

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE EFLUENTES LÍQUIDOS E ÁGUAS DE CORPO HÍDRICO PARA ESTUDO DE CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA

*André Nagalli<sup>1</sup> & Priscila Duarte Nemes<sup>2</sup>*

**RESUMO** --- A poluição de corpos hídricos em função do lançamento de efluentes líquidos se tornou uma preocupação constante nas últimas décadas. Realizou-se um estudo de caso que envolveu uma lavanderia industrial cujo efluente líquido foi físico-quimicamente caracterizado, e um corpo hídrico, receptor dos efluentes. Amostras de água foram coletadas em diversos pontos do corpo hídrico com vistas a caracterizar a zona de mistura dos efluentes e contribuições advindas de poluições difusas e outros lançamentos. Realizou-se a comparação dos resultados obtidos com a legislação ambiental. Ao final, verificou-se o não que os efluentes líquidos da lavanderia industrial não atenderam aos limites estabelecidos na legislação, tampouco a qualidade atual do recurso hídrico analisado atende ao enquadramento estabelecido.

**ABSTRACT** --- The pollution of hidric resources has been a constant preoccupation on last decades. Studies had been developed including an industrial laundry whose wastewater was phisico-chemical analysed and a watercourse which receives this waste. Samples of water were collected in different points of this watercourse to identify the mixture zone e other clandestine contributions as a difuse pollution. The results were compared to the national and local law parameters. At the end, it was observed that the characteristics of laundry wastewater were over the permitted by law and the water quality of the watercourse don't comply with the established framing.

**Palavras-chave:** qualidade d'água; caracterização físico-química; Rio Barigüi.

---

1) Professor do Departamento de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Curitiba. Av. Pres. Arthur da Silva Bernardes, 1514, Curitiba, PR, 80320-080. e-mail: anagalli@globocom.com.

2) Estudante do Curso de Tecnologia em Química Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Curitiba. Av. 7 de setembro, 3165, Curitiba, PR, 80230-090. e-mail: priscilanemes@hotmail.com.

# 1 - INTRODUÇÃO

Diante dos escassos recursos financeiros nas empresas brasileiras, dos altos custos envolvidos nos processos de tratamento e do déficit de recursos humanos disponíveis nos órgãos ambientais de fiscalização, poucas empresas atentam para lançar seus efluentes dentro de um padrão de qualidade estabelecido pela legislação ambiental em vigor. Entretanto, os crescentes esforços combinados entre organizações não governamentais, universidades e órgãos fiscalização e controle, atrelados a uma maior consciência ambiental da população, promovida pelos meios de comunicação, têm exigido das empresas a solução dos impactos ambientais decorrentes de seus processos produtivos.

Atividades industriais freqüentemente interagem com entes e processos naturais. Estudar fenômenos naturais torna-se bastante complexo, pois as variáveis envolvidas são muitas (Von Sperling, 2005). Fato adicional é que cada relação (indústria – meio ambiente) é singular. Posto que, de uma forma geral, os países em desenvolvimento como o Brasil não conseguem suprir à demanda por informações básicas ambientais (hidrologia, clima, pedologia, biota, etc.) e por recursos financeiros necessários ao desenvolvimento de pesquisas científicas, estudos que possam subsidiar novas pesquisas e o entendimento de processos naturais são bem-vindos.

Os resultados aqui apresentados integram a avaliação de impacto ambiental decorrente do lançamento de despejos industriais e domésticos em um córrego sem nome situado na Bacia do Rio Barigüi, Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná. Apresentam-se os resultados das análises físico-químicas realizadas, para amostras dos afluentes líquidos (industriais e domésticos) ao corpo hídrico em questão, bem como a caracterização de suas águas. Utilizando-se os resultados desta caracterização, foi realizado um estudo de capacidade de suporte de carga, nos termos previstos na legislação, cujos resultados são apresentados em Nemes (2006).

## 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Lei Federal 6.938 (Brasil, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, conceitua a poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividade que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. E a degradação da qualidade ambiental é a alteração adversa das características do meio ambiente.

Segundo Von Sperling (2005), a poluição das águas é a adição de substâncias ou formas de energia que diretamente alteram a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dela são feitos. Dessa forma, o lançamento indiscriminado dos efluentes industriais e domésticos sem tratamento pode causar vários inconvenientes para o corpo receptor e também pode limitar os usos da água.

De acordo com a Resolução Conama nº 357/05, em seu Art. 25, “é vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução. Em seu Art. 26, a citada Resolução reza que “os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.”

