

ALBL. DETR

FD

Nº 037/81

SUPERINTENDENCIA GERAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR

PROGRAMA: UTILIZAÇÃO DE TÓRIO EM PWR

RELATORIOS TRIMESTRAIS

III E IV/79 E

I E II/80

TRADUÇÕES DOS TEXTOS EM ALEMÃO

(TASKS 4., 5., 6. E 10.)

Quarter: III/1979	Task Nr.: 4. 0 339 Title: FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS Prensáveis ( TRADUÇÃO DOS TRECHOS EM ALEMÃO ) 1/2	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
<p>Desenvolvimento de Microesferas e Sinterização</p> <p>- Preparação de Microesferas para Ensaio Seletivos de Prensagem</p> <p>Microesferas de combustível podem ser produzidas com composições e tamanhos diversos pelo processo de precipitação gel. A composição das microesferas foi inicialmente estabelecida em 95% de tório e 5% de urânio. Uma solução de precipitação dessa composição foi transformada em microesferas secas dimensionadas para um diâmetro final de 300µ depois da sinterização. Foi utilizado, à diferença do método padrão normalmente empregado, isopropanol ao invés de água. Este método, que conduz a uma modificação da estrutura cristalina das microesferas, constitui o primeiro passo para a análise da influência de diversos tratamentos, de lavagem sobre o comportamento das microesferas durante a prensagem. Antes de serem fornecidas à KWU as microesferas produzidas dessa maneira foram submetidas a tratamentos térmicos distintos. Uma parte foi apenas secada, outra, calcinada a 300° C ao ar e uma terceira, a 800° C ao ar.</p> <p>No processamento subsequente foi possível verificar, na KWU, uma influência nítida desses pré-tratamentos distintos.</p>		<p>4.1</p> <p>NUKEM</p> <p>MS 4.1-1</p>
<p>Desenvolvimento de Componentes</p> <p>- Sistema de Bocais Múltiplos</p> <p>A NUKEM otimizou o processo de precipitação gel para a produção de microesferas extremamente redondas e uniformes.</p>		<p>4.2</p> <p>NUKEM</p>

Quarter: III/1979	Task Nr.: 4. <span style="float: right;">0 340</span> Title: FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS PRENSÁVEIS ( TRADUÇÃO DOS TRECHOS EM ALEMÃO ) <span style="float: right;">2/2</span>	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
<p>           Para as microesferas destinadas à fabricação de pastilhas, estes critérios não tem tanta importância; é mesmo concebível uma influência exercida pela forma das microesferas sobre a prensa que leve a preferir microesferas não-redondas. Nessas condições há possibilidade de aumentar a capacidade do sistema mediante a utilização de sistemas especiais de bocais múltiplos. Uma condição prévia para dirigir a solução para vários bocais ao mesmo tempo é um vibrador de potência especialmente elevada com gerador de frequência adequada.         </p> <p>           Depois de terem sido estabelecidos os dados de potência, foram escolhidos e encomendados um vibrador e gerador de frequência correspondente. Agora deve ser planejado e construído um cabeçote de bocais múltiplos. Neste sistema, todos os bocais devem ser alcançados através de uma linha única.         </p> <p>           - Indicação Indutiva do Fluxo         </p> <p>           Com vistas à automatização do sistema foram testados diversos tipos de fluxímetros, sendo escolhido, finalmente um aparelho de funcionamento indutivo, que deve ser utilizado em substituição ao método de medição por rotâmetro empregado normalmente até hoje. Esta tecnologia de medição deve ser integrada, posteriormente em um sistema de regulação automática do fluxo no qual um "feedback" entre a indicação e o controle venha a substituir o controle manual.         </p>		

Quarter:  IV/1979	Task Nr.: 4.  Title: FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS PRENSÁVEIS  ( TRADUÇÃO )	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>- Fabricação de Microesferas de Combustível Apropriados para Moldagem ( Prensagem )</p> <p>No intuito de aumentar o fluxo de produção pela precipitação de uma solução alimentadora, foi construído e testado um vibrador algo mais potente. O dispositivo ajustador do sistema de controle de fluxo foi inspecionado e aperfeiçoado. Os equipamentos necessários para este dispositivo indutivo foram encomendados.</p> <p>DESENVOLVIMENTO DE COMPONENTES</p> <p>- Sistema de Bocais Múltiplos</p> <p>Com o objetivo de aumentar o fluxo na instalação de fundição de microesferas foi planejado e construído um cabeçote de bocais especiais.</p> <p>A diferença do método padrão, que a NUKEM otimizou para a fabricação de microesferas para elementos combustíveis THTR, a solução de precipitação não será mais dirigida para cada bocal individual e controlada por manômetros separados, mas todos os bocais serão abastecidos por uma linha adutora. Foi projetado e construído um canal de entrada, no qual podem ser engastadas várias chapas de bocal, cujo número de orifícios e o diâmetro dos mesmos podem ser alterados. Foi fabricada, inicialmente, uma chapa com 10 canais de precipitação com diâmetro de saída de 450µ.</p> <p>O cabeçote de bocais será fixado com armação adequada a um vibrador. A produção das vibrações para a integração do jato de fundição será assegurada por um mecanismo de tipo novo especialmente desenvolvido para este sistema de bocais. O sistema será impulsionado por um vibrador de potência particularmente elevada com gerador de frequência de 300 W, o que proporciona também a capacidade necessária para maiores volumes de fluxo.</p>		4.2 NUKEM

0 341

1/2

Quarter:  IV/1979	Task Nr.: 4.  Title: FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS PRENSÁVEIS  <div style="text-align: right;"> <b>0 342</b>          2/2       </div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
-------------------------	---	---

Este sistema deverá ser integrado na instalação existente e testado no primeiro semestre de 1980.

- Indicação Indutiva do Fluxo

Conforme mencionado no relatório trimestral III/79 vários sistemas de medição de fluxo na instalação de precipitação de microesferas foram testados, tendo sido consirado, finalmente, como apropriado um sistema funcionando de modo indutivo. De acordo com o valor da quantidade de fluxo, este sistema emite um sinal elétrico proporcional que pode ser avaliado via um instrumento indicador, mas que deverá, em uma instalação futura, assegurar também o controle direto do fluxo, de modo a tornar supérflua as correções manuais. Depois de ser testado exaustivamente em ensaios preliminares foi encomendado um aparelho deste tipo.

