

# Relatório de Gestão do Laboratório Aberto de Física Nuclear

Diretora: Profa. Dra. Alinka Lépine-Szily

30 de Abril 2009 a 30 de abril 2011

## **I. Problemas encontrados e soluções adotadas para melhorar o funcionamento do Acelerador Pelletron entre 2009 e 2010**

### 1. Troca das agulhas de corona do tubo acelerador.

Embora a compra de resistores tenha sido aprovada em meados de 2009 pela Fapesp, eles só chegaram muito recentemente (fim de abril de 2010). Durante todo período a qual se refere este relatório ainda estávamos trabalhando com a corrente elétrica de retorno produzida por efeito de corona entre pontas e placas metálicas ao longo do Acelerador. Quando as pontas (“agulhas”) são muito gastas a corrente de corona fica muito baixa e a estabilidade do acelerador fica comprometida. Em **setembro de 2009** desmontamos as agulhas de corona velhas e trocamos por novas.

### 2. Reforma do tubo acelerador e do acelerador entre janeiro e abril de 2010.

#### A. Limpeza interna e externa do tubo acelerador.

A dificuldade de subir até a tensão de terminal máxima, 8 MV, do acelerador Pelletron continuava, mesmo depois da troca de agulhas de corona.

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 SF<sub>6</sub> e quebrando em seguida as correntes. Embora em abril de 2009 tenhamos conseguido de chegar a tensão máxima, esta tensão não se mantinha de forma confiável e reprodutível. Verificou se que as unidades do tubo acelerador que não agüentavam a tensão eram as mais próximas à entrada de baixa energia, por onde entrou o índio evaporado.

Depois de trocar correspondências durante algum tempo com Suehiro Takeuchi, um especialista do Pelletron de JAERI (Japão) e com David Weisser de Canberra, foi definido o procedimento de limpeza a ser adotado. Realizamos uma grande manutenção que teve **início em janeiro de 2010 e foi terminada em fins de março de 2010**.

Limpeza e troca de seções de tubo: 11c,12a, e todas das unidades 15 e 16 (6 seções de 11 gaps e uma seção pequena de 6 gaps).

Temos 2 seções novas de 11 gaps da NEC e uma seção nova pequena de 6 gaps, temos 5 seções sujas de 11 gaps . Queremos trocar 8 seções, portanto não temos seções suficientes para as trocas, temos que abrir a maquina e tirar seções.

14/01/2010, abre o tubo acelerador e desmonta algumas seções de tubo para serem lavadas também, as seções 15A e 15B (troçadas em 2005) foram escolhidas para serem lavadas e montadas de novo na maquina. (Ditinho-Silvinho)

Preparativos para a limpeza das seções de tubo:

1. Jato de areia: Compra de nova pistola, com bico de cerâmica de 70 mm da Jatomaq e novos abrasivos de esferas de vidro AH( 45-80 microns) + 5% de alumina N220 (70 microns) Na sala limpa do LINAC, limpa pelas faxineiras e depois pela Wanda e Serginho, foram montados 3 filtros de água, de 25, de 1 e de 0.5 microns (Marfiltros) e o sistema de água pressurizada Karcher conectado a saída dos filtros.

O sistema de ultrassom também foi bem limpo e levado para a sala limpa. Instala um tanque cheio de água destilada na sala limpa.

Limpeza das seções do tubo: jato de areia por dentro e por fora, jato de água pressurizada por fora e por dentro, banho de ultrassom com detergente

Mesmo antes de abrir o tubo, já começa a limpeza das 5 seções de tubo que estão fora..

1. **Desmonta os eletrodos internos**, e os **spark gaps** destas 5 seções, pois para fazer o jateamento de areia eles devem ser desmontados. Para usar o jato de areia requer remoção dos eletrodos do tubo. Para proteger os eletrodos de um jato excessivamente forte de água, eles devem ser removidos para este processo também.

(4-6/1/2010)

2. **Limpeza dos eletrodos e sparkgaps** : (Wanda e Jorge)

Com um pano de classe de sala limpa, sem fiapos e com álcool lustram a superfície dos eletrodos (usando luvas de plástico).

3. **teste elétrico de tubos sujos e colunas** 8-13/01/2010 (Silvinho , Alinka.)

Aplicamos 3600kV aos gaps dos tubos e colunas e medimos a corrente. A corrente em geral era alta, mas muitas vezes com uma secagem de "heat-gun" consegue abaixar a corrente.

Encontramos muitas colunas limpas com correntes baixas (<0.4 microA), servirão para trocar as colunas ruins.

3. **Limpeza dos tubos com jato de areia por fora e por dentro**, depois de desmontados os eletrodos e sparkgaps **Limpeza interna com muito cuidado para não desgastar a solda titânio-cerâmica.** (Ditinho, Silvinho) (14-18/01/2010)

4. **lavagem dos tubos interna e externamente com jato de água filtrada pressurizada de Karcher** . Lavagem interna importante para tirar os particulados que foram criados pelo jato de areia. Lavagem externa tira os "break-down products" (BDP).