“§ 1o No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.”

“§ 2o O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.”

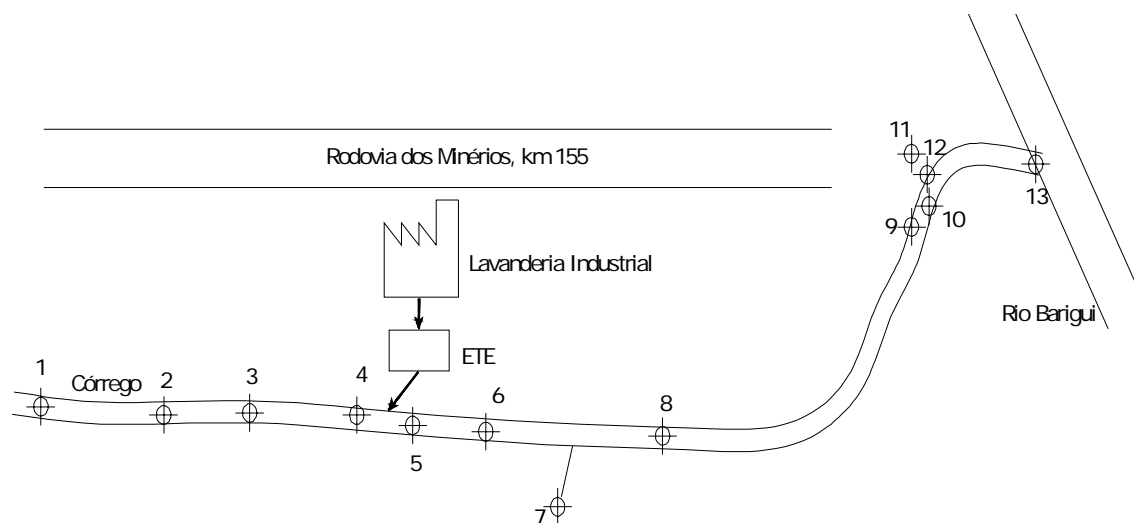
Assim, a legislação ambiental brasileira mostra-se abrangente e dotada de instrumentos de gestão ambiental específicos, dentre os quais o estudo de capacidade de carga tem a incumbência de colaborar com a preservação e melhoria da qualidade das águas dos recursos hídricos superficiais. Como reza a lei, faz-se necessária a caracterização do efluente líquido a ser lançado, bem como a avaliação dos parâmetros de qualidade a montante e jusante do lançamento, a fim de caracterizar-se a zona de mistura do corpo receptor. Este trabalho está fundamentado no que prevê a lei e integra uma avaliação mais abrangente da qualidade das águas de um corpo receptor, sendo aqui apresentados estritamente os resultados da caracterização físico-química dos efluentes líquidos industriais e deste corpo receptor.

### 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho consistiu de levantamentos de campo, para identificação dos pontos de amostragem, coleta de amostras e análise laboratorial destas. A escolha dos pontos de amostragem, definida em Nagalli e Nemes (2006), atentou à hidráulica e aos parâmetros oxigênio dissolvido e temperatura das águas do córrego. Durante a realização dos estudos preliminares foi evidenciada uma contribuição clandestina de esgotos domésticos, a jusante do ponto de lançamento da lavanderia industrial, o qual interfere diretamente na análise da qualidade das águas do córrego. Por este motivo, foi também coletada amostra deste efluente doméstico para caracterização.

A amostragem contemplou amostras simples do afluente industrial, despejos domésticos e águas do córrego, em oposição a amostras compostas, pois amostras simples representam melhor situações instantâneas, quer no tempo quer no espaço. Um croqui ilustrativo dos pontos de amostragem considerados no estudo é apresentado na Figura 1. A definição dos parâmetros de caracterização dos efluentes atentou ao histórico das análises físico-químicas do efluente da lavanderia industrial realizadas no último ano. Os laudos foram fornecidos pela própria empresa.

Figura 1 - Croqui de Localização dos Pontos de Amostragem



O efluente industrial caracterizado é originado em um processo de lavagem industrial convencional, provido de sistema de tratamento de efluentes. A lavanderia executa serviços de higienização, limpeza e locação de diversos materiais, locações de toalhas industriais recicláveis, tais como: locação de toalhas contínuas recicláveis, locação e manutenção de uniformes, locação e higienização de tapetes, higienização e manutenção de big bags, higienização de luvas de couro, higienização de caixas plásticas, higienização de EPIs. Os resíduos líquidos, portanto, incluem: águas de lavagem das máquinas existentes, água das centrífugas e esgoto sanitário.

