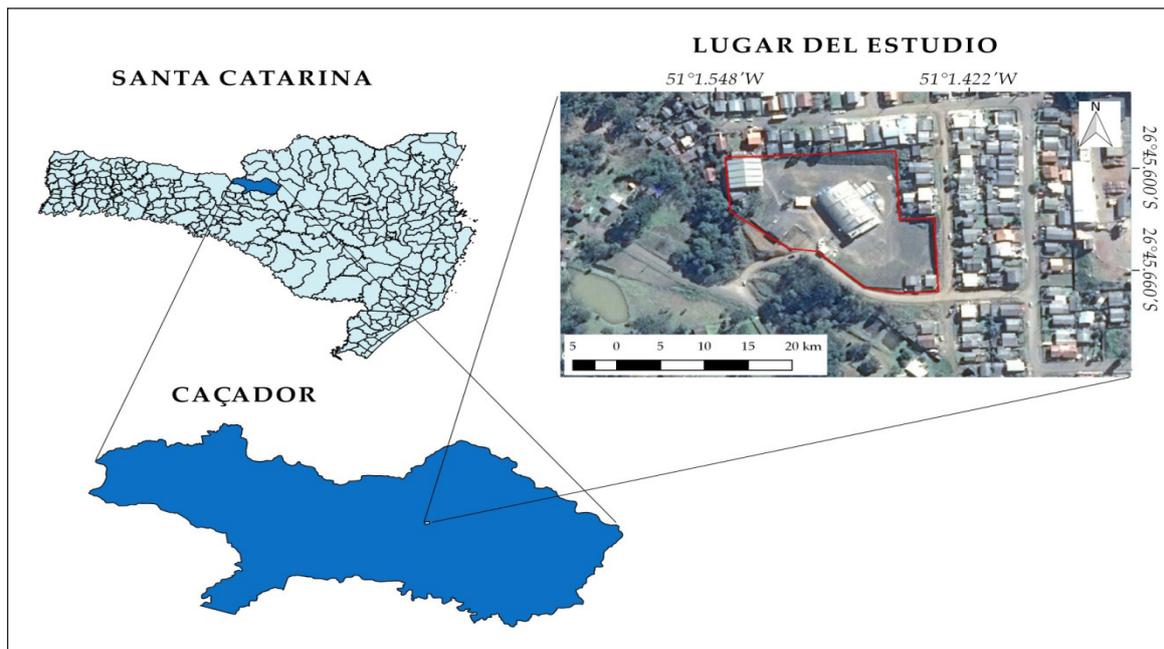


Figura 1 - Lugar del estudio, Caçador, Santa Catarina.

El sistema de tratamiento de efluente de la empresa en estudio está constituido de un tratamiento preliminar con una caja de control de flujo de (3m x 2m con profundidad de 1m) y dos criba con escobas rotativas de (1,5m x 1m con escobas de 0,4m), un tratamiento primario de flotación de (3m x 4m con profundidad de 0,5m) luego por tratamiento secundario con el proceso de estabilización de (3m x 6m con profundidad de 0,5m) hasta seguir hacia el cuerpo receptor, de acuerdo con la Figura 2. Obteniendo un caudal de 895 m<sup>3</sup>/h.



Figura 2 - Proceso de lavado del plástico y tratamiento de efluentes: Proceso de lavado del plástico, a través del tanque de la lavadora (A); Cribas rotativas (B); Tratamiento Primario (C) y Tratamiento Secundario (D).

### MÉTODO DE ANÁLISIS

Para que los objetivos fueran saneados se realizó el monitoreo en los años 2014, 2015 y 2016, del efluente bruto y del efluente tratado, siendo la recolección realizada conforme a los Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) y posteriormente sometidas a análisis Físico-químico en el laboratorio de ensayo químico de la empresa Laboprime Laboratórios LTDA.

Las variables de estudio se relacionaron con los parámetros establecidos por la Licencia Ambiental de Operación - LAO de la empresa, realizadas conforme a la Tabla 1, con las respectivas técnicas de análisis experimentales.

Tabla 1 - Técnicas del análisis experimental del efluente del estudio.