Enxágüe com água destilada, depois da lavagem pressurizada, seguida de enxágüe com álcool. Jato de água externo e interno: (Silvinho), Início 14/01/2010

**5. Remontagem dos eletrodos e dos sparkgaps :** os eletrodos já limpos devem ser instalados na sala limpa com luvas de plástico antes da limpeza com banho no ultrassom. Remonta também os sparkgaps já limpos Início 18/01/2010 (Ditinho)

**6. Banho de ultrassom,** lava cada seção de tubo um por um. (**Suehiro Takeuchi**)

Limpeza de ultrassom das seções do tubo. Precisa de 2 pessoas, ambas com luvas de vinil. Início 19/01/2010 Silvinho, Jose Carlos, Alinka

- a) Depois de terminada a montagem dos eletrodos internos, monta-se as 2 flanges (limpas, juntamente com parafusos e porcas, com água e detergente neutro por 10min no Ultrassom).
- b) Limpeza externa: Deita se o tubo fechado com flange nos 2 lados na cuba do Ultrassom (US) e enche de água destilada a cuba ate cobrir a parte de cerâmica do tubo. Põe 2 tampinhas de detergente neutro e liga US durante 30 min. Testa com papel de Ph a qualidade da água. Sempre deu pH neutro.
- c) Limpeza interna: Se for neutra, tira o tubo de água, retira uma das flanges, recoloca na água com o lado aberto para cima, enche de água destilada e coloca 1 tampa de detergente e liga US por 30 min.
- d) Tira o tubo da cuba de US e retira suas 2 flanges e as monta no tubo seguinte.
- e) Esvazia a cuba da água suja , enxágua 2,3 vezes com água destilada . Coloca o tubo seguinte com suas flanges na cuba e enche de água destilada ate cobrir e coloca 2 tampas de detergente. Liga o US por 30 min.
- e) Enquanto o US limpa o tubo seguinte, procede ao enxágüe do tubo que havia sido limpo. Tampa com papel alumínio e uma das mãos, uma extremidade do tubo e joga água destilada no interior, facha com a outra mão e sacode, soltando a água em seguida. Repete 4 vezes, depois troca de lado, tampa o outro extremo e repete a operação. Pega água destilada com um Becker limpo. Enxágua varias vezes a parte externa também. Ultimo enxágüe com álcool PA, da mesma forma 2,3 vezes e também por fora.

**7. Secagem em ar dos tubos limpos.** Enrola a fita aquecedora, envolta em papel alumínio, entorno da parte de cerâmica do tubo, amarra nas 2 flanges e liga na tomada de 110V, na capela da sala limpa, coloca papel Al em cima e embaixo, só cobrir para não entrar pó.

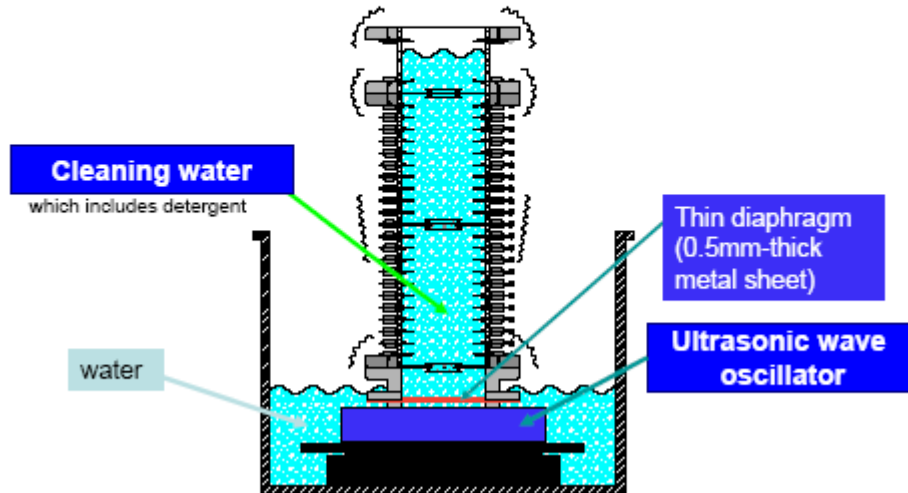
Medimos a temperatura do tubo aquecido e deu 180C. Os tubos ficaram secando

Durante 2 semanas ate 1 de fevereiro.

Em seguida todas as seções lavadas e secas foram **testadas no leak detector**. Celso-Marcio

## Cleaning an accelerator tube by ultrasonic wave

The ultrasonic cleaning must be followed by (another ultrasonic oscillation with clean water,) a rinse with clean water, drying in a clean room and baking at 160-200 degree-C.



Remontado o tubo acelerador, da seguinte maneira: 16C e 16B, seções novas da NEC de 11 gaps, em seguida de 16 A até 15A, seções lavadas e testadas em ordem decrescente de qualidade. A seção 15 pequeno foi montada uma seção nova da NEC de 6 gaps. As seções 11C e 12A foram trocadas por seções lavadas e secas.

Ao todo trocamos 9 seções de tubo de 28 seções da parte de baixa energia, isto é, praticamente 1/3 dos tubos. Ditinho-Silvinho

Teste de vazamento no tubo acelerador.

17 a 26/03/2010

Quando todo trabalho de manutenção dentro do acelerador estava terminado e fechou-se o tanque e pressurizou com SF<sub>6</sub>, verificou-se uma piora no vácuo do tubo acelerador, de 2 para 5 x 10<sup>-8</sup> torr, indicando vazamento. O tanque foi reaberto e encontrou-se um vazamento numa das flanges. Depois de re-apertados os parafusos, o vazamento foi fechado.

B. Alinhamento da linha de feixe vertical e horizontal.

**O telescópio foi montado no 3º andar**, no lugar do copo 5, e sua posição ajustada para que a sua cruz de referência coincidisse com a linha de referência vertical, definida pelas cruzes dos alvos montados nos ímãs ME-20 e ME-200.