Ainda sobre o efluente industrial, este é lançado com vazão média de 240 m<sup>3</sup>/dia, com lançamento em três bateladas de 1 hora, ou seja, 80 m<sup>3</sup>/h ou 0,0222 m<sup>3</sup>/s. Em 24 de novembro de 2005 foi realizada uma análise de caracterização do efluente final para atender à Resolução Conama 357/05 (Brasil, 2005), Art. 26. Os parâmetros analisados encontraram-se dentro dos limites estabelecidos na Resolução Conama 357/05 Art. 34. Os principais resultados desta análise estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da Análise de Caracterização do Efluente

Parâmetro	Unid.	Valor	VMP (Conama 357/05, Art.34)
pH	Unid de pH	7,55	5-9
Chumbo total	mg/L Pb	0,28	0,5 mg/L
Ferro dissolvido	mg/L Fé	2,01	15,0 mg/L
Zinco total	mg/L Zn	0,21	5,0 mg/L
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	62,0	Não consta
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	19,0	Não consta
Temperatura	°C	31,0	< 40,0 °C
Toxicidade aguda para o microcrustáceo <i>daphinia magna</i>	Não aplicável	1	1

Como anteriormente justificado, durante as campanhas preliminares foi identificado um ponto de lançamento clandestino de esgotos domésticos, que é caracterizado como uma fonte pontual de lançamento, afluente ao corpo hídrico em questão a jusante do lançamento industrial, cujas águas foram também caracterizadas físico-quimicamente. Esta contribuição de despejos domésticos advém de uma drenagem superficial, lançada diretamente sobre o corpo hídrico.

Foram analisados, portanto, basicamente três tipos de águas: águas residuárias da lavanderia industrial, águas residuárias de despejos domésticos e as águas do próprio recurso hídrico. Ao longo do percurso do rio, nos pontos programados, julgaram-se significativos os seguintes parâmetros: pH, DQO, DBO<sub>5</sub>, OG, ST, SF, SV, Chumbo, Ferro, Zinco, Temperatura, OD e Surfactantes. Esses parâmetros foram escolhidos por dois motivos. O primeiro porque se mostraram significativos de acordo com o histórico das análises e a legislação ambiental vigente (Resolução Conama 357/05) e o segundo, levando em consideração o processo industrial da lavanderia em questão, esses poluentes poderiam estar presentes em quantidades significativas no efluente.

As análises laboratoriais foram realizadas por um laboratório particular. Na campanha de amostragem foram utilizados 6 frascos de 1L, luvas, isopor e ainda um guia para coleta de amostras. As análises foram realizadas de acordo o Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, (APHA, 1992), através das metodologias citadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Metodologia de Análises do Laboratório

Parâmetro	Referência (APHA, 1992)	Método
pH	(4.500 H)	Potenciometria (Eletrodo de pH modelo 2A09E)
DQO	(5.220)	Titrimetria e Fotometria (DR2000 Hach)
DBO <sub>5</sub>	(5.210)	Hach mod. 2173B e Velp, Encubadora Nova Ética mod. 411 D) e Eletrometria do Oxigênio Dissolvido (Ysi5000)
Óleos e Graxas Totais	(2-24)	Gravimetria (Extração de Soxhlet)
Sólidos Suspensos Fixos	(2.540)	Gravimetria
Sólidos Suspensos Totais	(2.540)	Gravimetria
Oxigênio Dissolvido	(4.500 O)	Eletrometria (Oxímetro Ysi modelo 55)
Ferro Total	(3.500 - Fe)	Espectrofotometria de Absorção Atômica Varian SpecrAA50B
Chumbo	(3.500 -Pbl)	Espectrofotometria de Absorção Atômica Varian SpecrAA50B
Zinco	(3.500 - Zn)	Espectrofotometria de Absorção Atômica Varian SpecrAA50B
Surfactantes Aniônicos (ABS)	(5.540)	DR2000 Hach

Como apresentado na metodologia, os pontos a serem amostrados foram escolhidos para que houvesse uma melhor representatividade das zonas de degradação do efluente ao longo do percurso do córrego em questão. As coletas foram realizadas em campanha única, realizada no dia 02 de novembro de 2006 e a entrada no laboratório aconteceu um dia depois. Resultados mais significativos podem ser obtidos através de um maior número de campanhas de coleta de amostras e trabalho estatístico dos dados. Dada a escassez de tempo e recursos financeiros os trabalhos foram realizados em etapa única.