Quarter: I/80	Task Nr.: 4. <span style="float: right;">0 343</span> Title: FABRICAÇÃO DE PARTÍCULAS PARA PRENSAGEM DE PASTILHAS ( TRADUÇÃO dos trechos em alemão, ver Figuras nos originais ) 1/3	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
<p style="text-align: center;">Influência Exercida pelos Parâmetros de Processo</p> <p style="text-align: center;">- Composição da Solução de Alimentação</p> <p>O método de precipitação de gel, em sua versão padronizada, foi desenvolvido e otimizado para a fabricação de partículas de combustível destinadas ao reator a alta temperatura. As rigorosas exigências feitas ao produto, tais como esfericidade perfeita e um diâmetro especificado dentro de limites muito estreitos, não se aplicam a partículas destinadas à prensagem em forma de partículas. Isto redundou em graus de liberdade ao se compor a solução de alimentação, que exercem uma influência decisiva sobre a prensabilidade.</p> <p>Nas experiências iniciais já tinham sido fabricadas partículas segundo um método de precipitação de gel modificado (Relatório Trimestral III/79). A diferença do método padrão, foi utilizada água para lavagem das partículas, ao invés de isopropanol. No entanto, os próprios parâmetros da solução de alimentação corresponderam, com exceção da razão Th/U levemente diferente (95:5), àqueles de uma solução tipo padrão para partículas de HTR.</p> <p>Um fator determinante para as propriedades das partículas é, de acordo com experiência adquirida, o teor de álcool polivinílico (PVA) na solução de alimentação. Por essa razão, o teor do PVA foi variado para baixos valores a partir da concentração normal (30 g/l) em uma série de ensaios. Como nos primeiros ensaios, o diâmetro de partícula foi projetado para um valor final de 200 <math>\mu</math>. As partículas foram lavadas em água e calcinadas a 300°C diretamente ao ar em cada caso. Em cada ensaio foram produzidas kg de partículas com 30, 20 e 10 g PVA/litro. A densidade dessas partículas foi determinada em 4,03, 4,89 e 4,23 <math>\text{cm}^3</math> respectivamente.</p>		NUKEM 4.1

Quarter: I/80	Task Nr.: 4. Title: FABRICAÇÃO DE PARTÍCULAS PARA PRENSAGEM DE PASTILHAS 2/3	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
<p style="text-align: center;">- Envelhecimento das Partículas</p> <p>Outro fator importante para a qualidade das partículas é o tratamento que precede a lavagem. Enquanto as variantes acima mencionadas foram lavadas imediatamente após sua precipitação, uma outra série de ensaios teve por objeto analisar a influência de um envelhecimento artificial sobre as partículas. De acordo com as experiências obtidas, uma circulação das partículas gel em água moderadamente aquecida influi no tamanho dos cristalitos das microesferas e, com isso, em sua estrutura e densidade.</p> <p>A fim de determinar esse parâmetro na composição dada, a série com as diferentes concentrações de PVA foi repetida em condições de resto idênticas. Antes da lavagem, porém, foi intercalada uma etapa de envelhecimento de 2 horas de duração em água a 60°C. Resultaram partículas com valores de densidade de 3,91, 3,98 e 3,94 g/cm<sup>3</sup>, na ordem decrescente das concentrações de PVA. De modo geral, pode-se observar aqui uma tendência para uma densidade levemente menor em comparação com as partículas não-envelhecidas.</p> <p>Para todas as seis variantes, a calcinação direta apresentou problemas, pelo fato de as partículas tenderem a se aglutinar devido ao método utilizado (derrame a úmido sobre bandejas da estufa de secagem). Este efeito pode ser evitado em uma experiência com circulação permanente durante a secagem.</p> <p style="text-align: center;">Desenvolvimento dos Componentes</p> <p style="text-align: center;">- Sistema de Bocais Múltiplos</p> <p>A fim de aumentar a produção e simplificar a tecnologia de controle, foi planejado e construído um novo sistema vibrador com cabeçote a dez bocais.</p>		<p>NUKEM 4.2</p>

Quarter:  I/80	Task Nr.: 4.  Title: FABRICAÇÃO DE PARTÍCULAS PARA PRENSAGEM DE PASTILHAS  <div style="text-align: right;">           0 030  <del>0 345</del>            3/3         </div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>Os primeiros ensaios com o cabeçote a dez bocais indicaram sua exequibilidade em princípio. Assim, foi possível transformar em gotas uma solução aquosa de PVA com viscosidade de 16 cP (20°C) a uma frequência de 900 Hz e fluxo de 195 ml x min.<sup>-1</sup>. Verificou-se também, no entanto, que o dimensionamento da linha adutora e, sobretudo, a configuração dos canais do bocal ainda devem ser melhorados, porque há sempre uma operação perfeita com a geometria dada. Por essa razão foram projetados e encomendados novos bocais.</p> <p style="text-align: center;">- Medição Indutiva de Vazão</p> <p style="text-align: center;">O instrumento indicador escolhido foi entregue e está sendo montado em um dos equipamentos de produção de microesferas existentes.</p> <p style="text-align: center;">- Cascata de Lavagem</p> <p>A fim de reduzir o volume da água de lavagem e realizar a etapa de lavagem sem interrupção, foi projetado e construído o primeiro estágio de uma cascata de lavagem. Nesse equipamento, as partículas caem no líquido de lavagem através de uma abertura afunilada, no interior da qual está instalado um bocal que produz uma contra-corrente. Mediante a variação do diâmetro do funil e da velocidade do fluxo de verá ser ajustada inicialmente, com esferas tipo modelo, o tempo de permanência na área de lavagem.</p>		

Quarter: II/80	Task Nr.: 4. Title: FABRICAÇÃO DE PARTÍCULAS PARA Prensagem DE PASTILHAS ( TRADUÇÃO dos trechos em alemão ) 1/2 0 346	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
<p style="text-align: center;">Influência dos Parâmetros</p> <p style="text-align: center;">- Tamanho das Partículas</p> <p>Ao escolher o diâmetro das partículas prensáveis, deve-se ter em mira, de um lado, um fluxo suficientemente grande e, de outro lado, características de prensagem ótimas. As variantes de partículas produzidas até esta data foram projetadas sem exceção, para um diâmetro final de 200<math>\mu</math>; foram variados inicialmente, apenas a composição e o tratamento de lavagem das partículas.</p> <p>Foi fabricado um lote de partículas de diâmetro reduzido para analisar a influência do tamanho das mesmas sobre a prensabilidade. O produto foi dimensionado para um diâmetro final de 100<math>\mu</math>. A solução de alimentação com 10 g PVA/l foi transformada em gotas à frequência de 3800Hz. Após uma etapa de envelhecimento (2 horas a 60°C) e lavagem em água, as partículas foram calcinadas a 300°C ao ar. A densidade situou-se em torno de 4,48 g/cm<sup>3</sup>.</p>		<p>NUKEM 4.1</p>
<p style="text-align: center;">Desenvolvimento dos Componentes</p> <p style="text-align: center;">- Sistema de Bocais Múltiplos</p> <p>Depois de ter sido verificado que uma chapa lisa com bocais era demasiadamente propensa em serviço contínuo a irregularidades ao ser molhada pelo jato da solução de alimentação, chapas de bocais com tubos capilares fixados permitiram melhorar o desempenho. Por enquanto as experiências prosseguem com uma solução aquosa de PVA.</p> <p style="text-align: center;">- Medição Indutiva de Vazão</p> <p>O aparelho medidor e indicador foi montado em equipamento a bocal único.</p>		<p>NUKEN 4.2</p>

