

Implantação do Sistema de Gerenciamento de Resíduos e Efluentes nas Usinas Geradoras da Copel

M. A. Mendes, LACTEC; L. A. M. Ludwig, COPEL e S. M. Alberti, LACTEC

Resumo- Nas usinas geradoras de energia são utilizados diversos produtos nas rotinas de operação/manutenção. Implantar um procedimento de gestão requer “quebra” de situações já estabelecidas. Neste escopo, colocou-se em prática um programa de educação ambiental com os colaboradores. Foram analisados todos os pontos de lançamento de efluentes nas usinas incluindo, nas PCH’s, as vilas residenciais. Habitualmente, são monitorados os reservatórios em montante e jusante da barragem e não o efluente da usina. Os resultados conclusivos desta etapa geraram a correta interpretação da contribuição da usina na qualidade do rio em questão. Alteraram-se algumas rotinas de manutenção (substituição de estopas por panos, por exemplo). O principal resultado foi o desenvolvimento de um Plano Diretor de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Efluentes, incluindo procedimentos para identificação, quantificação, caracterização e destinação final adequada de todos os resíduos e efluentes das usinas hidrelétricas, visando a relação benefício/custo e a adaptação aos rígidos controles ambientais.

Palavras-chave— Resíduos, Efluentes, Gestão Ambiental, Plano Diretor.

I. INTRODUÇÃO

Nos anos 70 observou-se o início da pressão ambiental em países em desenvolvimento, enquanto este processo de controle se acelerava nos países desenvolvidos. No Brasil, nos anos 80, foi aprovada a legislação ambiental e os critérios de controle de sistemas hídricos e hidrelétricos. Neste período, os países desenvolvidos enfatizaram os impactos globais, contaminação de aquíferos e a poluição difusa. O efeito das preocupações sobre o clima global e a pressão sobre áreas como Amazônia reverteu o processo de investimento internacional no Brasil, que enfatizava a energia através das hidrelétricas. Neste momento, foram eliminados os financiamentos internacionais para construção de hidrelétricas, com grande impacto na capacidade de expansão do sistema no Brasil.

Os anos 90 foram marcados pela idéia do *desenvolvimento sustentável* que busca o equilíbrio entre o investimento no crescimento dos países e a conservação ambiental.

O final dos anos 90 e o início do novo século (e milênio) estão marcados internacionalmente pela busca de uma maior

eficiência no uso dos recursos hídricos, dentro de princípios básicos aprovados na Rio 92. A água é o tópico que tem suscitado uma grande preocupação dos planejadores como a base de sustentação da sociedade moderna.

Desse modo, introduzir o processo de certificação de produtos e serviços é condição indispensável para assegurar a qualidade destes, dentro de parâmetros aceitos pela comunidade internacional. De um lado, o alto custo com procedimentos de destinação em aterros industriais e a coresponsabilidade ambiental desses processos e, de outro, a viabilidade de reutilizar ou reciclar determinados tipos de resíduos, tornaram esse projeto interessante do ponto de vista não só ambiental, como também econômico. Outro aspecto importante desta pesquisa é a visão de combate ao problema na origem, dando importância ao reconhecimento dos problemas na sua causa.

A adoção de medidas preventivas pode resultar em melhor performance técnica, econômica e ambiental da região e, seguramente, em maior eficácia com relação às medidas corretivas e à produtividade.

II. SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL DA COPEL GERAÇÃO

O Sistema de Gestão Ambiental da Copel Geração; compreende quatro sub-sistemas:

- SUB-SISTEMA SOCIOPATRIMONIAL;
- SUB-SISTEMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL;
- SUB-SISTEMA ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE;
- [SUB-SISTEMA RESÍDUOS, EFLUENTES E EMISSÕES.](#)

A. Localização das unidades geradoras (área de estudo)

O projeto abrange todas as usinas geradoras de energia da COPEL, termelétricas e hidrelétricas.

Na Figura 1 está ilustrada a posição geográfica, dentro do Estado do Paraná, das usinas envolvidas no projeto e a respectiva legenda.