Aproveitou-se do fato que a linha do feixe estava aberta para o ar (normalmente está em alto vácuo) e alinhou-se toda a linha de feixe vertical, acima e também abaixo do Acelerador. Um **tripleto de quadrupolo Q3**, que se situa imediatamente abaixo do acelerador e foi instalado em 1998 e cujo alinhamento não era muito bem feito na época, foi alinhado com muito cuidado, devendo resultar numa transmissão bem melhor de feixe. O **pré-buncher** que serve para pulsar o feixe, e que está imediatamente acima do acelerador, também foi alinhado com muito cuidado. Ambos estavam bastante fora de alinhamento.

No 8º andar se situa a fonte de íons de sputtering e uma linha de feixe horizontal, bem como o imã ME-20 que analisa a massas e desvia o feixe da direção vertical para horizontal. Esta linha também foi verificada com teodolito e verificou se um grande desalinhamneto, que também foi corrigido.

#### C. Troca de colunas de sustentação lascadas ou com linhas de fuga

11 colunas lascadas ou com linhas pretas de fuga foram trocadas por colunas limpas, jateadas, limpas em seguida com N2 seco, secas no forno e testadas.

#### D. Foram montadas as correntes de carga :

1 Corrente NEC que já rodou 1800 horas e teve um elos quebrado, foram substituídas ~30 elos por elos Mafersol

2. Nova corrente Mafersol, com elos de Nylon 6.6E, buchas de teflon com 15% de fibra de vidro, e pellets usados da NEC, espaçadores de poliacetal. Já foram retirados 3 elos, devido a esticamento

#### E. Condicionamento do acelerador.

Terminada a reforma começou o condicionamento do tubo acelerador, que teve mais de sua metade limpa e trocada. Infelizmente, depois de rodar apenas 300 horas, a nova corrente Mafersol, nacional, de elos de nylon mais duro, 6.6, quebrou de forma totalmente surpreendente.

### 3. Correntes de carga

A quebra de correntes de carga (chain) tornou-se um problema recorrente que só será sanado com a instalação dos resistores no lugar da corrente elétrica de corona (corona current), que produz a quebra do SF6 em radicais ácidos que atacam as correntes. 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.

Em passado, recente, devido à quebra freqüente de correntes (chain) havia decidido montar as correntes localmente, usando os pellets usados de correntes quebradas, importadas da NEC e, elos de nylon 6.0 extrusado, usinado pela empresa Mafersol de Campinas. Estas correntes esticavam demais, devido a qualidade muito inferior do nylon nacional (o modulo de Young do nylon nacional 6.0 é metade ou 1/3 do modulo de Young de nylon 6.0 americano).

Resolvemos usar nylon 6.6 que tem modulo de Young superior, é mais duro. Esta corrente montada em março de 2010 quebrou sem ataque químico, por ser menos flexível e duro demais. Abaixo apresentamos algumas figuras que mostram o desempenho inferior das correntes nacionais, quando comparadas às correntes importadas da NEC.

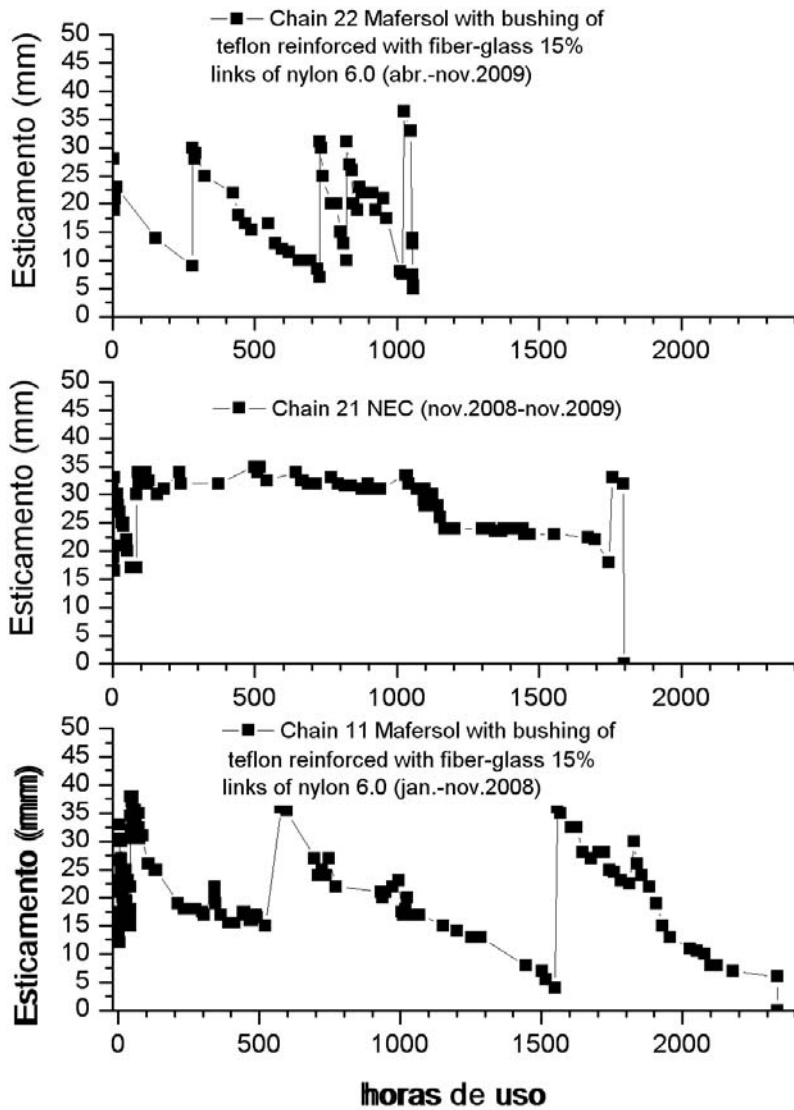


Figura 2. O esticamento da corrente é medida eletricamente e quando fica abaixo de 5 mm, o tanque deve ser aberto para retirar um elo da corrente. A corrente NEC (figura do meio) funcionou 1800 horas sem necessidade de retirar elo. Duas correntes Mafersol, compradas com um intervalo de 1 ano apresentaram performance muito pior, principalmente aquela da figura superior.