Com os laudos das análises prontos, os resultados foram comparados com os limites estabelecidos na Resolução Conama 357/05. Dessa forma, foi possível verificar se a lavanderia industrial estava atendendo aos padrões de lançamento em rio Classe II e se o córrego em questão estava autodepurando o efluente da lavanderia. A partir desses resultados, também foi possível determinar a carga poluidora lançada pela lavanderia, além da diferença entre as cargas a montante e a jusante do trecho estudado. Os resultados destes estudos serão apresentados em trabalhos futuros e constam de Nemes (2006).

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 – Resultados

Cumprе salientar que os resultados aqui apresentados representam apenas uma parcela dos resultados do estudo realizado acerca da autodepuração do corpo hídrico em questão. São aqui apresentados exclusivamente os resultados referentes à caracterização físico-química das amostras. A Tabela 3 apresenta o resumo dos resultados encontrados nesta etapa.

O ponto 4 é a caracterização da amostra julgada representativa de montante, o ponto 5 representa o efluente industrial final (pós-tratamento), o ponto 6 refere-se o ponto de delimitação da zona de mistura, o ponto 7 representa a contribuição clandestina efluente doméstico sob a forma de drenagem superficial, o ponto 8 representa no córrego o início da zona de degradação e o ponto 11 é o último amostrado no córrego com vistas a identificar sua recuperação.

Tabela 3 – Resumo dos Resultados das Análises Físico-Químicas

PONTO	4 (rio)	5 (ef. ind)	6 (rio)	7 (ef. dom)	8 (rio)	11 (rio)
pH	6,5	8,0	7,5	8,0	8,0	7,0
DQO (mg/L)	1.550,0	1.002,0	1.730,0	940,0	180,0	160,0
DBO <sub>5</sub> (mg/L)	629,0	400,0	689,0	379,0	70,0	61,0
Óleos e Graxas (mg/L)	<5,0	20,0	27,6	63,6	28,9	25,6
ST (mg/L)	290,0	250,0	230,0	300,0	140,0	140,0
SF (mg/L)	30,0	40,0	40,0	70,0	20,0	30,0
SV (mg/L)	260,0	210,0	190,0	230,0	120,0	110,0
Chumbo (mg/L)	<0,04	0,307	0,210	-	0,107	0,137
Ferro (mg/L)	0,541	1,712	1,356	-	0,102	0,192
Zinco (mg/L)	<0,02	0,476	0,329	-	0,130	0,132
Temperatura (°C)	21,0	28,0	26,1	21,7	26,0	23,0
OD (mg/L)	4,95	4,5	5,12	2,83	2,38	4,3
Surfactantes (mg/L)	0,228	0,207	0,196	0,274	0,267	0,261

#### 4.2 – Discussão dos Resultados

Os resultados acima apresentados revelam que a caracterização físico-química das amostras propostas foi realizada a contento. Puderam ser avaliados os parâmetros que se julgam significativos para o estudo de autodepuração do corpo hídrico. Os parâmetros escolhidos, dada sua ampla variação, permitem inferir análises técnicas sobre o processo de mistura e degradação dos afluentes industriais e domésticos no corpo hídrico receptor, etapa realizada em Nemes (2006).

No que toca ao atendimento à legislação ambiental, nota-se que o efluente industrial não atende aos padrões estabelecidos na Resolução Conama 357/05, Art. 34, tampouco aos valores estabelecidos na licença ambiental do empreendimento, como revela a Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação dos Resultados com a Legislação Ambiental

Parâmetro	Unid.	Efluente Industrial	VMP segundo legislação ambiental
pH	Unid de pH	8,0	5-9
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	1002,0	150,0 *
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	400,0	50,0*
OG vegetais e animais	mg/L	20,0	50,0
OG minerais	mg/L		20,0
Temperatura	°C	28,0	< 40,0 °C; Δ < 3° C
Chumbo	mg/L	0,307	0,01
Zinco	mg/L	0,476	0,18

\* Valores estabelecidos pela licença ambiental do empreendimento (IAP)

O simples fato de não dar cumprimento aos limites estabelecidos na legislação já traduz a dificuldade que o corpo hídrico receptor dos despejos tem para depurar os efluentes líquidos. Considerando que a temperatura das águas do corpo hídrico no dia da amostragem era em média de 21,0 °C, o fato de o efluente industrial ser lançado com temperatura de 28,0 °C ultrapassa o limite estabelecido pela legislação ambiental (gradiente inferior a 3°C). Outros parâmetros que ultrapassaram os limites de lançamento permitidos foram, os metais chumbo e zinco, DBO<sub>5</sub> e DQO, estes últimos estabelecidos pela Licença Ambiental de Operação do empreendimento.