Quarter: II/80	Task Nr.: 4. <span style="float: right;">0 347</span> Title: FABRICAÇÃO DE PARTÍCULAS PARA PRENSAGEM DE PASTILHAS <span style="float: right;">2/2</span>	Th-Utilization in PWRs <hr/> Partner ST/Milestone Program
-------------------	--	---

O modo de operar foi testado com uma solução aquosa de PVA. A adequação em princípio do aparelho pode ser comprovada. A ocorrência irregular de oscilações da indicação parece ser causada por campos de interferência de outros componentes do sistema. Além das análises referentes a esse item, deve ser determinada a exatidão alcançável da medição.

- Cascata de Lavagem

A instalação de estágio único foi testada com partículas recém-precipitadas. Estas foram introduzidas no topo da coluna de lavagem através de um funil. Mediante a regulagem da contra corrente do líquido de lavagem foi possível ajustar tempos de permanência diversos para as partículas na área de lavagem. A determinação do tempo de permanência mínimo necessário na zona de turbulência exige ensaios e cálculos para o ajustamento do equilíbrio do nitrato de amônio entre as partículas e a solução de lavagem.

Quarter:  III/1979	Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE (TRADUÇÃO DOS TRECHOS EM ALEMÃO ) 1/10	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>1 - TRABALHOS REALIZADOS</p> <p>1.1 - Caracterização das Microesferas Extraídas do Gel</p> <p>Microesferas de (Th-5%U) O<sub>2</sub> foram analisadas nos seguintes estados iniciais :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- secadas;</li> <li>- calcinadas a 300<sup>o</sup> C;</li> <li>- calcinadas a 800<sup>o</sup> C.</li> </ul> <p>1.1.1 - Morfologia das Microesferas</p> <p>As microesferas foram vaporizadas e caracterizadas no MEV.</p> <p>1.1.2 - Tamanho das Microesferas</p> <p>Foram analisadas, em fotografias MEV de microesferas despejadas, as distribuições granulométricas mediante análise fotográfica semi-automática.</p> <p>1.1.3 - Superfície Específica</p> <p>Foi medida a superfície específica por medição volumétrica da adsorção de N<sub>2</sub> à temperatura do N<sub>2</sub> líquido e feita a avaliação, segundo BET, em seguida</p> <p>1.2 - Caracterização das Pastilhas Verdes</p> <p>A morfologia das zonas de fratura das pastilhas verdes assim como a superfície dessas últimas foram analisadas (pelos métodos indicados nos itens 1.1.1 e 1.1.3).</p> <p>1.3 - Comportamento na Sinterização</p> <p>A fim de caracterizar o comportamento do (Th,U)O<sub>2</sub></p>	<p style="text-align: right;">0 348</p>	<p>5.2, 5.5 e 5.7</p> <p>KWU/B 222 Dr. Dörr</p>

Quarter:  III/1979	Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE  <div style="text-align: right;"> <b>0 349</b>          2/10       </div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
--------------------------	--	---

durante a sinterização, pastilhas verdes combustíveis foram aquecidas linearmente no dilatômetro, a  $10^{\circ}/\text{min}$  até  $\geq 1750^{\circ} \text{C}$  e mantidas à temperatura de sinterização durante 2 horas. Como atmosfera de sinterização foram usados hidrogênio puro bem como uma mistura  $\text{CO}_2/\text{CO}$ .

A contração das pastilhas verdes foi registrada ininterruptamente durante o aquecimento e a sinterização.

1.4 - Caracterização das Pastilhas

1.4.1 - Morfologia das Zonas de Fraturas ( mediante MEV ; ver 1.1.1)

1.4.2 - A densidade e porosidade aberta das pastilhas sinterizadas foram medidas pelo método de imersão-penetração, sendo empregado m-xilol como agente de imersão. O método de medição é descrito pormenorizadamente no Summarizing Report referente à arefa 1, Status of Knowledge, Subtasks 1.2 e 1.6.

2 - RESULTADOS OBTIDOS

2.1 - Caracterização das Microesferas Extraídas do Gel

2.1.1 - Morfologia das Microesferas

As fotografias MEV de todos os tipos de microesferas mostram tamanhos e formas muito uniformes das microesferas (fig. 1-8).

Na superfície das microesferas pode ser detectado, na estrutura fina, um elevado número de saídas de poros, mais nítidamente nas microesferas secadas (ver fig2). As microesferas calcinadas mostram sinais de danos mecânicos. Pela evidência, já ocorre na calcinação uma interligação mútua por sinterização inicial com

Quarter:  III/1979	Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE  <div style="text-align: right;"> <b>0 350</b>          3/10       </div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
--------------------------	---	---

todas as microesferas vizinhas, com formação de "peçoço de sinterização" característica (fig. 3,4 e 5). Estas ligações são rompidas no tratamento subsequente, com a ocorrência parcial de fissuras na microesfera (claramente visível na fig.4) e, em parte, a fratura total das microesferas (fig.7). Pode-se observar, isoladamente, a formação de microesferas gêmeas (fig.4 e 8), que permanecem, na maior parte, intatas. Uma diferença característica entre os tipos de microesferas é a sua coloração. As microesferas secadas são de cor vermelha clara até laranja, as calcinadas a 300<sup>o</sup> C, de cor vermelha escura e as calcinadas a 800<sup>o</sup> C, de cor marrom. Somente para 5% de UO<sub>2</sub> no ThO<sub>2</sub> quimicamente muito estável pode-se conceber dificilmente uma hiperestequiometria de O<sub>2</sub> eventual (por analogia ao UO<sub>2</sub>) como a causa das colorações diferentes. É mais provável que pequenas diferenças no teor de carbono, ocorrendo em conformidade com a análise da NUKEM venham a ser a causa.