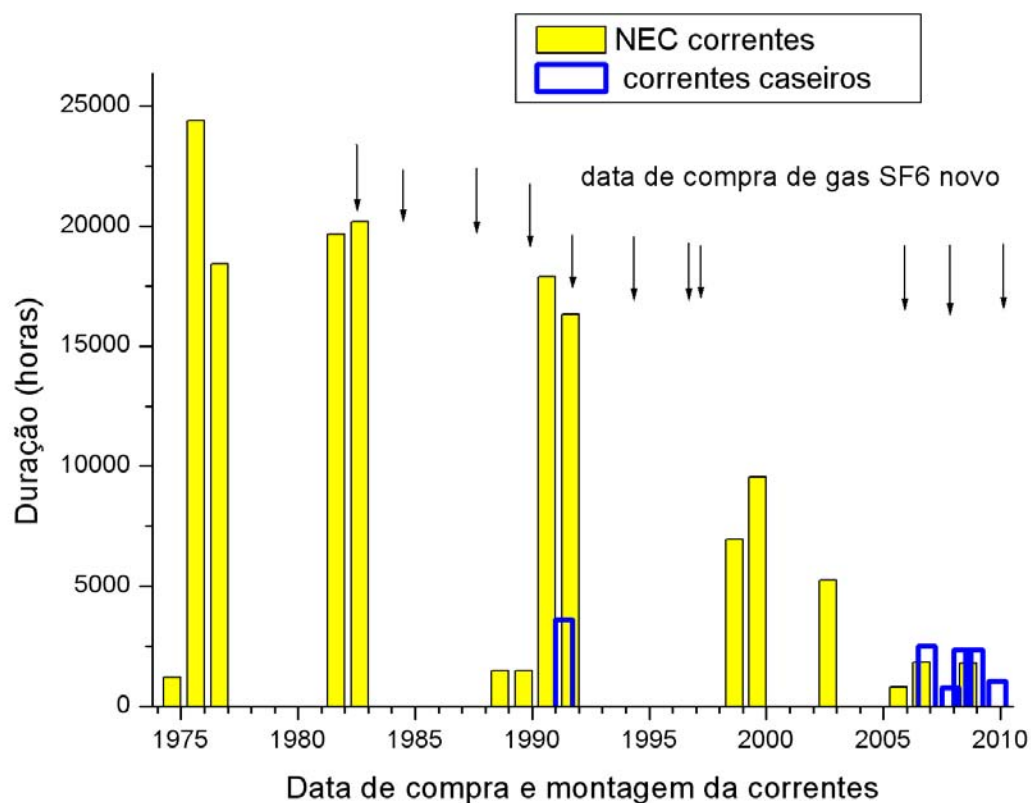


Figura 3. Duração das correntes NEC e nacionais.

Da figura 2 podemos concluir que as correntes nacionais esticam muito mais e nem são reprodutíveis. Quando optamos pelo nylon 6.6, a corrente quebrou muito rapidamente.

Da figura 3 podemos tirar duas conclusões: 1. depois do acidente de 2005, correntes NEC e nacionais quebravam em tempo muito curto devido a contaminação do gás SF6. Corrente nacional, fabricado em 1992 também teve duração muito curta. 2. A duração das correntes NEC foi decrescendo com tempo, devido ao efeito cumulativo de BDP, produzidos por correntes de corona no gás. Este efeito só pode ser revertido com a instalação dos resistores.

**Conclusão: Não vale a pena insistir na fabricação caseira de correntes de carga, eles tem desempenho bem inferior. Vamos voltar a usar correntes NEC, importadas e já estamos em processo de importação de 2 correntes novas, bem como gás SF6 novo.**

Atualmente o acelerador está em funcionamento, anexamos a distribuição de tempo de maquina para maio-junho de 2010.

## II. Problemas encontrados e soluções adotadas para melhorar o funcionamento do Acelerador Pelletron entre 2010 e 2011

### 1. Correntes de carga

Entre maio de 2010 e outubro de 2010 o acelerador funcionou para realizar medidas para teses de nossos estudantes. No entanto, o funcionamento não era bom, devido a correntes de corona altas pelo fato que as agulhas eram novas, pouco gastas, que acarretavam a deterioração do gás SF<sub>6</sub> e quebra de corrente. Em julho de 2010 tivemos uma nova quebra de corrente.

A quebra de correntes de carga (chain) tornou-se um problema recorrente que só iria ser sanado com a instalação dos resistores no lugar da corrente elétrica de corona (corona current), que produz a quebra do SF<sub>6</sub> em radicais ácidos que atacam as correntes. 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.

Em passado, recente, devido à quebra freqüente de correntes (chain) havia decidido montar as correntes localmente, usando os pellets usados de correntes quebradas, importadas da NEC e, elos de nylon 6.0 extrusado, usinado pela empresa Mafersol de Campinas. Estas correntes esticavam demais, devido a qualidade muito inferior do nylon nacional (o modulo de Young do nylon nacional 6.0 é metade ou 1/3 do modulo de Young de nylon 6.0 americano).

Resolvemos usar nylon 6.6 que tem modulo de Young superior, é mais duro. Esta corrente montada em março de 2010 quebrou sem ataque químico, por ser menos flexível e duro demais.

**Conclusão: Não vale a pena insistir na fabricação caseira de correntes de carga, eles tem desempenho bem inferior. Vamos voltar a usar corrente NEC importada e já importamos 2 correntes novas, bem como gás SF<sub>6</sub> novo.**

### 2. Troca das agulhas de corona por resistores no acelerador.

Embora a compra de resistores tenha sido aprovada em meados de 2009 pela FAPESP, eles só chegaram ao fim de abril de 2010. Como havia vários estudantes com prazos apertados para finalizarem as medidas para suas teses, tivemos que adiar a troca de agulhas de corona pelos resistores ate outubro de 2010. **O relatório da troca de resistores for escrito pelo novo coordenador técnico do Laboratório Aberto de Física Nuclear (LAFN), contratado em junho de 2010, Dr. Rone Flávio Simões, e esta anexo.**

A troca de resistores foi finalizada em janeiro 2011, quando o acelerador foi fechado e iniciamos o condicionamento. No entanto rapidamente foi descoberto que também deveríamos mudar a maneira de ligar os últimos resistores aos conectores que vão para o exterior do tanque e que permitem medir as correntes que passam pelos resistores montados ao longo do tubo acelerador e ao longo das colunas de sustentação. Depois de corrigir estas falhas e fazer mais uma limpeza grande, o acelerador foi fechado em 15 de março e novamente iniciamos seu condicionamento. Alguns dias atrás chegamos à tensão de terminal  $V_T=7.66$  MV (a máxima é 8.0MV) com feixe de oxigênio e boa estabilidade. O acelerador está muito mais fácil de operar, muito mais estável com os resistores e



verificamos na abertura que os elos das correntes continuam em ótimo estado, sem nenhum ataque químico.

**Conclusão: com estas melhorias devemos conseguir trabalhar na tensão de 8MV de forma rotineira novamente.**

### **III. Plano de atividades futuras.**

Estamos solicitando a prorrogação do projeto em questão por mais um ano. Neste momento o LAFN esta preparando uma nova reunião da Comissão de Avaliação de Projetos (PAC), que será realizada no dia 6/4/2011. Os membros do PAC são os professores: Dirceu Pereira, Luiz Carlos Chamon, Manfredo Tabacniks, Paulo R. S. Gomes e Roberto V. Ribas. Foram entregues 32 projetos, solicitando 311 dias de uso de acelerador. O grande numero de projetos e dias solicitados nos enche de animo e confiança no futuro do LAFN. Esperamos que com o Acelerador funcionando bem, as próximas atividades serão muito mais de medidas e resultados científicos do que de reformas de acelerador.

### **III. Resultados científicos alcançados no período 2009 a 2010.**

#### **MESTRADOS REALIZADOS:**

##### **22/09/2009 – Renato Aparecido Negrão de Oliveira**

"Estudo do espalhamento elástico e do breakup do  $^9\text{Be}$  na reação  $^9\text{Be}+^{12}\text{C}$  próximo da barreira Coulombiana"

Orientador(a): Prof. Alexandre Alarcon do Passo Suaide (FNC)

##### **Março 2009 – Orli Camargo Jr.**

"Fator-S astrofísico da reação de captura de próton  $^8\text{Li}(p,\gamma)^9\text{Be}$  através do estudo da reação de transferência inelástica  $^9\text{Be}(^8\text{Li},^9\text{Be})^8\text{Li}$ "

Orientador: Prof. Valdir Guimarães

#### **DOCTORADOS REALIZADOS:**

##### **05/05/2009 – Juan Felix Pari Huiza**

"Estudo do acoplamento dos canais diretos de reação nos sistemas  $^{16,17,18}\text{O} + ^{64}\text{Zn}$ "

Orientador(a): Prof. Edilson Crema (FNC)

##### **03/08/2009 – Adriana Barioni**

"Estudo da interação de núcleos de massa  $A=8$  com alvo de carbono e da reação de captura  $^8\text{Li}(p,\gamma)^9\text{Be}$  de interesse astrofísico"

Orientador(a): Prof. Valdir Guimarães (FNC)

##### **27/08/2009 – Roberto Linares**

"Estudo sistemático do freamento de íons pesados em sólidos no regime de baixas velocidades"

Orientador(a): Prof. Roberto Vicençotto Ribas (FNC)

## 18/09/2009 – Djalma Rosa Mendes Junior

"Estudo da reação  $8\text{Li}(p,\alpha)5\text{He}$  com feixe radioativo de  $8\text{Li}$ "

Orientador(a): Profa. Alinka Lépine (FNC)

### ARTIGOS PUBLICADOS

1. Canto, L. F., Gomes, P. R. S., Lubian, J., Chamon, L. C., Crema, E.  
Dynamic effects of breakup on fusion reactions of weakly bound nuclei  
NUCLEAR PHYSICS A 821, 51-71 (2009).
2. Canto, L. F., Gomes, P. R. S., Lubian, J., Chamon, L. C., Crema, E.  
Disentangling static and dynamic effects of low breakup threshold in fusion reactions  
JOURNAL OF PHYSICS G36, 015109 (2009)
3. Chamon L.C., Nobre G.P.A., Carlson B.V.  
Effect on the heavy-ion fusion and elastic scattering cross-sections of common approximations assumed in coupled-channels calculations.  
JOURNAL OF PHYSICS G36, 025102 (2009)
4. Canto LF (Canto, L. F.)<sup>1</sup>, Gomes PRS (Gomes, P. R. S.)<sup>2</sup>, Lubian J (Lubian, J.)<sup>2</sup>, Lotti P (Lotti, P.)<sup>3</sup>, Chamon LC (Chamon, L. C.)<sup>4</sup>, Crema E (Crema, E.)<sup>4</sup>  
Barrier distributions for weakly bound systems  
PHYSICAL REVIEW C80, 034615 (2009)
5. Maidana, N. L. ; Brualla, L. ; OLIVEIRA, J. R. B. ; RIZZUTTO, M. A. ; ADDED, N. ; Fernández-Varea, J. M. ; VANIN, V. R. . Observation of double electron-positron pair production by  $\gamma$ -rays reexamined.  
PHYSICAL REVIEW. C, Nuclear Physics, v. 79, p. 048501, 2009.
6. Pereira D, Silva CP, Lubian J, Rossi ES, Chamon LC, Nobre GPA, Correa T  
Understanding fusion suppression and enhancement in the O-18+Ni-58,Ni-60,Ni-64 systems  
NUCLEAR PHYSICS A 826, 211-222 (2009)
7. W. Sciani, Y. Otani, A. Lépine-Szily, E. A. Benjamim, L.C. Chamon, R. Lichtenthaler F., J. Cseh, J. Darai ,  
Possible hyperdeformed band in  $^{36}\text{Ar}$  observed in  $^{12}\text{C}+^{24}\text{Mg}$  elastic scattering.  
PHYSICAL REVIEW C 80 (2009) 034319.
8. Cseh J, Darai J, Sciani W, Otani Y, Lépine-Szily A, Benjamim EA, Chamon LC, R Lichtenthaler Filho  
Elongated shape isomers in the  $^{36}\text{Ar}$  nucleus. PHYSICAL REVIEW C 80:(3) p. Art. No. 034320. (2009)
9. Pereira, Dirceu; Lubian, J; Oliveira, J. R. B.; Sousa, D P; Chamon, Luiz Carlos.  
An imaginary potential with universal normalization for dissipative processes  
in heavy-ion reactions. PHYSICS LETTERS B., v. 670, n. 4-5, p. 330-335, 2009.
10. Shorto, Julian Marco Barbosa; Gomes, P R S; Lubian, J; Canto, L F; Mukherjee, S; Chamon, Luiz Carlos.  
Reaction functions for weakly bound systems.  
PHYSICS LETTERS B., v. 678, n. 1, p. 77- 81, 2009.
11. A. Barioni, V. Guimaraes, A. Lepine-Szily, R. Lichtenthaler, D. R. Mendes Jr., E. Crema, K. C. C. Pires, M. C. Morais, V. Morcelle, P. N. de Faria, and R. P. Condori, A. M. Moro, D. S. Monteiro, J. M. B. Shorto, and J. Lubian, M. Assuncao. Elastic scattering and total reaction cross sections for the  $^8\text{Li} + ^{12}\text{C}$  system.  
PHYSICAL REVIEW. C, Nuclear Physics, v. 80, p. 034617, 2009.

12.F.A. Souza<sup>a</sup>, C. Beck<sup>b</sup>, N. Carlin<sup>a</sup>, N. Keeley<sup>c, 1</sup>, R. Liguori Neto<sup>a</sup>, M.M. de Moura<sup>a</sup>, M.G. Munhoz<sup>a</sup>, M.G. Del Santo<sup>a</sup>, A.A.P. Suaide<sup>a</sup>, E.M. Szanto<sup>a</sup> and A. Szanto de Toledo<sup>a</sup>  
Reaction mechanisms in the  ${}^6\text{Li} + {}^{59}\text{Co}$  system  
NUCLEAR PHYSICS A Volume 821, 2009, p 36-50

13.Otomar, D. R., Lubian, J., Gomes, P. R. S., Monteiro, D. S., Capurro, O. A., Arazi, A., Fernandez Niello, J. O., Figueira, J. M., Marti, G. V., Martinez Heimann, D., Negri, A. E., Pacheco, A. J., Guimaraes, V., Chamon, L. C.  
Breakup coupling effects on near-barrier quasi-elastic scattering of Li-6, Li-7 on Sm-144  
PHYSICAL REVIEW C, V 80, 034614, 2009

14.Gomes, P. R. S., Canto, L. F., Lubian, L., Lotti, P., Chamon, L. C., Crema, E., Shorto, J. M. B  
Breakup Coupling Effects on Fusion of Weakly Bound Nuclei NUCLEAR  
PHYSICS A Volume: 834, Pages: 151C-154C, MAR 1 2010

15. Lubian, J., Canto, L. F., Gomes, P. R. S., Shorto, J. M. B., Chamon, L. C., Crema, E.  
Breakup effects in fusion and total reaction cross sections of weakly bound systems  
REVISTA MEXICANA DE FISICA V55 Pages: 71-75 DEC 2009

16. Sousa, D. P., Pereira, D., Lubian, J., Chamon, L. C., Oliveira, J. R. B., Rossi, E. S., Jr., Silva, C. P., de Faria, P. N., Guimaraes, V., Lichtenthaler, R., Alvarez, M. A. G.  
“Probing the Li-6, Li-7 nucleon densities through a new break-up process approach”  
NUCLEAR PHYSICS A V 836, p1-10 MAY 1 2010

## **TRABALHOS APRESENTADOS EM CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS, SOBRE DADOS OBTIDOS NO LAFN.**

17. Lépine-Szily, A., Lichtenthaler, R., Guimaraes, V., Mendes Junior, D. R., de Faria, P. N., Barioni, A., Benjamin, E. A., Pires, K. C. C., Morcelle, V., Condori, R. Pampa, Morais, M. C., Descouvemont, P., Moro, A. M., Rodriguez Gallardo, M., Assuncao, M. M., Alcantara Nunez, J. A., Shorto, J. M. B., Zamora, J. C., Leistenschneider, E, Lima, C.  
Scientific program of the Radioactive Ion Beams Facility in Brasil (RIBRAS)  
NUCLEAR PHYSICS A V 834 P491C-494C MAR 1 2010

18. Souza, F. A., Carlin, N., Beck, C., Keeley, N., Diaz-Torres, A., Liguori Neto, R., Siqueira-Mello, C., de Moura, M. M., Munhoz, M. G., Oliveira, R. A. N., Del Santo, M. G., Suaide, A. A. P., Szanto, E. M., de Toledo, A. Szanto)<sup>1</sup>  
Li-6 direct breakup lifetimes  
NUCLEAR PHYSICS A V834 Issue: 1-4 P420C-423C, MAR 1 2010

19. Beck, C., Rowley, N., Papka, P., Courtin, S., Rousseau, M., Souza, F. A. Carlin, N., Liguori Neto, R., de Moura, M. M., Del Santo, M. G., Suaide, A. A. P., Munhoz, M. G., Szanto, E. M., de Toledo, A. Szanto, Keeley, N., Diaz-Torres, A., Hagino, K.  
Reaction mechanisms for weakly-bound, stable nuclei and unstable, halo nuclei on medium-mass targets  
NUCLEAR PHYSICS A V834 P 440C-445C MAR 1 2010

20. Lamia, L., Puglia, S. M. R., Spitaleri, C., Romano, S., Del Santo, M. G. Carlin, N., Munhoz, M. G., Cherubini, S., Kiss, G. G., Kroha, V., Kubono, S., La Cognata, M., Li, Cheng-Bo, Pizzone, R. G., Wen, Qun-Gang, Sergi, M. L., de Toledo, A. S., Wakabayashi, Y., Yamaguchi, H., Zhou, Shu-Hua,  
Indirect study of B-11(p, alpha(0))Be-8 and B-10(p, alpha)Be-7 reactions at astrophysical energies by means of the Trojan Horse Method: recent results  
NUCLEAR PHYSICS A V834 P655C-657C MAR 1 2010

## **IV. Resultados científicos alcançados no período 2010 a 2011.**

**a. Artigos publicados em revistas científicas indexadas sobre dados experimentais medidos no acelerador Pelletron de LAFN-IFUSP.**

- 1..Mohr, P., de Faria, P. N., Lichtenthaler, R.,Pires, K. C. C.,Guimaraes, V.,Lepine-Szily, A., Mendes, D. R., Jr., Arazi, A., Barioni, A., Morcelle, V., Morais, M. C., “ [Comparison of Sn-120\(He-6, He-6\)Sn-120 and Sn-120\(alpha,alpha\)Sn-120 elastic scattering and signatures of the He-6 neutron halo in the optical potential.](#)” **Physical Review C**82 ;044606 ;2010.
- 2..de Faria, P. N., Lichtenthaler, R., Pires, K. C. C., Moro, A. M., Lepine-Szily, A., Guimaraes, V., Mendes, D. R., Jr., Arazi, A., Barioni, A., Morcelle, V., Morais, M. C.”[alpha-particle production in He-6+Sn-120 collisions](#)” **Physical Review C** 82 ;034602 ;2010
- 3.. Mukherjee, S., Deshmukh, N. N., Guimaraes, V., Lubian, J., Gomes, P. R. S., Barioni, A., Appannababu, S., Lopes, C. C., Cardozo, E. N., Pires, K. C. C., Lichtenthaler, R., Lepine-Szily, A., Monteiro, D. S., Shorto, J. M. B., de Faria, P. N., Crema, E., Morcelle, V., Morais, M. C., Condori, R. Pampa “[Total reaction cross-sections for light weakly bound systems](#)” **European Physical Journal A** 45 ;23-28; 2010
- 4..de Faria, P. N., Lichtenthaler, R., Pires, K. C. C., Moro, A. M.,Lepine-Szily, A., Guimaraes, V., Mendes, D. R., Jr., Arazi, A., Rodriguez-Gallardo, M., Barioni, A., Morcelle, V., Morais, M. C., Camargo, O., Jr., J. Alcântara Nunez , Assuncao, M.”[Elastic scattering and total reaction cross section of He-6+Sn-120](#)” **Physical Review C** 81 ;044605; 2010
- 5..Souza FA, Carlin N, Beck C, A.A.P. Suaide, et al., “Projectile breakup dynamics for Li-6+Co-59” **European Physical Journal A** 44 ;181-187: 2010
- 6.. J. F. P. Huiza, E. Crema, A. Barioni, D. S. Monteiro, J. M. B. Shorto, R. F. Simões, and P. R. S. Gomes; Quasi-elastic barrier distribution of the O17 + Zn-64 system and the derivation of the O-17 nuclear matter diffuseness; **Physical Review C**, 82, 054603, (2010)
7. .Gómez Camacho, A.; Gomes,P.R.S.; Lubian,J.; and Canto,L.F.; Simultaneous analysis of near-barrier elastic scattering and fusion of Be-9 with Al-27. **Physical Review C**82, 014616 (2010)
- 8..R.A.N. Oliveira, N. Carlin, R.Liguori Neto, M.M. deMoura. M.G. Munhoz, M.G delSanto, F.A. Souza, E.M. Szanto, A. Szanto de Toledo and A.A.P. Suaide, “Study of 9Be + 12C elastic scattering at energies near the Coulomb barrier”, **Nuclear Physics A, in press.**
9. .M.C. Morais, R. Lichtenthäler et al “alpha-spectroscopic factor of the of 16Ogs from the 12C(16O,12C)16O Reaction **Nucl. Phys. A in press**
10. K.C.C.Pires, R. Lichtenthaler, et al « Experimental study of the 6He+9Be elastic scattering at low energies « **Physi. Rev. C** 83, 064603 (2011)