Parámetro	Unidades	Método/Equipamiento
pH	pH a 25°C	in loco/pHmetro
DBO <sub>5,20</sub>	mg/L Oxig.	Monométrico
DQO	mg/L Oxig.	Colorimétricos
Sólidos Sedimentables	ml/L	Volumétrico
Sólidos Totales	mg/L	Gravimétrico
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	Colorimétricos
Aceites y Grapas Minerales	mg/L	Gravimétrico
Grasas Animales	mg/L	Gravimétrico

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2. presenta los análisis realizados en el año 2014 para los parámetros predeterminados.

Tabla 2 - Monitoreo realizado en el año 2014.

Parámetros	Unidades	Colecta 2014		Resolución CONAMA 430/2011		Ley Estatal 14675/2009	
		Entrada	Salida	Min.	Max.	Min.	Max.
pH	pH a 25°C	7,36	6,97	5,0	9,0	6,0	9,0
DBO <sub>5,20</sub>	mg/L	69,60	83,86	Reducción 60%		60 o Reducción 80%	
DQO	mg/L	154,24	227,12	-	-	-	-
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	3,63	1,83	-	1,0	-	-
Sólidos Totales	mg/L	815,00	586,00	-	-	-	-
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	n.d.	0,56	-	20	-	-
Aceites y Grapas Minerales	mg/L	9,60	9,40	-	20	-	-
Grasas Animales	mg/L	4,80	13,20	-	50	-	30

(n.d.) – No se ha detectado.

Los análisis de DBO<sub>5</sub> y sólidos sedimentables del efluente tratados en el año 2014 presentaron valores por encima de lo permitido por las legislaciones pertinente.

La Tabla 3. presenta los análisis realizados en el año 2015 para los parámetros predeterminados.

Tabla 3 -Monitoreo realizado en el año 2015.

Parámetros	Unidades	Colecta 2015		Resolución CONAMA 430/2011		Ley Estatal 14675/2009	
		Entrada	Salida	Min.	Max.	Min.	Max.
pH	pH a 25°C	7,14	6,90	5,0	9,0	6,0	9,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	112,74	186,62	Reducción 60%		60 ou Reducción 80%	
DQO	mg/L	341,66	278,73	-	-	-	-
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	16,60	4,30	-	1,0	-	-
Sólidos Totales	mg/L	2222,70	1123,00	-	-	-	-
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	1,96	n.d.	-	20	-	-
Aceites y Grapas Minerales	mg/L		16,40	-	20	-	-
Grasas Animales	mg/L	10,20	1,80	-	50	-	30

(n.d.) – No se ha detectado.

Los análisis del efluente tratado presentaron valores por encima de lo permitido por las legislaciones pertinentes para los parámetros de DBO<sub>5</sub> y sólidos sedimentables en el año 2015.

La Tabla 4. presenta los análisis realizados en el año 2016 para los parámetros predeterminados.

Tabla 4 - Monitoreo realizado en el año 2016.

Parámetros	Unidades	Colecta 2016		Resolución CONAMA 430/2011		Ley Estatal 14675/2009	
		Entrada	Salida	Min.	Max.	Min.	Max.
pH	pH a 25°C	8,84	8,00	5,0	9,0	6,0	9,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	97,00	99,00	Reducción de 60%		60 ou Reducción 80%	
DQO	mg/L	198,00	252,00	-	-	-	-
Sólidos sedimentables	ml/L/h	20,00	6,00	-	1,0	-	-
Sólidos Totales	mg/L	574,00	488,00	-	-	-	-
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	5,10	16,20	-	20	-	-
Aceites y Grapas Minerales	mg/L	7,60	n.d.		20	-	-
Grasas Animales	mg/L	n.d.	n.d.	-	50	-	30

(n.d.) – No se ha detectado.

Los análisis del efluente tratado presentaron valores por encima de lo permitido por las legislaciones pertinentes para los parámetros de DBO<sub>5</sub> y sólidos sedimentables en el año 2016.

El monitoreo presenta que el sistema no es eficiente en deferentes parámetros físico-químico, precisando de una readecuación, buscando alcanzar los parámetros conforme describe legislaciones pertinentes. Esta cuestión está atribuida al proceso de operación del sistema, así como por la falta de sistemas complementarios que auxilie en la reducción de los sólidos. En el proceso de operación el sistema es administrado de forma inadecuada, donde el operador del sistema por falta de conocimiento acaba retirando el material sedimentado que queda retenido en el penúltimo tanque, y debido a su turbulencia acaba liberando materia orgánica, aceites y grasas animales, grasas animales y otros, según se puede observar en la Figura 2-C.