#### 2.1.2 - Tamanho das Microesferas

As distribuições granulométricas das microesferas de terminadas por sortimento direto são representadas graficamente nas fig. 9 e 10. Os diâmetros têm uma distribuição logarítmica normal e não mostram nenhum sinal da presença de uma distribuição mista. Eles indicam um intervalo muito estreito entre os diâmetros para todos os tipos de microesferas. Os valores respectivos são :

- microesferas secadas:  $d_{50} = 420 \mu \quad \sigma = 23 \mu$
- microesferas calcinadas a 300<sup>o</sup>C :  $d_{50} = 340 \mu \quad \sigma = 32 \mu$
- microesferas calcinadas a 800<sup>o</sup>C :  $d_{50} = 320 \mu \quad \sigma = 25 \mu$

Quarter:  IIII/1979	Task Nr.: 5. <span style="float: right;">0 351</span>  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE <span style="float: right;">4/10</span>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>É nítida a redução do tamanho na calcinação de micro esferas secadas, porém muito pequena ao elevar a temperatura de calcinação de 300<sup>o</sup> para 800<sup>o</sup> C. A redução de 420μ para 340μ pode ser constituída, em parte, por um encolhimento em virtude da cessão dos hidróxidos de tório ainda existentes no estado calcinado e das substâncias orgânicas adicionadas. Por outro lado, uma parte de encolhimento de sinterização durante a calcinação tampouco deve ser excluída e poderia mesmo ser a única causa para a redução de tamanho subsequente na calcinação à temperatura de 800<sup>o</sup> C. Isto poderá ser comprovado inequivocamente por medições complementares (BET, TGA).</p> <p>2.3.1 - Superfície Específica</p> <p>Por enquanto, as medições das superfícies não proporcionam nenhum quadro definitivo. Surgem dificuldades devido ao fato de que, antes da medição de adsorção, os corpos de prova no fluxo de N<sub>2</sub> são aquecidos (recozidos) a uma temperatura mais elevada, a fim de remover as impurezas adsorvidas das superfícies. Por essa ocasião, as microesferas secadas, principalmente, se degaseificam durante longo período, assim como, em menor escala, as microesferas calcinadas, modificando-se sua superfície de acordo com o respectivo tratamento de recozimento. Sob esse prisma, a superfície específica não parece ser muito útil como valor característico para as microesferas extraídas de gel. No entanto, deve-se tentar estabelecer, pelo menos para as microesferas calcinadas, um tratamento de recozimento padrão que possibilite medições de superfície reproduzíveis.</p> <p>No intuito de indicar, pelo menos, a ordem de grandeza das superfícies verificadas, são indicados, a seguir alguns dos valores obtidos :</p>		

Quarter:  III/1979	Task Nr.: 5.	0 352	Th-Utilization in PWRs
	Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE		Partner ST/Milestone Program
			5/10

	Microesferas	Pastilhas Verdes %
Microesferas secadas	80-90 m <sup>2</sup> /g	
Microesferas calcina das a 300°C	36 m <sup>2</sup> /g	Não reprodu- zíveis
Microesferas calcina das a 800°C	30 m <sup>2</sup> /g	33-25
Microesferas calcina das a 1500°C	2 m <sup>2</sup> /g	

A indicação de quantidade se refere ao peso do corpo de prova; uma conversão para o peso exclusivamente cerâmico ou, eventualmente, de metal pesado, ainda não pode ser efetuada com suficiente exatidão até o presente. Há índices de que a superfície "livre" é aumentada pela abertura de poros fechados na prensagem.

## 2.2 - Caracterização das Pastilhas Verdes

### 2.2.1 - Morfologia das Zonas de Fratura

Fotografias MEV de zonas de fratura de pastilhas verdes foram reproduzidas nas fig. 11 e 12. A estrutura das microesferas da pastilha verde ainda pode ser bem distinguida; uma parte das fraturas descrevem um caminho "intergranular", isto é elas atravessam as microesferas. Os espaços vazios entre microesferas ainda reconhecíveis, todavia, estão cheios em grande parte, ou seja, uma parcela das microesferas está dividida em pequenos fragmentos e contribuem, desse modo, para a resistência mecânica excelente do corpo de prensagem. Isto significa que esta parte da formação de pastilhas - prensagem sem agentes lubrificantes e aglutinadores - é igualmente possível, sem problemas com microesferas extraídas de gel, mesmo no caso de baixos valores de pressão aplicada e de acordo com baixas densidades das pastilhas verdes, de 3,8 - 4,4 g/cm<sup>3</sup>.

Quarter:  III/1979	Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE  <div style="text-align: right;">0 353 6/10</div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
--------------------------	--	---

### 2.3 - Comportamento na Sinterização

As primeiras curvas da cinética de sinterização foram registradas no dilatômetro (fig.13) A contração das pastilhas verdes (extraídas de  $(Th,U)O_2$  calcinadas a  $300^{\circ}C$ ) começa muito cedo, entre  $100$  e  $200^{\circ}C$  e prossegue, com alta taxa de compactação até cerca de  $1200^{\circ}C$ . Aqui se inicia o terceiro estágio de sinterização, no qual prossegue em primeiro lugar, e conformação de microestrutura. A forma da curva de sinterização permite verificar que, a  $800^{\circ}C$  aproximadamente, uma outra contração longitudinal se sobrepõe à contração de sinterização exclusiva, evidentemente originada pela cessão de componentes não-cerâmicos na pastilha verde (isto é, hidróxido de tório e substâncias auxiliares como PVA).

As pastilhas verdes formadas de microesferas calcinadas a  $800^{\circ}C$  somente começam a se compactar a  $800^{\circ}C$  e alcançam, igualmente, o estágio de sinterização a uma temperatura de  $1200^{\circ}C$ . A calcinação a  $800^{\circ}C$  destrói, portanto, quase totalmente a força motriz da sinterização, intensificada a temperaturas mais baixas.

Uma troca da atmosfera de sinterização de  $H_2$  para  $CO_2/CO$  com potencial de oxigênio de  $10^{-14}$  a  $1000^{\circ}K$  até  $10^{-1}$  a  $2000^{\circ}C$  não exerce nenhuma influência apreciável sobre a cinética da sinterização.

### 2.4 - Densidade e Porosidade Aberta

Os valores das densidades de sinterização obtidos em caráter provisório constam da tabela 1.

Para fins de comparação: a densidade teórica de  $(Th - 5\%U)O_2$  é de  $10,08 g/cm^3$ . A faixa de densidade de 93,5-96% DT, especificada para PWRs, seria correspondentemente, de  $9,43 - 9,7 g/cm^3$  absolutos no combustível de tório.

Quarter:  IIII/1979	Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE  <div style="text-align: right;">0 354 7/10</div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>Muito embora a densidade objetivada para combustível (Th,U)O<sub>2</sub> ainda não tenha sido estabelecida em termos de projeto - é possível que ela seja bem inferior àquela de combustível de UO<sub>2</sub> - um aumento da densidade é desejável por outras razões. De um lado, a opção de providências para ajustar a estrutura, acarretando, entre outras, uma redução da densidade, deveria ser mantida em aberto. Por outro lado, os valores de porosidade aberta são muito elevados. Isto encerra o perigo de uma umidade de pastilhas adsorvidas demasiadamente alta depois da retificação.</p> <p>Inicialmente, deve-se procurar obter o aumento da densidade pela utilização de pastilhas verdes de maior densidade.</p> <p>3 - RESUMO</p> <p>Os seguintes itens devem ser assinalados como resultados dessa parte inicial da análise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a prensagem direta de microesferas extraídas de gel se afigura possível;</li> <li>- a atividade de sinterização das microesferas é muito elevada;</li> <li>- a etapa de calcinação destrói uma parte da atividade de sinterização;</li> <li>- não foi constatada nenhuma perturbação da sinterização por processos de formação de cristais mistos;</li> <li>- não existe nenhuma influência do potencial de oxigênio sobre o comportamento na sinterização;</li> <li>- as densidades de sinterização deveriam ser aumentadas ocasionando, simultaneamente, a diminuição da porosidade aberta.</li> </ul>		

<p>Quarter: III/79</p>	<p>Task Nr.: 5.</p> <p style="text-align: right;">0 356</p> <p>Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE</p> <p style="text-align: right;">9/10</p>	<p>Th-Utilization in PWRs</p> <hr/> <p>Partner ST/Milestone Program</p>
<p style="text-align: center;">( VER FIGURAS NO ORIGINAL )</p> <p>Figuras 1 e 2 : Microesferas de <math>(Th,U)O_2</math> fabricadas pelo processo gel, secas;</p> <p>Figuras 3 a 5 : Idem calcinadas a <math>300^{\circ}C</math>;</p> <p>Figuras 6 a 8 : Idem calcinadas a <math>800^{\circ}C</math>;</p> <p>Figura 9 : Distribuição de tamanhos de microesferas fabricadas pelo processo gel. Abcissas : Diâmetro Ordenadas: Frequência relativa por classe de diâmetros</p> <p>Figura 10 : Distribuição de diâmetros de microesferas de <math>(Th,U)O_2</math>. Abcissas : Diâmetro das microesferas Ordenadas: Distribuição normal acumulada</p> <p>Figuras 11 e 12 : Superfície não polida de pastilhas de <math>(Th,U)O_2</math>, verdes;</p> <p>Figura 13 : Curvas de dilatômetro de pastilhas de <math>(Th,U)O_2</math> Ordenadas: Variação relativa de comprimento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura de calcinação</li> <li>- Densidade inicial</li> <li>- Densidade final</li> <li>- Aquecimento</li> <li>- Manutenção isotérmica.</li> </ul>		

Quarter: III/1979	Task Nr.: 5.	0 357	Th-Utilization in PWRs
	Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE	10/10	

Ensaio Seletivos

Microesferas de combustível, fabricadas de acordo com os processos de precipitação de gel, com 95% em peso de  $\text{ThO}_2$  e 5% em peso de  $\text{UO}_2$  foram analisadas quanto a sua prensabilidade para pastilhas combustível.

As microesferas de uma carga de precipitação foram calcinadas em estado de processamento, a  $300^\circ\text{C}$  ao ar e adicionalmente, a  $1000^\circ\text{C}$  sob 92% de volume de argônio + 8% de volume de  $\text{H}_2$ , reduzidas com uma pressão variada, em tres estágios, entre 2 e 7 kbar, as pastilhas cilíndricas de 8,2mm de diâmetro x 9,5 mm de comprimento e, em seguida, sinterizadas sob uma mistura de argônio e hidrogênio com 92% de volume de argônio e 8% de volume de hidrogênio durante 2 horas, a  $1650^\circ\text{C}$ .

Os resultados dos ensaios de sinterização constam da tabela que segue.

Ainda faltam as metalografias. A estrutura da superfície não mostra nenhuma fissura.

5.3 NUKEM

QUALIDADE DAS MICROESFERAS	PRESSÃO APLICADA (KBAR)	DENSIDADE DA PASTILHA PREN- SADA ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	DENSIDADE DA SINTERIZAÇÃO ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	CONTRAÇÃO ( % )		DIMINUIÇÃO DE PESO ( % )
				diâmetro	comprimento	
CALC. A $300^\circ\text{C}$	2,0	4,22	8,33	24,54	23,28	13,49
	3,5	4,62	8,83	23,94	22,37	13,40
	5,0	5,27	9,02	23,34	21,76	13,16
CALC. A $300^\circ\text{C}$ + REDUZ. A $1000^\circ\text{C}$	2,5	6,02	8,81	13,34	13,34	0,95
	4,0	6,40	9,20	12,72	12,72	1,02
	7,0	6,94	9,48	11,51	9,52	0,99

Quarter:  IV/1979	Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DA QUALIDADE ( TRADUÇÃO. Ver Figuras nos originais ) 1/9	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p style="text-align: center;">RESUMO</p> <p>- Caracterização de Microesferas e Microestrutura das Pastilhas</p> <p>A medição da área da superfície específica requer um tratamento prévio de degaseificação das microesferas. As condições padrão de degaseificação foram estabelecidas.</p> <p>A densidade da microesfera foi determinada como sendo de <math>(7,7 \pm 0,4) \text{g/cm}^3</math> para material calcinado a <math>800^\circ\text{C}</math>. isto é, um quarto do volume da microesfera consiste de poros internos. Estes poros não podem ser detectados por metalografia nem pelo método de medição por deslocamento de mercúrio. As microesferas parecem ter uma estrutura de "casca", composta de uma camada externa de bastante densidade com poros muito pequenos somente e uma região central porosa, sendo esta estrutura a causa da grande área de superfície específica e do elevado número de poros.</p> <p>A maioria das microesferas não são desintegradas pela prensagem, de modo que as pastilhas ostentam uma microestrutura muito grossa, de tipo granulada. Esta microestrutura é considerada inadequada para um bom desempenho do combustível dentro do núcleo do reator. Propõem-se, para melhorar a qualidade das microesferas e da microestrutura das pastilhas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- uma diminuição da estabilidade da camada externa das microesferas;</li> <li>- uma redução do tamanho das microesferas, com maior diversidade de tamanhos, a fim de obter uma compactação melhor das microesferas.</li> </ul>		<p>KWU</p> <p>ST 5.2</p> <p>5.5</p> <p>5.7</p>

Quarter. IV/1979	Task Nr.: 5. Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DA QUALIDADE	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
		0 359 2/9
1	<p>- TRABALHOS EXECUTADOS</p> <p>As análises relacionadas com o programa de atividades preestabelecido (ver tabela 1) prosseguiram. Os pontos críticos foram a caracterização das microesferas (medição de superfície, determinação do tamanho dos poros), a análise do comportamento na sinterização (dilatometria em pastilhas verdes de alta densidade e a utilização de ar como atmosfera de sinterização) e a caracterização de pastilhas (metalografia).</p>	<p>KWU</p> <p>ST 5.2</p> <p>5.5</p> <p>5.7</p>
2	- RESULTADOS OBTIDOS	
2.1	- Caracterização das Microesferas	
2.1.1	<p>- Superfície Específica</p> <p>Para medir a superfície específica é necessário aquecer os corpos de prova antes da medição, a fim de eliminar as impurezas adsorvidas, principalmente a umidade. A otimização das condições de aquecimento em N<sub>2</sub>, proporcionou os resultados mostrados na tabela 2. A caracterização das microesferas secas por medição da superfície não parece, portanto, muito útil, devido ao elevado teor de substâncias orgânicas auxiliares. As microesferas calcinadas a 300°C deveriam ser recozidas pelo menos durante 3 horas a 80°C, a fim de serem conseguidas condições de adsorção reproduzíveis. Uma elevação da temperatura é impossível, porque estas microesferas já começam a sinterizar a 100°C. Microesferas calcinadas a 800°C já estão suficientemente recozidas depois de 2 horas à temperatura ambiente ou de depois de 1 hora a 80°C.</p>	

Quarter:  IV/1979	Task Nr.: 5.	0 360	Th-Utilization in PWRs
	Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE		Partner ST/Milestone Program

3/9

- Pastilhas Verdes

O acima exposto prevalece para as condições de recozimento. Durante a prensagem das microesferas calcinadas a 300°C diminui a superfície, ao passo que a das microesferas calcinadas a 800°C aumenta. A fratura das microesferas reabre aparentemente, poros já fechados. Este efeito aumenta com a densidade a verde crescente.

Tipo de Corpos de Prova	Condições de Recozimento	Superfície Específica (m <sup>2</sup> /g)
A Microesferas secadas	Temperatura Ambiente	2 h 61
	"	4 h 94
	80 °	1 h 102
	80 °	3 h 97
	80 °	6 h 108
B Microesferas Calcinadas a 300°C	Temperatura Ambiente	2 h 112
	"	4 h 124
	80 °	1 h 125
	80 °	3 h 133
	80 °	6 h 134
C Pastilhas Verdes compostas de microesferas calcinadas a 300°C	Temperatura Ambiente	2 h 111
	"	4 h 111
	80 °	1 h 111
	80 °	3 h 119
	80 °	6 h 117
D Microesferas Calcinadas a 800°C	Temperatura Ambiente	2 h 28
	80 °	1 h 28
	80 °	3 h 28
	80 °	6 h 29
	E Pastilhas Verdes compostas de microesferas calcinadas a 800°C Densidade da massa verde: 5.4	Temperatura Ambiente
80 °		1 h 36
80 °		3 h 36
80 °		6 h 36
F Como E Densidade da massa verde : 6.0		Temperatura Ambiente
	80 °	1 h 39
	80 °	3 h 39
	80 °	6 h 38

TABELA 2

Quarter: IV/1979	Task Nr.: 5.	0 361	Th-Utilization in PWRs
	Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DA QUALIDADE		Partner ST/Milestone Program

4/9

### 2.1.2 - Densidade das Microesferas

A densidade das microesferas pode ser determinada geometricamente em virtude de sua boa esfericidade. Resultou, para as microesferas calcinadas a 800°C, uma densidade de  $(7,7 \pm 0,4) \text{ g/cm}^3$ . Isto significa no caso de uma densidade teórica de  $10,08 \text{ g/cm}^3$ , que as microesferas têm número elevado de poros internos e que estes correspondem a 1/4 do volume de microesfera.

O volume total dos poros e a superfície específica permitem estimar a ordem de grandeza dos raios dos poros. Ao pressupormos uma forma cilíndrica dos poros, resultará um raio médio de poro  $r = 25 \text{ \AA}$ .

### 2.3 - Estrutura Interna das Microesferas

A amostra metalográfica de microesferas embutidas, apesar de repetidos polimentos cuidadosos, não apresentou nenhuma estrutura visível. Portanto, devem ser excluídos poros  $> 0,1 \mu$ . Medições da distribuição dos raios de poros pelo método de porosometria a mercúrio proporcionaram, tão somente, uma indicação de medida referente ao volume entre as microesferas. Um volume de poros na ordem de grandeza  $> 75 \text{ \AA}$  não pode ser medido. O volume de poros de  $34 \text{ mm}^3/\text{g}$  determinado com base na medição da densidade não pode, todavia, ser composto integralmente de poros fechados, porque pelo menos uma parte dos poros é alcançável na medição de adsorção para  $\text{N}_2$  adsorvente (necessidade de espaço:  $20 \text{ \AA}^2$ ). Há de se supor, antes, que as microesferas possuam uma estrutura de camada:

- no exterior, uma camada muito compacta com poros muito finos que não possam ser enchidas pelo mercúrio;

Quarter:  IV/1979	Task Nr.: 5. <span style="float: right;">0 362</span>  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DA QUALIDADE <span style="float: right;">5/9</span>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>- no interior, uma microesfera porosa contendo a maior parte do volume total dos poros.</p> <p>Pela sequência de precipitação das microesferas, esta estrutura de revestimento seria bem compreensível: depois de serem processados pelos bocais da solução de Th,U as microesferas caem ao longo de um trecho em vapor de amoníaco, enquanto sua superfície se precipita e forma, assim, a camada compacta externa. O centro da microesfera será então precipitado, após imersão na solução de amoníaco.</p> <p>A estrutura da camada é muito importante para a confecção das pastilhas. Na prensagem, as microesferas deveriam ser rompidas de modo tão amplo que deixassem de ser visíveis. Isto não ocorre com as microesferas existentes.</p> <p>Por esta razão, as condições de precipitação deveriam ser otimizadas de tal modo para a obtenção de microesferas apropriadas para a confecção de pastilhas, que a camada estável externa permaneça tão fina quanto possível. Isto poderia ser conseguido, por exemplo, mediante a alteração do grau de neutralização preliminar das soluções, mudando o momento em que ocorre a precipitação. Isto prejudicará a boa esfericidade das microesferas, porém oferece uma vantagem quanto à sua prensabilidade.</p> <p>2.2 - Caracterização das Pastilhas</p> <p>As microestruturas de pastilha obtidas até agora são insatisfatórias. Conforme se deprende das fig.1 e 2, a maior parte das microesferas é reconhecível em estado íntato na metalografia da pastilha. Os poros são muito grossos e se situam, preponderantemente, nos limites das microesferas. Esta estrutura, em conjunto com a grande porosidade aberta, deixa prever os seguintes efeitos desvantajosos sobre o comportamento nas operações:</p>		

Quarter:  IV/1979	Task Nr.: 5. <span style="float: right;">0 363'</span>  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DA QUALIDADE <span style="float: right;">6/9</span>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p style="text-align: center;">- alto teor de impurezas adsorvidas nos poros;          - baixa retenção de gás de fissão;          - alta taxa de inchação da pastilha, porque o incha<u>amento</u> da matriz (em consequência da inserção de produtos de fissão) não será compensado pela contração de tamanho apropriado.</p> <p>Do ponto de vista atual deve-se tencionar a implanta<u>ção</u> das seguintes providências :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Diminuição da estabilidade da camada externa da microesfera (ver 2.1.3);</li> <li>2 Diminuição da esfericidade das microesferas, o que pode, eventualmente, ser realizado ao mesmo tempo que a providência 1;</li> <li>3 Redução do diâmetro médio da microesfera, a fim de obter melhor ocupação do espaço e, com isso, meno<u>res</u> intervalos entre os poros. Deve-se tencionar, pelo mesm<u>o</u> motivo, a ampliação da distribuição dos diâmetros;</li> <li>4 Deveria tentar-se mediante um controle adequado da temperatura durante a calcinação, produzir trincas-poros mais grossos nas microesferas.</li> </ol>		

Quarter: IV/1979	Task Nr.: 5. Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS E GARANTIA DE QUALIDADE	013641	Th-Utilization in PWRs
		7/9	Partner ST/Milestone Program

PROGRAMA DE ANÁLISES ( Th, U ) O <sub>2</sub>		Del-Secas	Microesfera A	Microesfera B	Pastilha Verde	Pastilha Prensada
Caracterização das Microesferas						
Método de Medição:	Propriedade					
ótico, direto	Distribuição granulométrica das microesferas	X	X	X		
BET	Superfície específica	X	X	X		
REM	Morfologia das Microestruturas	X	X	X		
a) Porosimetria a mercúrio	Microestrutura	X	□	□		
b) Metalografia		□	X	X		
Análise por Raio-X	Tamanho dos cristalitos	□	□	□		
Análise da Calcinação						
TG, DTA	Calcinação Redução	X	□	□		
Caracterização das Pastilhas Verdes						
Método de penetração-imersão	Densidade				X	
Porosímetro a mercúrio		□				
Metalografia	Microestrutura				X	
Análise do Comportamento na Sinterização						
Dilatometria	Comportamento na Sinterização				X	
Teste pós-sinterização	Estabilidade térmica					X
Caracterização das Pastilhas Prensadas						
Método de penetração-imersão	Densidade					X
Metalografia	Microestrutura					X
Análise Quantitativa de Fotografia		X				

X Prioridade 1

□ Prioridade 2

TABELA 1

Quarter: IV/1979	Task Nr.: 5. Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS DE COMBUSTÍVEL E GARANTIA DA QUALIDADE 8/9	Th-Utilization in PWRs Partner ST/Milestone Program
<p>- Fabricação de Pastilhas de Combustível e Garantia da Qualidade.</p> <p>Prosseguindo com as atividades relacionadas com a seleção de microesferas apropriadas, microesferas de combustível foram calcinadas a 800°C e moldadas em forma de pastilhas. A densidade obtida depois da moldagem (prensagem) foi de 6 g/cm<sup>3</sup>. As pastilhas foram entregues à KWU para testes de sinterização.</p> <p>- Ensaios Seletivos</p> <p>As análises sobre a sinterização de pastilhas de (Th, U)O<sub>2</sub> compostas de microesferas de gel realizadas pela KWU durante o terceiro trimestre de 1979 indicaram que os trabalhos futuros deveriam objetivar o aumento da densidade das pastilhas com diminuição simultânea da porosidade aberta (ver Relatório Trimestral III/79).</p> <p>O aumento da densidade deveria ser tentada, inicialmente, mediante a utilização de pastilhas verdes de maior densidade inicial.</p> <p>De acordo com as especificações da KWU, era necessário fabricar pastilhas verdes com densidade de 7,0 g/cm<sup>3</sup> na medida do possível, a partir de microesferas (Th,U)O<sub>2</sub>, para os ensaios de sinterização na KWU. Enquanto foram usadas microesferas calcinadas a 300°C nos ensaios anteriores deveriam ser empregadas, agora, as microesferas que tinham sido calcinadas a 800°C ao ar.</p> <p>Nos ensaios de prensagem com as microesferas a 800°C evidenciou-se que a alta densidade desejada de 7,0 g/cm<sup>3</sup> era inatingível. Mesmo com a aplicação de uma pressão específica muito elevada de aproximadamente 11 kbar - o que corresponde ao limite de pressão máxima imposto pela máquina de ensaio de prensa</p>		5.3 NUKEM

Quarter:  IV/1979	<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">0 366</div> Task Nr.: 5.  Title: FABRICAÇÃO DE PASTILHAS DE COMBUSTÍVEL E GARANTIA DA QUALIDADE  <div style="text-align: right;">9/9</div>	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>gem - foi somente possível obter densidade de pastilha verde cerca de <math>6,0 \text{ g/cm}^3</math>. Isto pode ser comparado com os resultados mencionados no Relatório Trimestral III/79, segundo os quais foram conseguidas densidades de pastilha verde de <math>7,94 \text{ g/cm}^3</math> e densidades de sinterização de <math>9,48 \text{ g/cm}^3</math> para pastilhas fabricadas das microesferas calcinadas a <math>300^\circ\text{C}</math> ao ar e reduzidas a <math>1000^\circ\text{C}</math> ( pressão aplicada: 7 kbar ).</p> <p>Para as análises de pastilhas verdes de alta densidade inicial foram colocadas à disposição pastilhas <math>(\text{Th,U})\text{O}_2</math> de microesferas de gel, com um teor de 5% em peso de <math>\text{ThO}_2</math>, cerca 8,3mm de diâmetro x cerca de 11,5 mm de altura. A densidade das pastilhas verdes foi de <math>[6,00 \pm 0,04] \text{ g/cm}^3</math>.</p>		

Quarter: III/79	Task Nr.: 6. Title: FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS PRENSÁVEIS NUCLEBRÁS ( TRADUÇÃO DOS TRECHOS EM ALEMÃO ) 1/1	Th-Utilization in PWRs
		Partner ST/Milestone Program
<p>Projeto e Dimensionamento de uma Instalação de Laboratório</p> <p>A fim de permitir à NUCLEBRÁS ganhar o mais cedo possível experiência prática do processo de fabricação de microesferas combustíveis, foram contatados os componentes individuais necessários para uma instalação de produção padrão em escala de laboratório (sistema de bocal único).</p> <p>Depois da montagem e ensaios operacionais, a instalação deverá ser despachada para NUCLEBRÁS em novembro de 1979. A ereção da instalação e o treinamento dos colaboradores da NUCLEBRÁS ficarão a cargo de Kadner da NUKEM. No intuito de possibilitar uma montagem sem atrasos da instalação de precipitação de microesferas na NUCLEBRÁS, foi elaborada e enviada à NUCLEBRÁS uma relação dos espaços, conexões e dispositivos a serem providenciados em suas dependências.</p>		6.2 NUKEM

Quarter:

Task Nr.: 6.

IV/1979

Title: FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS PRENSÁVEIS  
NA NUCLEBRÁS  
( TRADUÇÃO )

1/1

Partner  
ST/Milestone  
Program

FABRICAÇÃO DE MICROESFERAS DE COMBUSTÍVEL  
APROPRIADAS NAS INSTALAÇÕES DA NUCLEBRÁS

6.4 NUKEM

A NUKEM testou os equipamentos de laboratório para precipitação e lavagem de microesferas de combustí -  
vel e entregou os mesmos à NUCLEBRÁS após a inspeção.

- Projeto de Construção de Uma Instalação - Piloto  
de Laboratório.

A NUKEM planejou e construiu uma instalação de labo-  
ratório, que foi entregue à KFA em dezembro de 1979,  
para ser encaminhada à NUCLEBRÁS.

A instalação foi dimensionada para 1 kg de metal pe-  
sado por dia e possibilita a fabricação de microesfe-  
ras até o estágio de lavagem. Para o estágio de lava-  
gem foi fornecido uma roda-tambor. Inicialmente, a  
instalação íntegral foi erigida nas dependências da  
NUKEM e submetida a um ensaio operacional na presen-  
ça de um funcionário da NUCLEBRÁS. Além das especifi-  
cações elétricas, dados sobre materiais e fluxo, e  
instalações necessárias, foram enviadas informações  
sobre o processamento subsequente das microesferas  
até a sinterização à NUCLEBRÁS.

Quarter:  III/1979	Task Nr.: 10. <span style="float: right;">0 369</span>  Title: COLD LABORATORY TESTS FOR REPROCESSING ( U, Th ) ( TRADUÇÃO DOS TRECHOS EM ALEMÃO ) 1/2	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>As subtarefas identificadas no Programa de Atividades em 1979 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relatório de situação sobre o nível de conhecimentos científicos e tecnológicos do reprocessamento de combustíveis nucleares e materiais férteis contendo tório;</li> <li>- compilação de um catálogo de problemas concernentes a trabalhos de pesquisa e desenvolvimento específicos de reatores a água leve;</li> <li>- ensaios de laboratório a frio sobre a dissolução, ajustamento da solução alimentadora e química de processo de extração, puderam somente ser abordados parcialmente até esta data.</li> </ul> <p>10.1 - Estudos Bibliográficos sobre a Situação Atual de Conhecimentos Científicos e Tecnológicos</p> <p>No decorrer de uma pesquisa bibliográfica abrangente, com base nos Nuclear Science Abstracts, INIS e ERA, foram selecionadas todas as publicações documentadas no período 1974 - 1978, extraíndo seus resumos. Estes resumos foram classificados de acordo com seu teor, identificando-se os trabalhos de interesse para aquisição do texto original.</p> <p>A aquisição da literatura original, para a confecção de cópias destinadas à constituição de uma biblioteca especializada levará, aproximadamente, 3 a 6 meses devido à escassez de pessoal, de um lado, e em consequência do demorado processo de aquisição de uma parte da bibliografia na biblioteca central, de outro lado.</p>		KFA-ICT

Quarter:  IIII/79	Task Nr.: 10.  Title: COLD LABORATORY TESTS FOR REPROCESSING ( U, Th )  2/2	Th-Utilization in PWRs  Partner ST/Milestone Program
<p>10.2 - Apresentação de lista de problemas para o trabalho de elementos combustíveis específicos de LWR</p> <p>Este ponto do programa somente pôde ser executado em parte, uma vez que as discussões técnicas previstas com os parceiros brasileiros não foram realizadas. Foram feitas algumas discussões internas e externas anteriormente programadas. O CDTN enviou uma descrição das instrumentações e das instalações existentes em Belo Horizonte.</p> <p>Para uma eficiente preparação e realização do programa, foi prevista uma visita do Dr. Brodda, KFA-ICT, em novembro de 1979 ao Departamento de Tecnologia Química do CDTN (Harry Gomes).</p> <p>A realização dos marcos previstos para 12/79 é questionável em consequência dos atrasos encontrados.</p> <p>10.3 - Ensaaios de Laboratório a Frio</p> <p>Os trabalhos referentes a este item do programa ainda não puderam ser iniciados, em virtude de o programa detalhado de atividades ainda não ter sido elaborado e devido à falta de recursos humanos.</p> <p>Os trabalhos devem ser iniciados dentro em breve, depois da elaboração de um programa de atividades parcial provisório. O pessoal técnico necessário foi re manejado neste intervalo.</p>		