



**XXIII SNPTEE**  
**SEMINÁRIO NACIONAL**  
**DE PRODUÇÃO E**  
**TRANSMISSÃO DE**  
**ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GIA/14  
18 a 21 de Outubro de 2015  
Foz do Iguaçu - PR

**GRUPO - XI**

**GRUPO DE ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS - GIA**

**PROCESSO DE LIBERAÇÃO E ADEQUAÇÃO DO EFLUENTE DE ANGRA 1**

**Diogo Petronilio de Jesus**  
Eletronuclear

**Paulo Artur P. T. da Silva**  
Eletronuclear

**RESUMO**

A Usina Nuclear de Angra 1 credenciada a INEA – Instituto Estadual do Ambiente (antiga FEEMA) desde 1981, com emissão mensal do relatório PROCON-Água, apresenta neste trabalho os resultados das análises realizadas no último ano. A Usina tem como um dos seus compromissos atender os critérios químicos e radioquímicos estabelecidos pelos seguintes órgãos respectivamente INEA e CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Também serão apresentadas as fontes de geração de efluentes, os processos de adequação e a discussão dos limites praticados no Brasil para os parâmetros amônia e boro, comparados com os praticados em outros países.

**PALAVRAS-CHAVE**

Palavra-Chave: ANGRA 1, PROCON-Água, INEA, CNEN

**1.0 - INTRODUÇÃO**

Em 1981 foi estabelecido o primeiro Programa de Autotcontrole de Efluentes Líquidos – PROCON-Água junto ao INEA (na época, FEEMA) de Angra 1 onde foi contabilizado os valores do sistema de efluente sanitário e do Sistema de Refrigeração, ao longo desse 34 anos outros sistemas foram incorporados ao programa de monitoração, bem como as exigências ambientais se tornaram mais restritivas. Atualmente são monitorados e emitidos relatórios mensais de seguintes sistemas e equipamentos: Tanque de Neutralização 2, Poço Leste, Poço Oeste, Purga do Gerador de Vapor, Purga do Gerador de Vapor (wet lay-up), Tanque de Separação de Água e Óleo, Tanque de Monitoração de Radiação, Estação de Tratamento de Esgoto e Sistema de Água de Circulação.

Temos também o controle de efluente passíveis de contaminação radiológica, tais como Tanque de Monitoração de Radiação e Sistema de Gases da área controlada.

Alguns parâmetros merecem ser discutidos em particular, tais como amônia e boro, por haver divergência entre os valores estabelecidos pelo órgão ambiental estadual (INEA), órgão ambiental federal e o praticado em outros países. Essa discussão pode levar a um melhor entendimento dos limites ambientais e dos impactos desses limites no processo produtivo.

Será apresentado um quadro com os números de parâmetros monitorados no ano de 2014, por sistemas, percentual de atendimento a órgão ambiental e uma avaliação global do processo ao longo do ano.

**2.0 - RESULTADO E DISCUSSÃO**

Segue abaixo a relação de todos os pontos monitorados no relatório PROCON Água para a usina de Angra 1, assim como a origem dessas fontes de contaminação.

## 2.1 Parâmetros Químicos

### 2.1.1 Tanque de Neutralização II – TN 2

O tanque de neutralização recebe o efluente proveniente da estação de desmineralização de água, onde esse efluente é analisado e tratado, para que possa ser liberado atendendo a todos os requisitos ambientais. Os parâmetros analisados são:

Vazão, número de bateladas, pH, temperatura, óleos e graxas mineral, hidrazina, nitrogênio amoniacial.

### 2.1.2 Poço Leste – PL

Esse sistema concentra todas as drenagens do edifício do turbo gerador no lado leste aonde são analisados os seguintes parâmetros:

Vazão, pH, temperatura, óleos e graxas vegetal, hidrazina, nitrogênio amoniacial.

### 2.1.3 Poço Oeste – PO

Esse sistema concentra todas as drenagens do edifício do turbo gerador no lado leste aonde são analisados os seguintes parâmetros:

Vazão, pH, temperatura, óleos e graxas vegetal, hidrazina, nitrogênio amoniacial.