No que concerne aos esgotos domésticos, lançados sob a forma de drenagem superficial no corpo hídrico, nota-se que estes se caracterizam por elevadas concentrações de DBO<sub>5</sub>, DQO, óleos e graxas e surfactantes indicando seu alto potencial poluidor. Esta idéia é reforçada pela baixa concentração de oxigênio dissolvido nestas águas.

Nota-se portanto que tão poluidor quanto o efluente industrial é esta contribuição clandestina de esgotos domésticos. Tal fato está intimamente ligado à ausência de sistema de coleta de esgotos na região, serviço este a cargo da prefeitura municipal através de concessão. Alternativamente, poderiam ser implantados sistemas individuais compactos de tratamento de esgotos.

No consentâneo às águas do corpo receptor, as análises químicas revelaram que antes mesmo do lançamento do efluente industrial, estas se encontravam já altamente poluídas, indicando contaminações a montante, quer industriais quer domésticas. A relação DBO<sub>5</sub> / DQO dá indícios de que esta contribuição seja predominantemente industrial ou ainda que estas contribuições sejam de caráter orgânico, embora distantes do ponto de análise, tendo havido uma depuração desta.



Nota-se que o parâmetro temperatura bem revelou a resposta do corpo hídrico ao recebimento do afluente industrial, indicada pelo alto gradiente de temperatura (variação), passando de 21,0°C no ponto 4 para 26,1 ° C no ponto 6, após a zona de mistura.

Nota-se também que o parâmetro oxigênio dissolvido (OD), caracterizado como baixo no efluente doméstico (ponto 7) repercutiu negativamente sobre a qualidade das águas do corpo receptor, fato este retratado pela concentração de OD no ponto 8, igual a 2,38mg/L. O corpo receptor recuperou-se ao longo do percurso, chegando a níveis de OD de 4,3 mg/L, no ponto 11.

Em suma, pode-se concluir que os resultados obtidos permitem estudar amplamente o corpo hídrico em questão, de sorte a abranger processos de diluição, aeração, depuração, etc., análises estas que são reportadas em Nemes (2006), não cabendo aqui comentários adicionais. A metodologia de trabalho mostrou-se satisfatória, os parâmetros escolhidos mostraram-se suficientes, e a caracterização foi realizada a contento.

## 5 – CONCLUSÕES

Conclui-se que a caracterização físico-química das amostras de interesse (efluente industrial, efluente doméstico e água de corpo hídrico) foi realizada a contento. Os trabalhos comprovaram a necessidade de se realizar uma amostragem *in loco* criteriosa de sorte a abranger possíveis singularidades de cada sistema afluente – corpo receptor.

Confrontando os resultados obtidos com a legislação ambiental, foi possível verificar que a lavanderia em questão não está atentando para o lançamento de efluentes dentro dos padrões exigidos pela Resolução Conama 357/05, Art.34, nem tampouco os efluentes domésticos lançados clandestinamente pela comunidade local. Foi observado também que as águas do córrego em estudo estavam extremamente poluídas a montante, com os parâmetros bem superiores àqueles permitidos para rios Classe II.

Tendo em vista que o objetivo principal desse trabalho era o de subsidiar os estudos subsequentes de avaliação da capacidade de suporte de carga do corpo receptor, julga-se que os resultados aqui apresentados contribuirão ao entendimento do processo de autodepuração no córrego em questão.

## BIBLIOGRAFIA

APHA (1992). *Standard Methods for the Examination of Dairy Products*. American Public Health Association. 16.ed. Washington.

BRASIL (2005). Legislação Ambiental. *Resolução CONAMA Nº 357* de 17 de março de 2005. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União n. 53, Brasília.

BRASIL (1981). Legislação Ambiental. *Lei Federal Nº 6.938* de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, Brasília.

NAGALLI, A. NEMES, P. D. (2006) *Estudo da Variação do Oxigênio Dissolvido em corpo hídrico pelo lançamento de efluentes líquidos* in Anais do I Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental. Curitiba.

NEMES, P. D. (2006) *Estudo de Capacidade de Suporte de Carga de Corpo Receptor dos Efluentes Líquidos de uma Lavanderia Industrial*. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba.

VON SPERLING, M. (2005) *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais.