

# Relatório de gestão de Alinka Lépine, fev. 2007-fev. 2009 na direção do Laboratório Aberto de Física Nuclear.

O caderno de manutenção do 8UD foi digitalizado para 3 arquivos que estão na pagina do LAFN (documentos..) com os nomes:

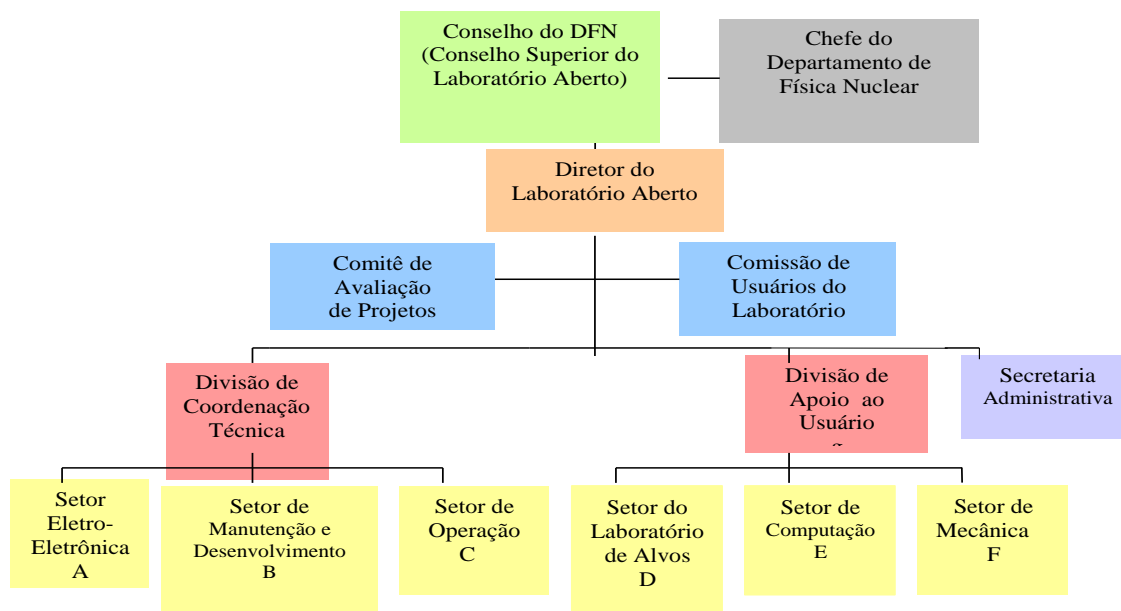
Histórico do 8UD (1974-1990) [.xls](#), Histórico do 8UD (1991-2000) [.xls](#), Histórico do 8UD (2001-2009) [.xls](#).

Este histórico permitiu verificar a duração das correntes de carga ao longo do tempo (sempre < 25000 horas), a frequência de troca das agulhas de corona (6000 a 8000 horas) e outras informações importantes como a porcentagem de uso do acelerador. Na Austrália (Canberra, ANU Pelletron 14UD), onde foram instalados resistores em meados dos anos 90 as correntes duram em média 65000 horas.

## I. Organização do Laboratório

### DEPARTAMENTO DE FÍSICA NUCLEAR LABORATÓRIOS EXPERIMENTAIS DE PESQUISA

#### 1. Laboratório Aberto de Física Nuclear (Acelerador Pelletron/Linac)



A) Setor de eletro-eletrônica: Udo Schnitter (coordenador), Messias Theodoro da Silva, Antonio Carlos Tromba (manutenção da área experimental) , Carlos MacDowell de

Figueiredo(LINAC), Evandro Drigo da Silva (LINAC), Jim Heiji Aburaya (LINAC), Vitório Emanuel Sarmento da Silva, Fabio de Oliveira Jorge.

B) Setor de manutenção e desenvolvimento:

- desenho técnico e projetos: João Carlos Terassi

- alto vácuo: Celso Cláudio Perego, Márcio Arantes

- manutenção do acelerador: Benedito Conceição Filho, Silvio César da Silva.

C) Setor de operação (Fonte de Íons): José Carlos de Abreu

D) Setor do Laboratório de alvos: Wanda Gabriel Pereira Engel, Jorge de Jesus Gomes Leandro

E) Setor de computação: Adilson Pereira Teles, Fabio Padoa, Mituko Tsuda

F) Setor de mecânica: Edmilson Alves de Almeida, Otavio Benedito de Moraes, Pedro Manoel Joaquim, Roberto Martins

## **II. Pesquisa científica realizada com uso de Acelerador Pelletron no biênio 2007-2008.**

Os projetos científicos realizados em 2007-2008 estão na página do LAFN e podem ser acessados da seguinte maneira:

A sigla (Exx) das experiências realizadas no LAFN pode ser obtida usando a tabela da pagina 7 a 9 do Relatório de Gestão. Em seguida na pagina do Departamento :

Clicar na faixa a esquerda em Laboratório Aberto de Física Nuclear

Clicar em Noticias

Clicar em Reunião do Comitê de Avaliação de Projetos de Experiências para o Acelerador Pelletron-PAC 2004.

Clicar nos números Exx e abre-se o projeto apresentado ao PAC.

## **III Listagem dos problemas encontrados e as soluções adotadas:**

### **1. Gás SF<sub>6</sub> contaminado**

O gás fica contaminado por moléculas de radicais ácidos, produzidas no gás de isolamento SF<sub>6</sub>, na presença de umidade, induzido por descargas elétricas e faíscas no gás (break down products BDP, produtos de quebra). As descargas elétricas (ditas de corona) são naturais do funcionamento do Acelerador, pois a corrente elétrica de retorno se faz por efeito de corona entre pontas e placas metálicas ao longo do Acelerador. O gás SF<sub>6</sub> contaminado apresenta um cheiro ardido e ácido.

No apêndice, ao fim deste relatório, citarei trechos de correspondências trocadas com Mike Stier da NEC e David Weisser, diretor da 14-UD de Canberra, Austrália.

São muito elucidativos e acredito que merecem ser trazidos a público para um conhecimento mais amplo. Se algum colega se dispusesse de traduzi-los para português, ficaria muito grata, pois teria grande utilidade para os técnicos.

Aqui apenas cito as frases mais importantes: **NEC has advised customers to change the alumina at least once a year.** ( carta de Mike Stier, da NEC)

**tradução:**

A NEC aconselha a seus clientes de **trocarem a alumina pelo menos uma vez por ano.**

Although sparking will produce BDPs, so will **the use of a corona voltage distribution system. If you still have such a system, rather than resistors, then BDPs will be a continuing problem for you as it was for us.** If you clean up the existing SF<sub>6</sub>, you may not need to buy new gas or not as much. **The contaminated gas can be purified as described in our paper ( circulating through alumina+sodalime).** If corona points are in use, then it is necessary to have a continuous gas cleaning system in operation and the recirculation time should be about 2 hours.

**We have evidence that the soda lime efficiency is 100%. If the gas smells OK then it may well be OK. The drier the gas, the less destructive the BDPs. The Vivalime (soda lime) changes colour as it contaminates, it becomes violet. Replacing the corona grading with resistors is the key to really solving the problem.**

Carta David Weisser, ANU, Canberra

**Tradução:**

Embora as faíscas produzam os BDP, também o uso do sistema de distribuição de voltagem por meio de corona.

**Se vocês ainda usam tal sistema em vez de resistores, então os BDP serão um problema contínuo para vocês, como foi para nós.**

Se vocês limparem a gás existente SF<sub>6</sub>, vocês não vão precisar comprar gás novo, ou bem menos. **O gás contaminado pode ser purificado, como descrito em nosso artigo ( circulando através de alumina + cal sodada)**

SE agulhas de corona estão em uso, então é necessário um sistema contínuo de purificação de gás em operação e o tempo de circulação deveria ser da ordem de 2 horas.

**Nos temos evidência de que a eficiência da cal sodada é de 100%. Se o gas tem cheiro normal cheiro OK, então o gas está OK. Mais o gás está seco, menos destrutivos são os BDP. A cal sodada muda de cor quando fica contaminada, torna se violeta..**

**A solução é a troca de agulhas de corona por resistores.**

**A reação química do BDP com a cal sodada (soda lime, mistura de NaOH e CaO(cal viva)), produz água e o cuidado e a frequência das reativações dos secadores devem ser muito maiores agora do que antes de se usar cal sodada.**

**Soluções adotadas para a purificação do gás SF<sub>6</sub> contaminado:**

1. Compra de Alumina ativada nova, F-200 da Almatris, bolinhas de 4mm de diâmetro, 2 tambores de 170 kg, preço 8,18 US\$/kg, importada, comprada em SP da Brenntag, em março de 2007 e sua colocação nos secadores do gás SF<sub>6</sub>.
2. Reativações mais frequentes dos secadores.

3. Compra de cal-sodada (sodalime) (mistura de CaO e NaOH) em agosto de 2007, Atrasorb, baldes de 4.3 kg, lentilhas brancas de 4 mm de diâmetro, sem pó, 7% de umidade. R\$ 45,15/balde. A cal-sodada é colocada nos secadores, junto com alumina, meio a meio. Fica violeta quando satura.
4. Instalação de secadores e filtros novos no sistema de ar comprimido para torná-lo mais seco, em julho de 2007 e futura instalação de canalizações para levar o gás N<sub>2</sub> seco, saindo do liquefator de nitrogênio para todo laboratório e usá-lo na reativação da alumina e cal-sodada dos secadores de SF<sub>6</sub>.
5. Foi comprado um medidor de umidade da SHAW para controlar a umidade do gás SF<sub>6</sub>. Ele chegou em agosto de 2008. Precisa comprar ou construir uma bomba de absorção para usar junto. Atualmente, mesmo sua linha de base ~70-100ppm ( obtida bombeando o sensor com bomba difusora) é maior do que deveria ser a umidade do gás da maquina, ~40ppm.
6. Em dezembro de 2007 chegaram 2000 kg (40 cilindros) de SF<sub>6</sub> novo da China.
7. Recebemos em dez 2007 de David Weisser um medidor de BDP, que foi colocado em funcionamento por Fabio Jorge em março de 2008, que permite controlar a qualidade do gás, medindo a presença de moléculas ácidas . Medimos com ele a qualidade do gás do tanque, conectando diretamente ao tanque do Acelerador e não foi verificada nenhuma deterioração do gás. Este detector de BDP mede a resistividade de ácido bórico, no qual é diluído o gás SF<sub>6</sub> do tanque, através da formação de uma névoa gás-liquido. Em caso de gás deteriorado, verifica se queda na resistividade do ácido, o que não foi observado. Embora pareça funcionar corretamente, ainda não conseguimos ter uma leitura positiva da presença de BDP. Testes em curso. Em fevereiro, com auxilio do Dr David Weisser, conseguimos detetar os BDP produzidos numa célula de desacrga, observando o decrescimo da rsistencia com tempo, queda de 100% em meia hora.
8. **trocar as agulhas de corona por resistores, quanto antes. Esta troca é de máxima urgência, tendo em vista que praticamente todos os aceleradores eletrostáticos em funcionamento no mundo já trocaram o sistema de distribuição de voltagem de agulhas por resistores. Em 2006 o Tandar, Acelerador Pelletron 20-UD, da Comission de Energia Atômica da Argentina comprou o sistema completo da NEC por US\$200.000,00. Sendo que no nosso acelerador de 8UD o numero de resistores é 2.5 vezes menor, na época, isto teria custado provavelmente menos de US\$ 100.000,00.**

**Resumo: As soluções adotadas parecem ter surtido efeito, pois durante todo ano de 2008 trabalhamos com as mesmas correntes Mafersol sem problemas de ataque químico. A corrente que quebrou em novembro 2008, com 2336 horas de uso, não estava praticamente atacada, mas estava esticada demais, com uma tensão não suficiente, que provocou patinação e a quebrou ao travar o rolamento da polia.**

**A solução definitiva será a substituição das agulhas de corona por resistores, eliminando em grande parte o efeito corona no gás e a produção dos radicais**

**ácidos e dando uma estabilidade muito melhor ao acelerador. Infelizmente no nosso laboratório até hoje não foi efetuada esta modificação, sendo de grande interesse e urgência a sua realização.**

## **2 Quebra das correntes de carga**

As correntes de carga são constituídas de “pellets” de aço recoberto de níquel (de onde vem o nome Pelletron), intercalados com elos de nylon e elas transportam a carga elétrica positiva da fonte de carga até o terminal da alta tensão, no centro do acelerador.

Quando o gás SF<sub>6</sub> está contaminado por BDP e úmido, os elos de nylon das correntes de carga sofrem ataque químico por moléculas de radicais ácidos, produzidas no gás de isolamento SF<sub>6</sub>, na presença de umidade, induzido por descargas elétricas e faíscas no gás.

Devido a este ataque os elos de nylon são trincados e quebram.

### **Soluções adotadas para a quebra das correntes de carga:**

1. ver acima as medidas adotadas para purificar os gás SF<sub>6</sub> contaminado
2. Produzir as correntes localmente, pois o preço e a demora de importação das correntes originais da NEC tornam muito onerosa a troca de correntes.
3. Desde janeiro 2008 usamos correntes montadas com : pellets metálicos usados da NEC, e a empresa Mafersol - FCA de Campinas produz para nos:
  - elos de nylon 6.0 (mesmo da NEC) e desenho mecânico da NEC,
  - buchas de teflon enriquecido com 15% de fibra de vidro
  - espaçadores de poliacetal
  - eixos de aço carbono

**Preço das correntes Mafersol-FCA= R\$ 7930,00.**

**Preço das correntes NEC importadas = US\$ 7188,00**

4 correntes foram fabricadas pela Mafersol, 1 quebrou em 2007 devido a ataque químico, uma em 2008 devido a um tranco da polia, uma esta montada na maquina (corrente #2) e uma esta ainda sem montar. Chegou uma corrente da NEC e está montada na máquina.

A primeira corrente da Mafersol foi fabricada com buchas de puro teflon, que não teve resistência mecânica e foi esticando e gastando, tendo quebrado em parte por este motivo.

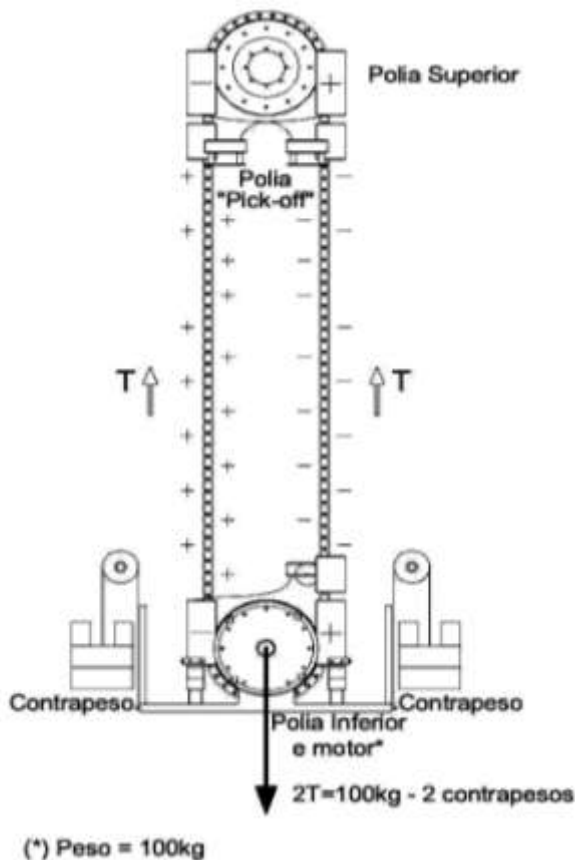
A última corrente ( quarta) encomendamos com elos de nylon 6.6, mais resistente que os anteriores e os da NEC, ainda não foi montada.

### **4. Retorno às tensões usadas originalmente nas correntes:**

A figura abaixo ilustra a montagem das polias e correntes de carga. A força sobre a polia inferior é exercida pelo peso do motor (100kgf) – os pesos somados dos 2 contrapesos. A tensão sobre cada lado da corrente é a metade desta força.

Cito carta de Mike Stier de 27/11/2001

Chain tension for that voltage should be **65 pounds per leg plus or minus 10 pounds** (per leg significa, em cada perna, em cada lado da corrente) for best running/least vibration. The Sao Paulo 8UD may be running at lower tension. We tried to keep it as low as possible.



Então a tensão recomendada é  **$T = 65 \text{ lbs} = 29.5 \pm 5 \text{ kgf}$  em cada lado da corrente**, ou menor. Então a força na polia deveria ser  $= 2T = 59 \text{ kgf}$ . Sendo o peso do motor = 100 kgf, o contrapeso total deveria ser  $100 - 59 = 41 \text{ kgf}$ , isto é 20.5 kg de chumbo em cada gangorra.

O Prof Dirceu Pereira em 2001 fez testes e concluiu que a menor tensão, na qual as correntes ainda não patinavam, era de  $2T = 46 \text{ kgf}$ , com contrapesos de 27 kg em cada gangorra. Com tensão menor do que esta a corrente patinava, como foi verificado com o estroboscópio.

Isto significava a tensão  $T = 23 \text{ kgf}$  em cada lado da corrente, menor do que recomendado por Mike.

Em 2006, devido à quebra freqüente de correntes, a tensão foi reduzida, aumentando os contrapesos de 27 para 36 kg em cada gangorra, reduzindo a tensão  $2T$  na polia à  $100 - 72 = 28 \text{ kgf}$ , e tendo apenas a tensão de 14 kgf em cada lado da corrente, provavelmente insuficiente para evitar patinação.

Em fins de 2007 havíamos aumentado a tensão de 14 kgf para 17,5 kgf, e em novembro de 2008

de 17.5 kgf para 25 kgf em cada corrente ( contrapesos de 25 kgf em cada gangorra) e foi verificado que as correntes agora não patinam.

**Resumo: a fabricação local de correntes de carga foi solucionada, elas funcionam bem, e com a resolução dos problemas de gás contaminado e a correção da tensão nas correntes, confiamos que elas terão maior durabilidade.**

### **3 Agulhas de corona**

Os testes apresentados na reunião de usuários em 16/12/2008 não foram efetuados com agulhas retiradas da máquina, mas com velhas agulhas, já retiradas da maquina anteriormente, por excesso de uso. As agulhas de tubo foram trocadas pela última vez em janeiro de 2006 e atualmente estão com 6141 horas de uso, dentro do tempo de uso normal.

As agulhas de coluna estão com mais tempo, elas não foram trocadas, pois estávamos aguardando os resistores.

Se os resistores demorarem muito, de fato deveremos trocar as agulhas de corona no futuro, mas esta decisão deverá ser tomada depois de ter uma previsão realista sobre a instalação dos resistores.

**Resumo: Nos últimos testes efetuados em 9/01/2009, tivemos 12  $\mu$ A de corrente de tubo e corrente de coluna para uma pressão de 61 psi e  $V_{term}=7.2$  MV.**

### **4 Equipamentos :**

#### **Fonte de íons**

Em 2007 compramos uma nova moto-bomba magnética e um novo liquido refrigerante (LOBS, low-odor base solvent, solvente alifático), fabricado pela Petrobras (Solbrax ECO 195/240). Este liquido vai substituir o Freon, proibido por motivos ambientais. A instalação está sendo aguardada.

#### **Sistemas de vácuo:**

a manutenção dos orbitrons foi realizada com a chegada da a importação da NEC.

#### **Area experimental:**

lâmpadas estão sendo instaladas nas paredes para melhorar a iluminação na área experimental

#### **Segurança;:**

Luz de advertência e portinhola estão sendo instalados para impedir a entrada vindo do LINAC, na área experimental, quando usado com feixe. A portinhola será fechada com cadeado e a chave com o responsável pela experiência estará na sala de controle.

### **V. Dificuldade de subir a tensão no terminal**

Desde o acidente ocorrido em março de 2005, quando o pré-buncher ficou ligado em alta potencia com a válvula aberta para o tubo-acelerador e provavelmente houve derretimento de índio para dentro do tubo, a tensão do terminal não chegava a 7 MV. Nos tivemos problemas de falta de gás

SF6 e de corrente de carga em 2007. Em 2008 houve várias tentativas de subir a energia da maquina e em algumas ocasiões chegamos a 7.2 ou mesmo 7.6 MV, mas a tensão não se mantinha.

### **Soluções :**

1. Limpeza da maquina.

Durante todo este período havia uma sujeira, um pó marrom que no Lamfi se determinou der de Ferro (ferrugem) que se depositava na parte inferior da maquina, unidades 1,2 e terminal. A fonte desta sujeira foi descoberta no fim de 2008 : os motores enferrujados das polias de carga, e a graxa ressecada destes motores soltavam este pó marrom. Depois da limpeza dos motores o problema parece ter sido resolvido.

2. Secagem do gás SF6. As medidas com o medidor de umidade indicam que o gás SF6 esta mais úmido do que deveria ser, mais reativações e trocas de secador serão feitas no futuro e esperamos que tragam resultado.

3. Condicionamento do tubo.

A visita do Dr David Weisser, diretor do Pelletron 14UD da Australian National University de Canberra, devera ajudar para diagnosticarmos e resolvermos os problemas restantes.

4. Agulhas de corona

As agulhas de tubo foram trocadas pela última vez em janeiro de 2006 e atualmente estão com 6141 horas de uso, dentro do tempo de uso normal.

**Em 6 de fevereiro de 2009, depois de condicionar as unidades separadamente chegamos a 7.58 MV no terminal sem faíscas. Continuamos o condicionamento do tubo acelerador e a secagem do gás SF6 com reativações freqüentes dos secadores (cada 4-5 dias).**

## **VI. Uso do Acelerador pelos usuários.**

### **2. Procedimento para organizar os períodos de maquina em 2007-2008.**

Durante praticamente todo o ano de 2007 operamos com correntes emendadas e freqüentemente somente com uma corrente, devido à quebra da segunda corrente. Isto naturalmente limitava a tensão máxima de terminal e também tornava bastante imprevisível o funcionamento do Acelerador. Em 2008 a situação melhorou, conseguimos algumas vezes alcançar a tensão de terminal de 7MV, mas não havia garantias de continuidade ou reprodutibilidade. Por esta razão não poderia se realizar reunião de PAC.

Queremos lembrar que a impossibilidade de subir a tensão de terminal foi consequência do acidente ocorrido em abril 2005, quando o elemento Índio evaporou de uma componente próxima ao tubo acelerador, entrou e se condensou no tubo acelerador. Sendo condutor, o depósito de Índio no interior do tubo acelerador causou enormes problemas. Após o acidente, no período 2005-2006 a máquina faiscava o tempo todo, não conseguindo subir a tensão de terminal, contaminando o gás SF6 e quebrando em seguida as correntes. Acidente semelhante havia ocorrido uma vez na história do Acelerador, em 1974. Quando o acidente ocorreu, o PAC ainda



estava no início de sua vigência e a imensa maioria dos dias distribuídos pelo PAC de setembro de 2004 ainda estavam sem uso.

Durante a visita do Dr David Weisser pudemos examinar 2 unidades de tubo acelerador que foram retirados em 2005, após o acidente, e pudemos ver gotículas de Índio condensadas no tubo. Em 2007-2008 ainda estávamos lutando com estes problemas. Na realidade, foram 4 anos de condicionamento do tubo que sublimaram o índio e limpam aos poucos o tubo acelerador.

Não podendo realizar PAC nestas condições, mas querendo disponibilizar a todos que necessitavam de dados, independentemente de que grupo pertenciam, adotou se o procedimento mais transparente possível:

O prof. Wayne Seale, pesquisador de ligação procurava todos os grupos de pesquisa e propunha os dias disponíveis, explicando as condições a todos e anotando as necessidades.

Os projetos que tiveram dias concedidos eram todos projetos de estudantes de mestrado e doutorado com bolsa, cujos projetos científicos haviam sido examinados e aprovados por assessores das agencias de fomento ou da CPG e em sua imensa maioria haviam sido aprovados pela PAC de setembro de 2004. Sempre havia menos demanda do que dias disponíveis e não havia razão para cortes.

O pesquisador de ligação, Prof Wayne Seale, preparou uma tabela com o uso do Acelerador nos anos de 2004-2008, depois do PAC-2004, que está abaixo:

exp	respon.	dias solic.	dias. conced.	PAC- 2004	d util 2005	2006	2007	2008	s/ diretor	uso
diretor			20		2	5	44	62	113	
E-1	Dirceu	13	8	4			4			
E10, 11	Crema	25	15		0					15
E14	Nemi	3	2		0					2
E15	Nemi	6	4		0					4
E21	Thereza	10	4		0		6	8	10	
E22	Thereza	20	12		4	4				4
E23	Nemi	6	3	1						
E25	Saxena	5	5	3	1					1

E32	Munhoz	15	12	4	2					6
Diretor ??						5				5
diretor.	Nemi						9	2		11
diretor	Zero						1	8		9
diretor	Rub-Vivi							11		11
diretor	Alex							4		4
E43	Nemi	5	3		1					2
E44	Dirceu	7	3		0		1	5		3
E45	Nelson	15	0		0					
E46	Munhoz	15	5		5					
E47	Valdir	10	7		0		12	7		12
E48	Valdir	15	8		0			8		
E49	Valdir	3	3		3					
E50	Valdir	10	8	2						6
E51	Rubens	10	0		0					
E52	Kelly	15	5		4			6		5
E53	Pedro	20	12		3	4	6	6		7
E54	GomesUFF	5	5	5						
E55	Shelin	10	0	1						1
E56	Nowill	6	2		0					2
E57	Nelson	15	2		0					2
E58	Nowill	6	0		0					
E59	Nowill	6	2		1	1				
E60	Ribas	9	6	4	2		8	2		10
E61	Shila	10	4		0					4
E62	Medina	6	5		1		6			2
E63	Zero	21	12	5						7
E64	Alex	30	0		0					
E65	Alex	25	10	2		3	8			3
E66	Marcia	4	2		0					2
E67	Marcia	5	3		0		1	4		2
E68	Nemi	6	4		1					3
E69	Deppman	6	0	1						1
E70	Viviane	15	10		0					10
E71	Djalma	18	0		0					
E72	Djalma	18	8		0	7	14	4		17
E73	Eloisa	6	3		1					2
E74	Chubaci	8	3	1						2
total		463	220	33	29	24	76	75		113 67
d dispon				38	32		101	115		

cumul tot	33	62	86	162	237
4,0 - 6,0	1	3	10	34	27
6,0 - 6,5			1	28	5
6,5 - 7,0	12		8	14	32
7,0 - 7,5		16			
7,5 - 8,0	22	5			13
total	35	24	19	76	77

Poderemos verificar que em 2007 e 2008 foram usados pelos usuários respectivamente, 76 e 75 dias, inferiores aos dias disponíveis, que eram 101 e 115. Devido à ociosidade do Acelerador e aos problemas ainda não resolvidos, tínhamos tomado a decisão de não convocar PAC neste período.

**Vários alunos puderam terminar suas medidas neste período e defender suas teses, como:**

**Dennis Louzano Toufen**  
**Derberson Pereira de Souza**  
**Fernando Homem M. Medeiros**  
**Paula Rangel P. Allegro**  
**Pedro Neto de Faria**

**Ou terminar a tomada de dados e defender no futuro próximo, como:**

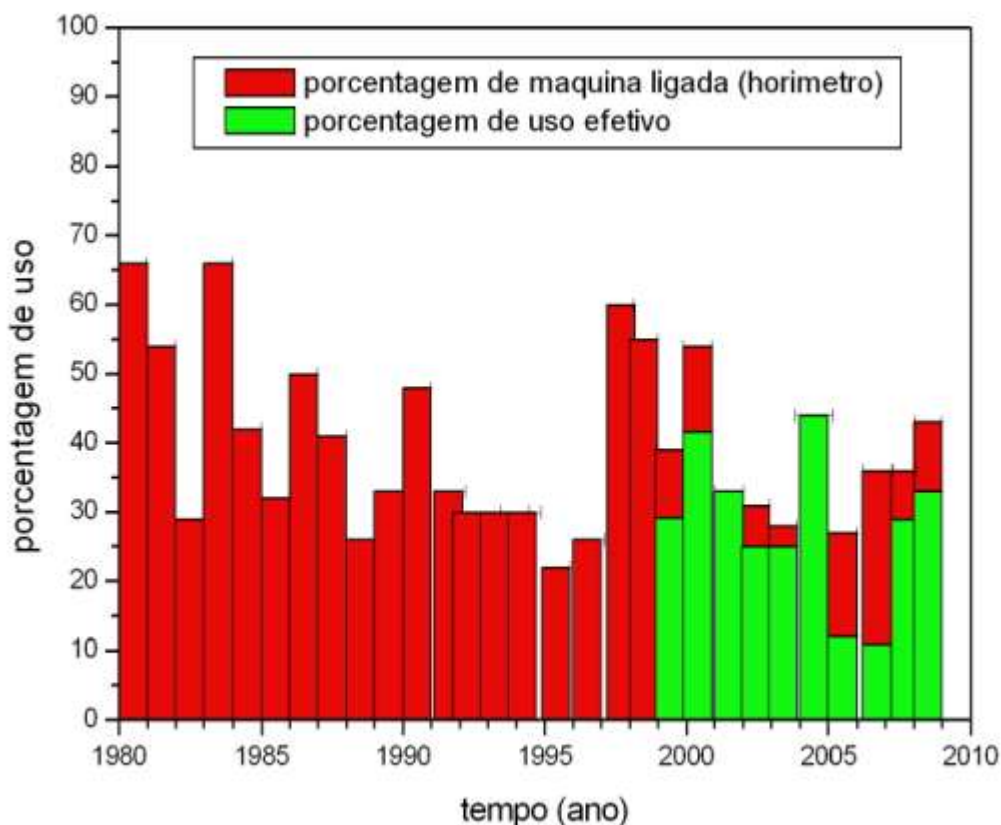
**Adriana Barioni**  
**Djalma R. Mendes Jr**  
**Roberto Linares**

A visita do Dr David Weisser foi muito produtiva e estimulante também para o corpo técnico. Aprendemos muito com sua experiência. Ele proferiu quatro seminários com tradução que foram assistidos pela maioria dos técnicos. Temos várias propostas a serem realizadas a curto, médio e longo prazo.

Propomos realizar reuniões semanais com os técnicos para discutir o andamento de seus trabalhos e projetos, suas dificuldades e as soluções, com a participação efetiva de todos, melhorando o diálogo e o clima.

O acelerador foi aberto durante a visita do Dr Weisser (11/02/2009) e foi por ele inspecionado e testado. Ele propôs novos procedimentos de teste e de limpeza que foram realizados em parte durante e depois da sua visita. Foi fechado em 30/03/2009 e agora está em condicionamento e está muito melhor do que antes. Foi feita uma limpeza intensiva com água e RBS, nas colunas nos tubos, nas chapas, no terminal e nos anéis, segundo indicação do Dr Weisser. Com esta limpeza conseguimos ter muito menos faíscas durante o condicionamento. Já chegamos a 7.7 MV no terminal, com feixe através da máquina e com ótima estabilidade.

## VI. Porcentagem de uso do Acelerador



**Conclusões; Apesar das dificuldades, o Acelerador foi disponibilizado e usado, e a porcentagem de uso é comparável a outras épocas, como 1999-2004. Em épocas anteriores temos somente a porcentagem de máquina ligada ( medida pelos horímetros), mas não temos a informação de dias efetivamente usados para experimentos.**

### Apêndice

**Trechos de cartas de Mike Stier (NEC) e David Weisser (ANU-Canberra, diretor do 14UD).**

The Australian/Canberra 14UD is the only one which has larger experience with sodalime. I would ask that you contact David Weisser for their continuing experience with sodalime and the interval for renewal. Remember they also had a large buildup of breakdown products and needed to remove them.

NEC has advised customers to **change the alumina at least once a year.**

Systems are now designed to do a complete exchange once an hour or less for 5MV or smaller accelerators. Larger accelerators have a flow rate of 3 hours maximum to do a complete exchange.

( carta de Mike Stier, da NEC)

Although sparking will produce BDPs, so will **the use of a corona voltage distribution system. If you still have such a system, rather than resistors, then BDPs will be a continuing problem for you as it was for us.**

If you clean up the existing SF6, **you may not need to buy new gas** or not as much. If you rely on new gas to fix the problem you need to get rid of all the contaminated gas unless you purify it. If you can purify it then you don't need to get rid of it. Dumping the gas is wasteful and difficult to do in a way that doesn't cause environmental headaches.

Get resistors. Cartas David Weisser, ANU, Canberra em 2007 e 2008

**Purificação do gas contaminado e reativação dos secadores:**

The contaminated gas can be purified as described in our paper ( circulating through alumina+sodalime).

If corona points are in use, then it is necessary to have a continuous gas cleaning system in operation and the recirculation time should be about 2 hours.

You mention using compressed air to dry the alumina or zeolite. **Usually, compressed air is wet** and contaminated with oil unless drying and de-oiling apparatus is installed and maintained scrupulously.

**We have an essentially unlimited, free supply of dry nitrogen from our liquid nitrogen storage vessel** so we have not optimised its use.

In addition to using dry nitrogen gas to reactive the dryer, we remove a lot of moisture by pumping on the hot alumina or soda lime with an oil sealed rotary pump. This will help even when reactivating with somewhat moist compressed air. The oil will quickly get contaminated with water so keep the ballast valve open, drain the water from under the oil when finished. Ballasting for several hours might return the vacuum pump to acceptable base pressure, but if not, discard the oil. Although the compressed air is not really dry enough, if you stop the flush while the dryer is hot, and then evacuate it, you should get a good result. Moist SF6 not only interferes with high voltage operation but it also makes the breakdown products much more corrosive so you have to keep the SF6 dry.

We reactivated the dryer very frequently when there was trouble with the chain lifetimes - probably every six weeks or so. The heating process with the alumina contaminated by BDPs, caused the alumina to rapidly loose its purifying capacity. Now that we no longer have corona points, we only reactive the dryer when the moisture gets above 40 ppm. This is about annually or even less frequently.

Good luck and keep up the effort to replace the corona grading system with resistors.

**We have evidence that the soda lime efficiency is 100%. If the gas smells OK then it may well be OK.**

I think there is no danger to either soda lime or to alumina if they are heated to 200 C in air.

Reactivate the drier again and then turn on the recirculator. This re-drying is desirable because the BDPs are activated by moisture. **The drier the gas, the less destructive the BDPs.** Replacing the corona grading with resistors is the key to really solving the problem.

Soda lime is consumed by its interaction with the BDPs. Its lifetime depends upon the BDP production rate which has not been measured since you haven't received the detector apparatus. I think we may have estimated the production rate in the paper based on the current for each corona point.

**The Vivalime changes colour as it contaminates which we may also have mentioned., it becomes violet.** Using chain breaks as a diagnostic isn't very attractive. Until you replace the corona points with resistors, and then stop producing BDPs, I would change the soda lime when convenient and economical - say every year or so.

The chemical reaction of the soda lime has water as a byproduct so the moisture is an indication that it is working. The alumina will lose its BDP purifying ability with repeated heating but this does not matter since we are relying on the soda lime for that job.

Carta David Weisser, ANU, Canberra

**A reação química do BDP com a cal sodada produz água e o cuidado e a frequência das reativações dos secadores devem ser muito maiores agora do que antes de se usar cal sodada.**

Em relação às medidas da qualidade do gás com detector Geiger-Muller :

The literature from the power industry concludes that such gas does not lose its insulating ability and may even be a better insulator than pure SF<sub>6</sub>. The simulation of the electric fields in the test cell to those in the accelerator are reasonable though we have never seen voltage holding problems associated with contaminated gas - only chain breaks and corrosion. The change in current response as the volts are decreased for the purified SF<sub>6</sub> may be due to the new production of BDPs by corona from the wire.

O resultado obtido pelo detector GM, indicando correntes de corona mais altas para gás SF<sub>6</sub> usado no Pelletron do que gás puro, deve estar relacionado com umidade maior do SF<sub>6</sub> da máquina.

recirculação do gás:

We don't recirculate the gas at atmospheric pressure before increasing the pressure to the operating point. I guess that one could argue, that the atmospheric pressure recirculation could get rid of moisture in the tank introduced by the tank being open. This could be seen as protecting the rest of the SF<sub>6</sub>. But since the rest of the gas is contaminated, the two stage recirculation looks like it may be a waste of time.

It is urgent to get rid of the corona point system and put in resistors.  
(carta de David Weisser)

## Detecção de BDP no gas contaminado:

You are right about the difficulty in detecting BDPs in stored SF<sub>6</sub>. The BDPs will react with the wall of the containing causing it to corrode. In so doing, the gas is purified of the constituents that would register in the detector cell. This is why when people send away gas samples to be analysed, they never show BDPs. When we were first having trouble with our SF<sub>6</sub>, we found that just returning it to the storage vessel purified it. When the inside of the vessel was inspected, it contain many kilograms of "rust" caused by the reaction of the BDPs with the steel. Other labs have had similar experience.

Carta David Weisser, ANU, Canberra

São Paulo, abril de 2009

Alinka Lépine-Szily

Diretora do LAFN