**TRABALHOS APRESENTADOS EM CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS, SOBRE DADOS OBTIDOS NO LAFN.**

1. Cseh, J., Darai, J., Antonenko, N. V., Adamian, G. G., Algora, A., Hess, P. O., Lepine-Szily, A. "[On the hyperdeformed state of the Ar-36 nucleus](#)" JAN 05-08, 2010 Morelos, MEXICO **XXXIII SYMPOSIUM ON NUCLEAR PHYSICS**, 239, 012006, 2010
2. Lichtenthaler, R., Lepine-Szily, A., Guimaraes, V., de Faria, P. N., Mendes, D. R., Jr., Pires, K. C. C., Morcelle, V., Barioni, A., Morais, M. C., Pampa Condori, R., Assuncao, M., Moro, A. M., Rodriguez-Gallardo, M., Arazi, A. "[Exotic Nuclei in South America](#)" **VIII LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON NUCLEAR PHYSICS AND APPLICATIONS** DEC 15-19, 2009 Univ. Chile Santiago CHILE ;1265 ;27-30 ;2010
3. Darai, J., Cseh, J., Lepine-Szily, A., Algora, A., Hess, P. O., Antonenko, N. V., Jolos, R. V., Scheid, W.; "[Exotic shapes and clusterization of atomic nuclei](#)" **18th International School on Nuclear Physics, Neutron Physics and Applications**, SEP 21-27, 2009 Varna BULGARIA, Volume: 205 ;012022 ; 2010
4. J.R.B. Oliveira, V. Zagatto, D. Pereira, J. Lubian, P.R.P. Allegro, L.C. Chamon, E.W. Cybulska, R. Linares, N.H. Medina, R.V. Ribas, E.S. Rossi Jr, W.A. Seale, C.P. Silva, D.L. Toufen, M.A.G. Silveira, G.S. Zahn, F. A. Genezini, L. Gasques, J.M.B. Shorto, **Journal of Physics; Conference Series Vol. 205 (2010) 012046** "Nuclear reaction studies with particle-gammacoincidences using the Saci-Perere spectrometer" **XVIII International School on Nuclear Physics, Neutron Physics and Applications, September 21 - 27, 2009, Varna, Bulgaria**
5. J.R.B. Oliveira, V. Zagatto, D. Pereira, J. Lubian, P.R.P. Allegro, L.C. Chamon, E.W. Cybulska, R. Linares, N.H. Medina, R.V. Ribas, E.S. Rossi Jr, W.A. Seale, C.P. Silva, D.L. Toufen, M.A.G. Silveira, G.S. Zahn, F.A. Genezini, L. Gasques and J.M.B. Shorto. **European Physical Journal Web of Conferences 2, 02002 (2010) CNR\*09 - Second International Workshop on Compound Nuclear Reactions and Related Topics, Bordeaux, France, 5 to 8 October 2009**
6. R.V. Ribas "Digital Pulse Processing: A New Paradigm For Nuclear Instrumentation" - - [Am. Inst. Phys. Conf. Proc. 1245, p.39 \(2010\)](#)
7. Gomes, P. R. S., Canto, L. F., Lubian, L., Lotti, P., Chamon, L. C., Crema, E., Shorto, J. M. B Breakup Coupling Effects on Fusion of Weakly Bound Nuclei **NUCLEAR PHYSICS A834 ,151C-154C ,2010 10th International Conference on Nucleus-Nucleus Collisions Beijing, China.**
8. Rodrigues M.R.D., Borello-Lewin T., Horodyski-Matsushigue L.B., Cunsolo A., Cappuzzello F., Duarte J.L.M. Rodrigues C.L., Ukita G. M., Souza M.A., Miyake H. In **12th International Conference on Nuclear Reaction Mechanisms, 2009 Varenna-Italy, CERN Proceedings of 12th International Conference on Nuclear Reaction Mechanisms GENEVA: Cerutti Francesco and Ferrari Alfredo (editors) CERN 2010 V1 p187-171.**

**b. Trabalhos apresentados em conferências nacionais**

Os proceedings de nossa Reunião Anual de Física Nuclear (RTFNB) ainda não foram publicados, o RTFNB se realizou em setembro de 2010.

**c. Teses defendidas**

A crise que se seguiu ao acidente de 2005 chegou nas teses em 2010. Devido ao funcionamento precário do Acelerador Pelletron nos anos recentes, muitos pesquisadores relutaram em orientar novos alunos e no ano de 2010 tivemos somente uma defesa de tese:

**MARIA CARMEM DE MORAIS**

“Efeito de estados de estrutura alfa no espalhamento  $^{16}\text{O}+^{12}\text{C}$  e na reação de captura  $^{12}\text{C}(\alpha,\gamma)^{16}\text{O}$  de interesse astrofísico.”

Orientador: Prof. Rubens Lichtenthäler 31/08/2010

Com a montagem dos resistores e bom funcionamento do Acelerador estamos muito confiantes na superação da crise e o grande número de projetos apresentados ao PAC-2011 também atestam isto.

Profa Dra Alinka Lépine-Szily  
Diretora do Laboratório Aberto de Física Nuclear