M. A. Mendes trabalha no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC (e-mail: alessand@lactec.org.br).

L. A. M. Ludwig trabalha na Companhia Paranaense de Energia – COPEL (e-mail: laludwig@copel.com).

S. M. Alberti trabalha no Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC (e-mail: sandra@lactec.org.br).



LEGENDA	USINA
1	Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da
2	Usina Hidrelétrica Governador Ney Braga
3	Usina Hidrelétrica Salto Caxias
4	Usina Hidrelétrica Governador Parigot de Souza
5	Usina Hidrelétrica Guaricana
6	Usina Hidrelétrica Chaminé
7	Usina Hidrelétrica Apucarantina
8	Usina Hidrelétrica Mourão
9	Usina Hidrelétrica Derivação do Rio Jordão
10	Usina Hidrelétrica Marumbi
11	Usina Hidrelétrica São Jorge
12	Usina Hidrelétrica Chopim I
13	Usina Hidrelétrica Rio dos Patos
14	Usina Hidrelétrica Cavernoso
15	Usina Hidrelétrica Melissa
16	Usina Hidrelétrica Salto do Vau
17	Usina Hidrelétrica Pitanguí
18	Usina Termelétrica Figueira

Figura 1. Localização das usinas hidrelétricas e termelétricas envolvidas no projeto.

B. Gerenciamento de resíduos

Esta etapa foi, sem dúvida, a mais exigente, tanto do ponto de vista técnico, quanto social. Implantar um procedimento de gestão requer “quebra” de situações já estabelecidas, ou seja, uma conscientização da nova realidade. Neste escopo, colocou-se em prática um programa de educação ambiental com os colaboradores das usinas, onde cada um soube reconhecer a sua participação e a sua necessidade.

Para o levantamento dos resíduos gerados, foram consideradas todas as Usinas da Copel. São elas:

- UHGBM – Usina Hidrelétrica Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto;
- UHGNB – Usina Hidrelétrica Gov. Ney Braga;
- UHSCX – Usina Hidrelétrica Salto Caxias;
- UHGPS – Usina Hidrelétrica Gov. Parigot de Souza;
- PCH's – Num total de 13 Pequenas Centrais Hidrelétricas.

Para a identificação dos resíduos gerados nas usinas, foram utilizados os guias de serviço, ou seja, planilhas destinadas ao controle de periodicidade de manutenções. Nelas, encontram-se os códigos dos respectivos guias, a periodicidade das manutenções, o serviço a ser executado, o resíduo gerado e a quantidade deste.

O procedimento de levantamento quali-quantitativo dos resíduos gerados, através dos guias de serviço (gerenciador eletrônico OMNI), teve grande participação dos colaboradores das usinas.

(1) Classificação dos resíduos

Os resíduos identificados nas usinas foram submetidos aos testes de lixiviação e solubilização, segundo critérios estabelecidos nas normas NBR 10.005 e NBR 10.006.

Baseados nos resultados obtidos em ambos os testes, os resíduos foram classificados em perigosos (Classe I), não-inertes (Classe II) e inertes (Classe III), também segundo normatização. Neste caso, a norma orientadora foi a NBR 10.004.

Na Tabela I pode-se observar o resumo do levantamento quali-quantitativo de resíduos realizado nas usinas hidrelétricas da Copel.

TABELA I
RESÍDUOS GERADOS NAS USINAS HIDRELÉTRICAS DA COPEL.

RESÍDUO	GBM	GNB	SCX	GPS	PCH's
Óleo lubrif.	1358 L	1194 L	462 L	115 L	3600 L
Óleo isol.	0	0	0	0	1150
Prod. químicos	0	0	16 kg	0	0
Graxa	658 kg	123 kg	0	9 kg	110 kg
Querosene	510 L	503 L	479 L	432 L	2100 kg
Diesel	0	0	112 L	0	0
Thinner	0	77 L	0	25 L	0
Pano com óleo/graxa	15144 un	6024 un	13265 un	5205 un	410 kg
Pano com óleo/graxa	1864 un	1232 un	1685 un	1735 un	
Pano com ácido	285 un	0	223 un	545 un	0
Estopa contaminada	810 kg	570 kg	754 kg	499 kg	800 kg
Luva de borracha	16 pares	30 pares	164 pares	0	0
Papel filtro prensa	19 kg	0	10 kg	0	0
Pano com poeira	1800 un	0	752 un	51 un	0

(2) Armazenamento e disposição final dos resíduos

Para a continuação do trabalho, era necessário criar um estímulo “visual” para o projeto. Foi, então, sugerido um padrão de cores para armazenamento dos resíduos. Buscou-se, em uma primeira instância, apoio nas resoluções do CONAMA, que sugere um padrão de cores, visando à reciclagem/reaproveitamento de resíduos. Verificou-se que existia, como sugestão, a cor alaranjada para identificar os “armazenadores” temporários de resíduos perigosos (tambor, contêiner, lata, etc.). Essa sugestão não veio a preencher as necessidades previstas e pertinentes do projeto, pois estávamos lidando com uma gama de resíduos classificados como perigosos.