El efluente industrial de la empresa no atiende los parámetros de las legislaciones pertinentes, donde el efluente está contaminando directamente la Cuenca Hidrográfica del Río del Peixe, siendo que el efluente de la empresa del presente estudio es descartado en el sistema de drenaje pluvial del municipio de Cazador que desagua en el municipio, Río del Pescado. Según Fabi et al., (2007) y Car-

valho et al., (2014) es necesario desarrollar sistemas eficientes para disminuir la contaminación de los recursos hídricos, obteniendo el sistema de reciclaje como un sistema alternativo para disminuir el uso del agua. Para Beltrame, Lhamby y Beltrama (2016) la adecuación de un sistema de tratamiento de efluente debe estar relacionada con sus impactos ambientales conforme a la legislación que integran el cuerpo receptor, buscando la menor interacción negativa con el medio ambiente. El uso del Hidroxicloruro de Aluminio (PAC) como coagulante es un método que auxilia en el tratamiento de los efluentes, y con la utilización del mismo es posible utilizar esa agua tratada.

El proceso de tratamiento químico, a través de la coagulación - floculación - decantación es un proceso eficiente para la remoción de sólidos (NUNES, 2001), turbidez, color (MELO et al., 2012) en un efluente o afluente, ya que el proceso de tratamiento la hidrólisis y la polimerización con la formación de hidróxidos, que producen iones positivos, realizan la neutralización de las cargas negativas de los coloides (NUNES, 2001).

De acuerdo con Bogarim et al., (2014) el desarrollo de la sociedad no es viable si los recursos naturales son corrompidos, esta cuestión viene siendo observada en la realidad, ya que las consecuencias de la degradación ambiental no son tenidas en cuenta, necesitando el licenciamiento ambiental que busque el desarrollo sostenible.

## CONCLUSIONES

El monitoreo de un sistema de tratamiento de efluentes es un método que proporciona la interacción del tratamiento con su eficiencia, siendo que a través de ese proceso es posible obtener los medios de control para mejor tratamiento, buscando la conformidad ambiental, donde el monitoreo muestra los parámetros que deben ser adaptados de acuerdo con las legislaciones pertinentes.

El tratamiento del estudio necesita una adecuación buscando el mejoramiento de los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Sólidos Totales y Sedimentables, a través de la introducción de un sistema de tratamiento químico (Coagulación-Floculación), ya que el sistema de tratamiento químico disminuye la cantidad de Sólidos presentes en el efluente y consecuentemente disminuye la interacción de la DBO.

Ante el presentado los parámetros de sólidos sedimentables y DBO están fuera de los estándares solicitados por las legislaciones, por lo que se recomienda un análisis del índice de calidad del agua del cuerpo receptor, buscando analizar la interacción de ese contaminante con el recurso hídrico que recibe el efluente de la empresa. El presente trabajo pretende con los análisis de los parámetros proponer la introducción de un sistema de tratamiento químico a los propietarios, anhelando la contemplación de la renovación de la Licencia Ambiental de Operación ante la Fundación del Medio Ambiente – FATMA, como también para la utilización del agua tratada en el sistema de lavado, visto que el agua que no sea tratada con eficiencia vuelva al sistema y luego siga hacia el tratamiento nuevamente, componiendo un sistema cerrado, evitando la utilización del agua proveniente del pozo artesiano y obteniendo una mejor eficiencia en la utilización del agua.

## REFERENCIAS

APHA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21. ed. Washington: AWWW-WPCF, 2005.

AZZOLINI, J.C.; FRINHANI, E.M.D.; FABRO, L.F. Águas industriais: controle físico-químico e biológico do efluente e medida da eficiência do tratamento na agroindústria. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 7-18, jan./jun. 2011

AZZOLINI, J.C.; FABRO, L.F. Controle da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de uma indústria de celulose e papel da região meio oeste de Santa Catarina. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v.3, n.1, p. 75-90, jan./jun. 2012.

AZZOLINI, J.C.; FABRO, L.F. Monitoramento da eficiência do sistema de tratamento de efluentes de um laticínio da região do meio-oeste de Santa Catarina. *Unoesc & Ciência - ACET*, Joaçaba, v.4, n.1, p.43-60, jan./jun. 2013.

BELTRAME, T.F.; LHAMBY, A.R.; BELTRAME, A. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET*, Santa Maria, v.20, n.1, jan.-abr, p. 351-362, 2016.

BOGARIM, E.P.A.; PAULUS, L.A.R.; CABREIRA, R.P.S.; LENIS, J.N.R.; DIAS, A.P.A. Qualidade ambiental em conformidade com o processo de licenciamento sob a visão de um gestor ambiental - Ênfase nos estabelecimentos de lavagem automotiva. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET*, Santa Maria, v.18, n.1, p. 1-6, Abril. 2014.

BORDONALLI, A.C.O.; MENDES, C.G.N. Reúso de água em indústria de reciclagem de plástico tipo PEAD. *Eng Sanit Ambient*, v.12, n.2, p.235-244, Abr./Jun. 2009.

CARVALHO, N.L.; HENTZ, P.; SILVA, J.M.; BARCELLOS, A.L. Reutilização de águas residuárias. *Revista Monografias Ambientais - REMOA*, Santa Maria, v.14, n.2, p.3164-3171, Março. 2014.

CORDI, L.; ASSALIN, M.R.; DIEZ, M.C.; DURAN, N. Montagem, partida e operação de um sistema de lodos ativados para o tratamento de efluentes: parâmetros físico-químicos e biológicos. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Espírito Santo do Pinhal, v.5, n.1, p. 97-115, Jan./Abr. 2008.

FABI, L.M.; FRANÇA, R.G.; TOMAZELLI, I.B.; FILIPINI, T.A. Monitoramento de efluentes em agroindústrias de Chapecó, Santa Catarina. *REVISTA DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS*, Canoas, v.1, n.2, p.67-82, 2007.

FUSO, R.S. Análise da qualidade da água no Ribeirão Montolvão, município de Alfredo Marcondes/SP. *Colloquium Exactarum*, v.7, n.3, p.12-19, Jul-Set. 2015.

GIORDANO, G. Análise e formulação de processos para tratamento dos chorumes gerados em aterros de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro – RJ, 2003. 257p. Tese de Doutorado (Engenharia Metalúrgica e de Materiais) PUC-Rio, 2003.

MAGALHÃES-JUNIOR, A.P. A situação do monitoramento da águas no Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Belo Horizonte, v.5, n.3, p.113-135, Set. 2000.

MALDANER, T.L. Levantamento das alternativas de minimização de impactos gerados pelos efluentes de abatedouros e frigoríficos. 2008. 69f. Monografia (Pós-graduação em lato sensu em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) – Universidade Castelo Branco, Brasília, 2008.

MATOS, A.S.T.; LUGON-JÚNIOR, J.; PEREIRA, J.A.M.; FERREIRA, M.I.P.; SOUZA, P.R.N.; RODRIGUES, P.P.G.W. Monitoramento ambiental da qualidade da água no Rio Macaé associado ao lançamento de efluentes de termelétrica: um estudo de caso do lançamento de efluentes da UTE Mário Lago no rio Macaé, RJ. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego*, Campos dos Goytacazes/RJ, v.4 n.1, p.127-139, jan./jun. 2010.

MELLO, V. F. B.; ABREU, J. P. G.; FERREIRA, J. M.; JUCÁ, J. F. T.; MOTTA SOBRINHO, M. A. Variáveis no processo de coagulação /floculação/decantação de lixiviados de aterros sanitários urbanos. *Ambi-Agua*, Taubaté, v.7, n.2, p. 88-100, 2012.

MIHELICIC, J.R.; ZIMMERMAN, J.B. *Engenharia Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto*. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

NUNES, J.A. Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais. 3ª Edi, Aracaju: Gráfica e Editora Triunfo LTDA, 2001.

OLIVEIRA, L.A.; HENKES, J.A. Poluição hídrica: Poluição Industrial no Rio dos Sinos-RS. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v.2, n.1, p.186-221. Abr./Set. 2013.

TUNDISI, J. G. Água para o futuro numa perspectiva global. Dossiê: água potável. Scientific American, Brasil, n.70, p.32-47, Março. 2008.