### 2.1.4 Gerador de Vapor (Wet Lay-up) – WET

Este sistema é referente a purga dos geradores de vapor quando está sendo preparada a usina para operação normal, após manutenção por um período longo. Os parâmetros analisados nesta condição são:

Vazão, pH, número de bateladas, temperatura, hidrazina e nitrogênio amoniacial.

### 2.1.5 Gerador de Vapor – GV

Este sistema é referente a purga dos geradores de vapor quando em esta sendo feita a troca da resina, pois nesse momento é necessário aliar o sistema para o meio ambiente. Os parâmetros analisados nesta condição são:

Vazão, pH, número de bateladas, temperatura, hidrazina e nitrogênio amoniacial.

### 2.1.6 Separador de Água e Oleo – SAO

Este sistema de drenagem de água proveniente dos transformadores e são direcionadas para um separador de Água e Óleo. Este efluente após tratamento é analisado para os seguinte parâmetros:

Vazão, pH, número de bateladas, temperatura, óleos e graxas mineral, cromo (total).

### 2.1.7 Tanque de Monitoração de Rejeito – TMR

Este sistema recebe o destilado dos evaporadores de rejeito e de reciclagem. Esse material é passível de contaminação radiológica e a sua liberação além de necessitar de monitoração radiológica, atende aos parâmetros químicos e aos radioquímicos. Os parâmetros radiológicos serão discutidos mais adiante. Os parâmetros convencionais analisados são:

Vazão, pH, número de bateladas, temperatura, boro, cromo (total).

### 2.1.8 Estação de Tratamento de Esgoto - ETE

A estação de Tratamento de Esgoto trata todo o sistema de esgoto de Angra 1, sendo requerido para adequação

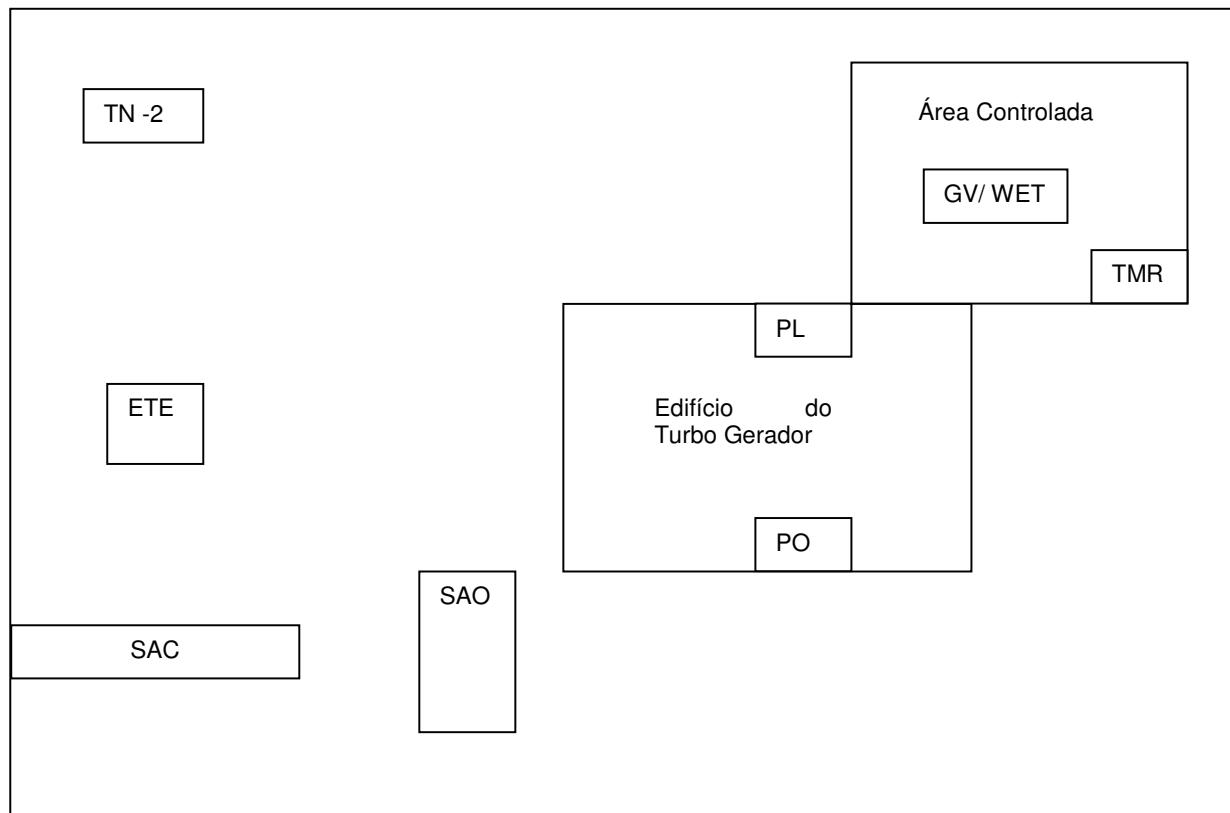
ambiental as análises dos seguintes parâmetros:

Vazão, pH, temperatura, material e sedimentos, RNFT, demanda bioquímica de oxigênio (afluente), demanda bioquímica de oxigênio (efluente), óleos e graxas vegetal, MBAS.

### 2.1.9 Sistema de Água de Circulação - SAC

O sistema de água de circulação capta água da baía de Itaorna para fazer a refrigeração do condensador e em seguida retorna para outro ponto da baía. São monitorados os seguintes parâmetros:

Vazão, pH, temperatura, cloro, boro, cromo (total).Figura 1 - Disposição Espacial dos Pontos de monitoramento



### Amônia

Atualmente a Usina atende a Resolução Conama 20/86 e na Norma FEEMA, atual INEA, NT-202-R10 (dezembro de 1986) que estabelece em 5,0 mg/L N o limite para descarga de efluente amoniacais no meio ambiente.

A Legislação Federal, durante esse período sofreu atualizações onde temos a resolução CONAMA 357 (março de 2005) que estabeleceu o novo limite de 20mg/L N para nitrogênio amoniacal, em maio de 2011 foi realizada uma nova resolução CONAMA 430, que manteve o valor da Resolução anterior.

Tabela 1 – legislação ambiental vigente sobre lançamento de efluentes

Ano	Legislação Ambiental Estadual (FEEMA-INEA)	Legislação Ambiental Federal (CONAMA)
1986	NT-202-R10	CONAMA 20

2005		CONAMA 357
2011		CONAMA 430

Nas usinas o processo de preservação do sistema secundário é baseado na adição de hidrazina (agente anticorrosivo) que, devido ao aumento da temperatura parte dela é convertida em amônia, esse processo é utilizado por não deixar resíduo e fazer a proteção do sistema tanto na fase líquida quanto na fase vapor.

O sistema é fechado e normalmente não temos problemas. Mas nos momentos de partida da usina, deligamento da usina e troca de resina onde temos que fazer um alinhamento para o meio ambiente poderemos em algum momento ultrapassar esse valor estabelecido pelo órgão ambiental estadual.

O processo para tratamento de efluente com essa característica ocorre pela transferência do amoniaco contido no efluente líquido, para a atmosfera. O amoniaco não é destruído nesse processo, porém apenas transferido do líquido para o ar atmosférico.

Nesse processo são empregados soda caustica, para correção do pH, ácido sulfúrico, para neutralização, e tem como sub-produto sulfato de sódio expresso como decahidratado (sal de Glauber), ou seja, o processo para remoção de um produto implica na utilização e manuseio de dois outros produtos químicos com a geração final de um subproduto.

Tabela 2 – Comparação com a legislação em outros estados

Estado	Legislação
Bahia	Utiliza a Resolução CONAMA 430/2011
Paraná	Utiliza a Resolução CONAMA 430/2011
Rio Grande do Sul	Resolução COSEMA 128/06, mas não se aplica a lançamentos na água do mar. Art. 22 estabelece o limite de 20 mg/L N para nitrogênio amoniácal, para qualquer vazão de lançamento
Minas Gerais	COPAM/CERH 1/08 – Art 29 estabelece nitrogênio amoniácal
São Paulo	Não tem limite fixado para a concentração de amônia no efluente

## 2.2 Boro

Durante a atividade de geração de energia o sistema primário da usina utiliza ácido bórico no sistema, onde o boro é o absorvedor de neutrons que permite controlar a reatividade do sistema. Durante a operação da usina é necessário o tratamento do rejeito gerado ao longo do processo produtivo.

A usina tem tanques de armazenamentos intermediários que coletam os efluentes industriais de processo proveniente de diferentes sistemas e são armazenados temporariamente nesses tanques de acordo com a sua caracterização e origem. Após essa etapa inicial o efluente será direcionado para os evaporadores onde o concentrado é direcionado para liners e o destilado direcionado para os Tanque de Monitoramento de Radiação (TMR) onde será monitorado quanto ao atendimento dos quesitos ambientais antes de sua liberação.

Na usina de Angra 1 temos dois tanques de monitoração de radioatividade (TMR), onde são monitorados os

efluentes para sua posterior liberação para o meio ambiente, caso estejam dentro dos parâmetros, se não atenderem os requisitos, ele será reprocessado pelo evaporador ou passado através de leito de resina. Para então ser lançado ao meio ambiente tendo como corpo receptor a baía de Piraquara.

A NT-202 emitida pelo INEA definiu o limite de liberação para boro como < 5 mg/L B, para qualquer corpo receptor. Quando temos esse parâmetro fora dessa especificação é necessário fazer o reprocessamento do mesmo. A liberação para o meio ambiente se dá por uma canal com água de processo de Angra 1 e de Angra 2 que é lançado na baía da Piraquara, onde chega com uma concentração muito inferior a especificada.

A Resolução CONAMA 430/2011 referente a descarga de líquidos contendo boro em águas salinas, não mais seria necessário submeter os líquidos de processo à evaporação, independente da concentração do boro e consequentemente a redução de volume embalados de concentrado sólido.

Tabela 3 - Lançamentos estabelecidos para o Boro

PAÍS	Condições de lançamento de efluentes para boro e seus compostos
Alemanha	<p>Não há padrão estabelecido, mas é considerado substância perigosa e poluente.</p> <p>Regulado por outorgas e licenças, para cada caso</p>
Austrália	<p>Não há padrão estabelecido, mas é considerado substância perigosa e poluente.</p> <p>Estados autônomos para concessões de outorgas e licenças, para cada caso.</p>
Estados Unidos	Não há padrão estabelecido.
França	<p>Não há padrão geral estabelecido, para todas as tipologias industriais, mas é considerado substância perigosa e poluente.</p> <p>Para rejeito nucleares: 1 mg/L</p> <p>Para fabricação de vidro: não pode atingir águas subterrâneas.</p>
Japão	<p>10 mg/L para lançamentos em águas de uso público que não sejam marinhas.</p> <p>230 mg/L para lançamentos em águas marinhas</p> <p>50 a 150 mg/L para algumas tipologias industriais específicas para lançamentos em águas que não sejam marinhas</p>
México	<p>Não há padrão estabelecido, mas é considerado substância perigosa e poluente.</p> <p>Conagua concede outorgas e licenças para cada caso.</p>

Portugal	<p>Não há padrão estabelecido, mas é considerado substância perigosa e poluente.</p> <p>Diretivas Comunitárias concedem outorgas e licenças para cada caso.</p>
UE	<p>Não há padrão estabelecido, mas é considerado substância perigosa e poluente.</p> <p>Estados membros concedem outorgas e licenças, para cada caso.</p>

### 2.3 Parâmetros Radioquímicos

Todo lançamento de efluente no meio ambiente que possa conter elemento radioativo, tem sua atividade amostrada, mensurada e calculada para o efluente total e verificado se a dose efetiva do efluente terá algum impacto no grupo crítico (grupo de membros da população cuja exposição é razoavelmente homogênea e típica dos indivíduos que recebem as maiores doses equivalentes ou doses efetivas). Após a verificação dos valores analisados e de acordo com o cumprimento das condições limitantes do MCRMA – Manual de Controle Radiológico do Meio Ambiente e das Normas Ambientais, a Licença de Liberação de Efluente Líquido é emitida.

Os resultados das análises espectrométricas para liberação dos efluentes como não radioativo é de menor que 3,7 E + 06 Bq/m3 (1,0 E-04  $\mu$ Ci/cm3) para gama total.

A dose efetiva no Grupo Crítico é de 0,25 mSv/ano e 0,06 mSv/trimestre.

### 2.4 Avaliação do ano de 2014

No ano de 2014 foram totalizados 7050 análises dos sistemas que fazem parte do relatório Procon-Água. Com um percentual de atendimento de 99,9 % dos resultados. Esse alto índice de acertividade demonstra o compromisso que a Usina tem em atender os padrões estabelecidos e com isso reduzir ao máximo o impacto gerado para o meio ambiente devido ao nosso processo.

O resultado apresentado no gráfico abaixo é proveniente do contínuo processo de melhoria e busca ao atendimento dos requisitos definidos pelos órgãos reguladores e nesse processo contínuo buscamos atingir 100% da demanda, através de melhorias dos nossos processos e discussões onde possamos contribuir com nossas experiências.



### 3.0 - CONCLUSÃO

Como podemos verificar a Usina de Angra 1 precisa atender a uma grande quantidade de órgãos e requisitos de ambientais para liberação de efluente e tem atendido amplamente aos requisitos. Para isso foi necessário montar alguns procedimentos que onde estão contido os programas de amostragem e os critérios a serem atendidos. Também conseguimos verificar que a legislação, principalmente a estadual, nem sempre acompanha a legislação federal que apresenta uma maior frequência de atualização. Uma discussão mais ampla no âmbito estadual poderia levar a Usina a valores mais confortáveis de atendimento sem prejuízo ao meio ambiente. Ao apresentarmos dados de outros países e as divergências entre a legislação dos estados e a federal nos levar a refletir que um fórum de discussão onde possa ser discutido algumas especificidades de local e atividade geradora poderia levar a sociedade um benefício maior permitindo uma produção industrial melhor e atendimento aos requisitos ambientais.

### 4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Relatório Técnico – Análise da Possibilidade de Adoção do padrão de lançamento de nitrogênio amoniacal estabelecido na Resolução CONAMA 430/11 aplicável ao lançamento de efluentes líquidos no Meio-Ambiente – Vera Barreto, Milton Rubenich, Roberto Loiola. - 2012
- (2) Relatório Técnico – Análise da Possibilidade de Adoção, em Angra2, do padrão de lançamento estabelecido na Resolução CONAMA 430/11 para descarga em água salinas de líquido de processo contendo boro. – Vera Barreto, Milton Rubenich, Roberto Loiola. - 2012
- (3) Resolução CONAMA nº20/1986;
- (4) Resolução CONAMA nº357/2005;
- (5) Resolução CONAMA nº397/2005;
- (6) Resolução CONAMA nº430/2011;
- (7) Estudo específico sobre padrões de boro em efluentes para o lançamento em corpos hídricos em Outros Países – Relatório Final – Programa de planejamento energético da COPPE/UFRJ Alessandra Magrini, Alexandre Szklo, Fernanda Salgado Dezembro 2006
- (8) Final Safety Analysis Report – FSAR 1 Rev. 36
- (9) Manual de Controle Radiológico do Meio Ambiente – MCRMA CNAAA Unidade 1
- (10) Norma CNEN NN 3.01 – Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica

### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Diogo Petronilio de Jesus  
Rio de Janeiro/RJ – 1975  
Engenheiro Químico. Formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ (2002).  
MBA – Gestão Empresarial - Universidade Candido Mendes (2005).  
Por Graduação em Gerenciamento de Projeto - Politécnica UFRJ (2008)  
Engenheiro de Sistemas na Gerência de Desempenho de Sistemas e de Reator de Angra 1 – Eletrobras Eletrouclear

Paulo Artur Pimentel Tavares da Silva.  
São José dos Campos/SP – 1970  
Engenheiro Químico. Formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ (1996). MBA – Gerenciamento de Empreendimentos com ênfase em Condicionamento e Comissionamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas FGV (2009).  
Engenheiro de Sistemas na Gerência de Desempenho de Sistemas e de Reator de Angra 1 – Eletrobras Eletrouclear