Desta maneira, buscou-se auxílio em outra norma que fosse dar alguma orientação a respeito. Surgiu no projeto, então, um novo grupo de normas: as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho.

A NR 26 fixa as cores que devem ser utilizadas no ambiente de trabalho, visando à prevenção de acidentes. Como a própria norma recomenda, o emprego de outras formas visuais de indicação deve ser utilizado. Era o que faltava para deixar “bonito”, e com isso agradável aos olhos, o projeto de gerenciamento de resíduos industriais nas usinas geradoras da Copel. O processo de introdução da padronização de cores na usina foi acompanhado de uma intensa mobilização educacional.

Na Tabela II pode-se observar o resultado.

TABELA II
PADRÃO DE CORES PARA ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DOS RESÍDUOS NAS USINAS GERADORAS DA COPEL.

RESÍDUO	COR DO	DESTINAÇÃO
---------	--------	------------

	TAMBOR	FINAL
Ascarel	Laranja	Co-processamento
Óleo isolante	Amarelo	Retrefino
Óleo lubrificante	Preto	Retrefino
MIX – Diesel, graxa, querosene	Vermelho	Co-processamento
Sólidos contaminados (luvas de borracha, papel filtro prensa, estopa contaminada)	Branco	Co-processamento
Pano com óleo	Coletor especial	Lavagem Industrial
Lâmpadas Fluorescentes	Caixa Madeira e/ou Papelão	Reciclagem

Além da diferenciação dos tambores com a padronização de cores, estes recebem etiquetas de identificação do resíduo e símbolos de risco, conforme norma NBR 7.500. Após o preenchimento dos tambores com resíduos, estes seguem para um depósito de resíduos, onde ficam estocados aguardando os procedimentos de transporte, e posterior destinação final.

Na Figura 2, observa-se a planta baixa do depósito de resíduos da UHGBM, utilizada como padrão para as outras usinas hidrelétricas.

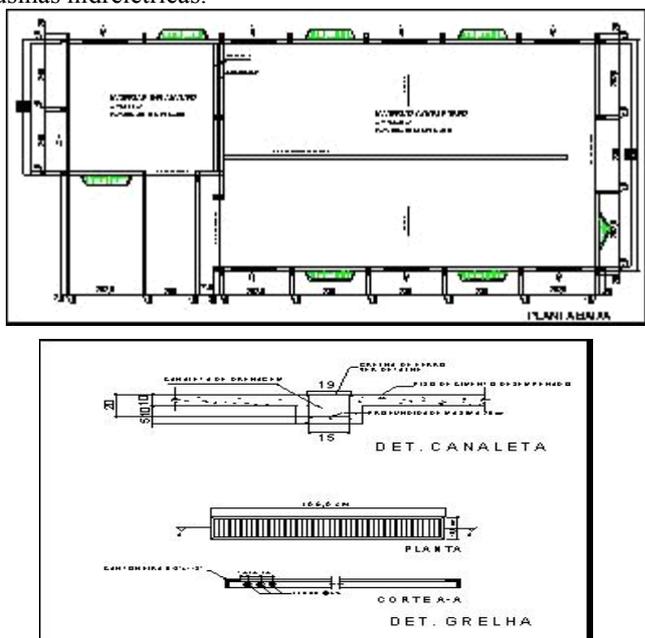


Figura 1: Planta baixa do depósito de resíduos da UHGBM.

(3) Fotos do processo instalado nas usinas

A seguir pode-se observar a situação do interior em duas unidades geradoras da Copel, após a implantação do gerenciamento de resíduos.



Figura 2: UH Salto Caxias (esquerda) e PCH Guaricana (direita).

C. Gerenciamento de Efluentes

O levantamento dos efluentes lançados foi específico para cada usina geradora da Copel (hidrelétrica e termelétrica), respeitando-se as suas peculiaridades. As usinas envolvidas neste processo foram:

- UHGBM – Usina Hidrelétrica Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto;
- UHGNB – Usina Hidrelétrica Gov. Ney Braga;
- UHSCX – Usina Hidrelétrica Salto Caxias;
- UHGPS – Usina Hidrelétrica Gov. Parigot de Souza;
- UTFRA – Usina Termelétrica Figueira;
- PCH's – Num total de 13 Pequenas Centrais Hidrelétricas.

O processo de investigação dos efluentes lançados nas usinas iniciou-se com as coletas efetivas. Em algumas campanhas houve, além da coleta de efluentes, a coleta de água dos corpos hídricos receptores. Essa avaliação, feita em conjunto, nos revelou detalhes e particularidades que antes eram negligenciados, seja por desconhecimento, seja por falta de informação.

Outro fato relevante foi o “resgate” de detalhes nos projetos das usinas. Isto, somado à organização da mapoteca na UHGNB, está sendo de fundamental importância.

(1) Efluentes industriais

Quando se usa o termo “efluente industrial” das usinas, deve-se ressaltar que nas quatro grandes usinas existe o “Poço de Esgotamento Central”. Este poço tem a função de “encaminhar” para o canal de fuga todo o esgotamento da usina, seja de origem doméstica (esgoto imundo) ou de origem industrial. Por isso a existência de alguns pontos de coleta de efluente imundo. Os parâmetros a serem analisados estão descritos na Tabela III.

TABELA III

PARÂMETROS ANALISADOS NO EFLUENTE DA USINAS

Parâmetros Físico-Químicos	Parâmetros Microbiológicos
Ferro	Demanda Química de Oxigênio (DQO)
Chumbo	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
Cobre	Coliformes Fecais
Manganês	Coliformes Totais
Mercúrio	
pH	
Óleos e Graxas	

Os ensaios das amostras de efluentes coletadas nas unidades geradoras foram realizados nos seguintes laboratórios:

- Coliformes, DBO e DQO – Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos – CEPPA – UFPR;
- Demais ensaios – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC – Departamento de Química Aplicada – DPQA.

(2) Resultados dos ensaios

Os pontos de coleta que representam efetivamente o lançamento de efluentes devem apresentar concentrações inferiores aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 20, em seu artigo 21.

Já os pontos de coleta localizados em corpos hídricos respondem aos limites estabelecidos na Resolução CONAMA 20, em seu artigo 5.

(3) Análises dos resultados em corpos hídricos

Os rios avaliados nesta etapa de implantação do gerenciamento de efluentes foram:

- Rio Chopim (PCH Chopim I);

- Rio Pitangui (PCH Pitangui – Montante e PCH São Jorge – Jusante);
- Rio Iguazu (UHGBM, UHGNB e UHSCX);
- Rio Laranjinha (UT Figueira).

Todos estes rios enquadram-se em rios Classe 2. Os resultados estão apresentados na Figura 4.

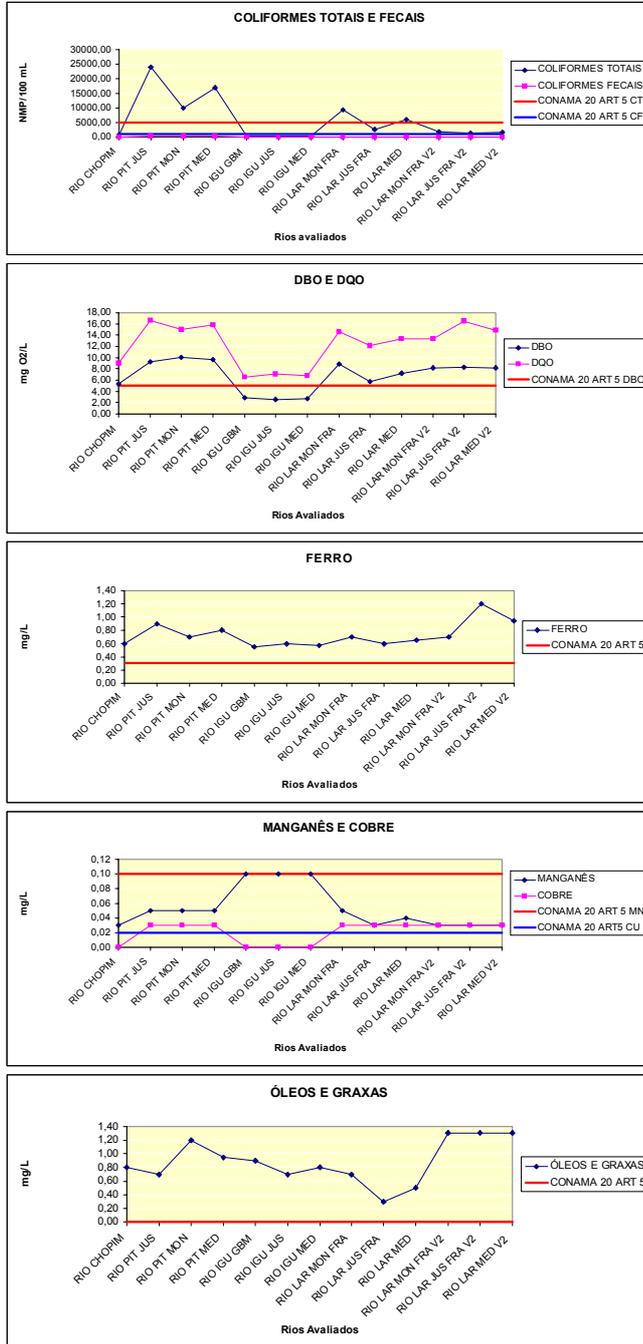


Figura 3: Resultados encontrados nas análises envolvendo corpos hídricos.

Ao realizar uma avaliação nos valores encontrados para concentrações de DBO, DQO, ferro e óleos e graxas, percebe-se uma não conformidade, expressando uma provável contaminação por esgoto sanitário. Em confronto com os valores encontrados no lançamento das usinas (a ser apresentado a seguir), certifica-se a não contribuição destas.

(4) Sistemas de tratamento

Em algumas usinas geradoras foi possível a verificação de eficiência nos tratamentos de efluentes, industriais ou

domésticos. Os resultados desta avaliação estão apresentados nas tabelas a seguir:

TABELA IV
PCH DESVIO DO RIO JORDÃO

ANÁLISE DO TANQUE SEPARADOR ÁGUA-ÓLEO	
Eficiência Remoção de óleos e graxas	61,29%
Eficiência Remoção DBO	41,92%
Eficiência Remoção DQO	35,66%

TABELA V
UH SALTO CAXIAS

ANÁLISE DO TANQUE SEPARADOR ÁGUA-ÓLEO	
Eficiência Remoção de óleos e graxas	47,95%
Eficiência Remoção DBO	15,70%
Eficiência Remoção DQO	33,33%

TABELA VI
UH GOVERNADOR NEY BRAGA

ANÁLISE DO TANQUE SEPARADOR ÁGUA-ÓLEO	
Eficiência Remoção de óleos e graxas	92,59%
Eficiência Remoção DBO	28,11%
Eficiência Remoção DQO	28,57%

ANÁLISE DO SISTEMA TRATAMENTO ESGOTO

Eficiência Remoção de óleos e graxas	47,10%
Eficiência Remoção DBO	51,62%
Eficiência Remoção DQO	48,49%

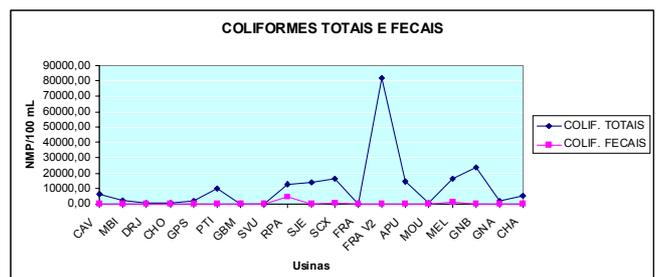
(5) Análise dos efluentes

Para a análise dos efluentes, como já citado, foram respeitadas as particularidades inerentes a cada usina: localização, acesso aos pontos, existência de sistemas de tratamento, etc.

Em função destas singularidades, o número de pontos de coleta variou. Na figura a seguir estão apresentados os resultados encontrados para cada usina, em valores efetivos e médios.

Para melhor interpretação dos gráficos, foi criada uma sigla para cada usina, conforme abaixo:

CAV – PCH Cavernoso	SVU – PCH Salto do Vau	FRA V2 – UT Figueira V2
MBI – PCH Marumbi	RPA – PCH Rio dos Patos	MOU – PCH Mourão
DRJ – PCH Desvio do Rio Jordão	SJE – PCH São Jorge	MEL – PCH Melissa
CHO – PCH Chopim I	SCX – UH Salto Caxias	GNB – UH Gov. Ney Braga
GPS – UH Gov. Parigot Souza	FRA – UT Figueira	GNA – PCH Guaricana
PTI – PCH Pitangui	APU – PCH Apucarantina	CHA – PCH Chaminé
GBM – UH Gov. Bento M. R. Netto		



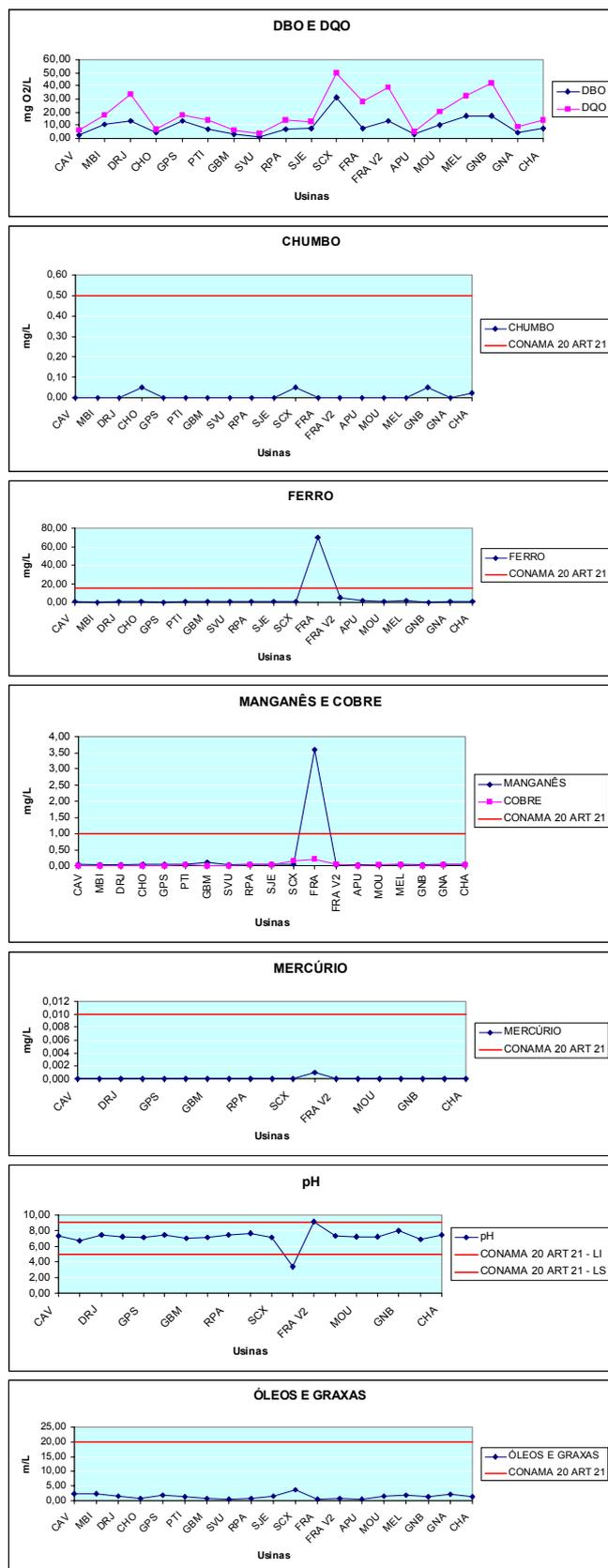


Figura 4: Resultados encontrados nas análises envolvendo efluentes.

Analisando os resultados obtidos, percebe-se que somente a UT Figueira tem algumas não-conformidades em seu efluente. Isso se deve ao fato de ser uma antiga, onde a variável ambiental não estava presente.

Em virtude disto, haverá uma continuidade de estudos referentes à termelétrica no tocante aos seus efluentes e às suas emissões.

III. CONCLUSÕES

A divulgação dos resultados atingidos teve grande repercussão, visto a iniciativa inovadora da COPEL em gerenciar os efluentes das suas unidades de produção, gerados nas atividades de operação e manutenção das suas usinas.

Não existindo bibliografia de referência sobre gerenciamento de efluentes, direcionada para o assunto geração de energia, este projeto originou um documento chamado Plano Diretor de Gerenciamento de Resíduos e Efluentes para Usinas Geradoras de Energia, neste caso específico a COPEL. Este plano contempla todos os resíduos e efluentes industriais originados nas usinas da COPEL, abrangendo itens como legislação pertinente e processos de controle e/ou minimização.

IV. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as contribuições de A. Nagalli e M. A. Laslowski recebidas durante a elaboração deste documento.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lei 9.605 – Lei dos Crimes Ambientais – 1998
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 10.004 – Resíduos Sólidos (Classificação), 1987.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 10.005 – Lixiviação de Resíduos, 1987
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 10.006 – Solubilização de Resíduos, 1987.
- [5] CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE.
- [6] NORMAS REGULAMENTADORAS DO MINISTÉRIO DO TRABALHO – NR 26 (Sinalização de segurança).