
 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 1 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	

## Itens e equipamentos necessários:

- ☐ 1 dewar de 100L(75m3) de hélio líquido
- ☐ Mangueira revestida de material metálico isolante
- ☐ Conexão de latão com furo de 1cm de diâmetro para acoplamento da mangueira ao dewar
- ☐ Mangueira plástica verde para introdução de hélio gasoso no dewar
- ☐ Adaptador de latão para conexão com a mangueira de hélio gasoso
- ☐ Pequeno pedaço de algodão para fechamento provisório das torres de hélio dos equipamentos
- ☐ Secador de cabelos
- ☐ Papel higiênico e pisseta com etanol para higienizar a mangueira
- ☐ Pano



## Cuidados

1. Não portar relógio, carteira ou qualquer material de metal
2. Não deixar materiais de metal próximos aos equipamentos. Principalmente dentro do espaço recortado no chão, onde o campo é mais intenso. As linhas de campo são verticais e este é muito mais forte na parte superior e inferior do equipamento. Cuidado por exemplo com o secador. Caso necessário deixá-lo no chão, manter uma distância de 1,5 m do equipamento.
3. Cuidado com o posicionamento do dewar e outros materiais nas proximidades dos equipamentos. Manter distância segura.
4. Evitar a entrada de umidade no equipamento. Nunca deixar a porta de abastecimento ou a de saída abertas por mais de 5s.

## Periodicidade

Estando ambos equipamentos com nível de hélio completo (100% e 99% para o 500 e 400MHz respectivamente) o período ideal de reabastecimento é de 140 a 150 dias após o último abastecimento.



Utilizar o programa [heliumprev.sh](http://heliumprev.sh) para consultar o período ideal de abastecimento com base nos níveis atuais dos equipamentos.

 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 2 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	

## Procedimento

1. Verificar os níveis iniciais de hélio de ambos os equipamentos (consultar os arquivos heliumlog.txt ou medir diretamente na BSMS apertando o botão *2nd function* e depois o botão *He Level*).
2. Colocar o Dewar sobre a balança presente no laboratório para pesagem do conteúdo.
3. Registrar os valores obtidos através de fotografia para eventual contestação junto ao fornecedor caso o rendimento seja abaixo do esperado.
4. Ir à casa ao lado do laboratório para abrir a válvula de hélio gasoso.



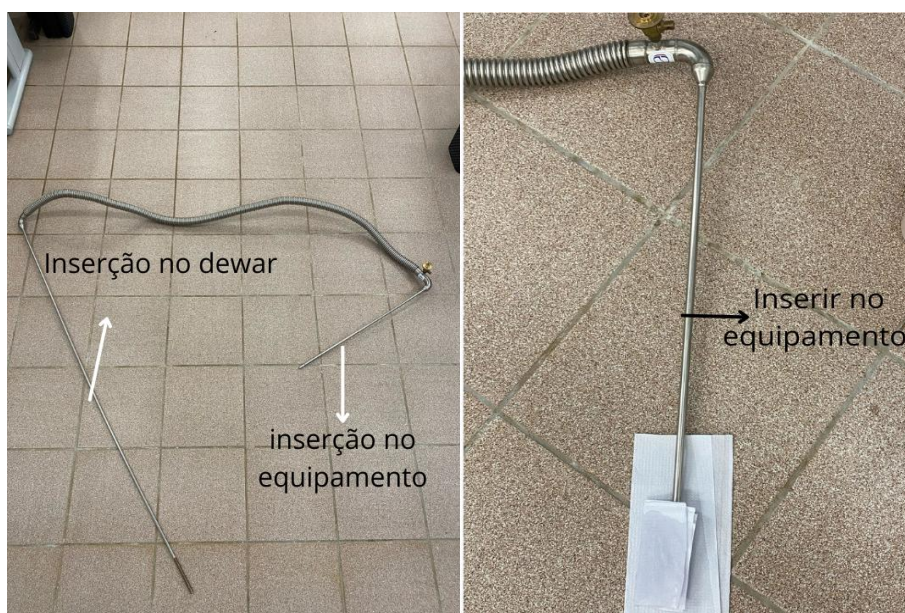
 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 3 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	



5. Pegar as ferramentas necessárias para acoplar o dewar ao equipamento



A porca menor circulada é utilizada para prender a extremidade da mangueira no dewar e o adaptador de latão é utilizado para prender o sistema de hélio gasoso ao dewar.

6. Limpar a mangueira de transferência com papel higiênico embebido em etanol.



 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 4 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	



7. Conectar a mangueira de hélio gasoso ao dewar utilizando o adaptador de latão apropriado.



8. Remover a válvula de alívio de pressão do magneto e IMEDIATAMENTE inserir um pedaço de algodão para impedir a entrada de umidade.







 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 5 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	

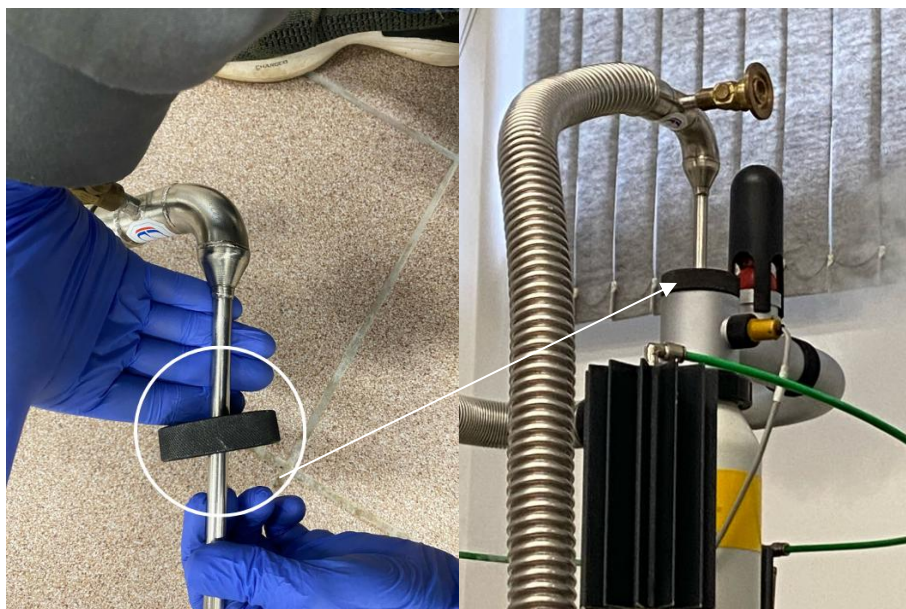
9. Retirar a conexão da torre de abastecimento do magneto reinserindo a peça superior na torre no menor tempo possível para evitar a entrada de umidade. NUNCA deixar a abertura exposta por mais de 5s.



Note a diferença entre o lado direito e esquerdo, nesse abastecimento apenas o lado direito é removido, já o esquerdo permanece como está na imagem.



10. Adaptar a conexão retirada da torre na mangueira de abastecimento para sua correta inserção no equipamento. Observar o correto posicionamento da conexão. Ela deve permanecer a entre 6,0 e 6,5 cm da porção superior da mangueira.

 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 6 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	

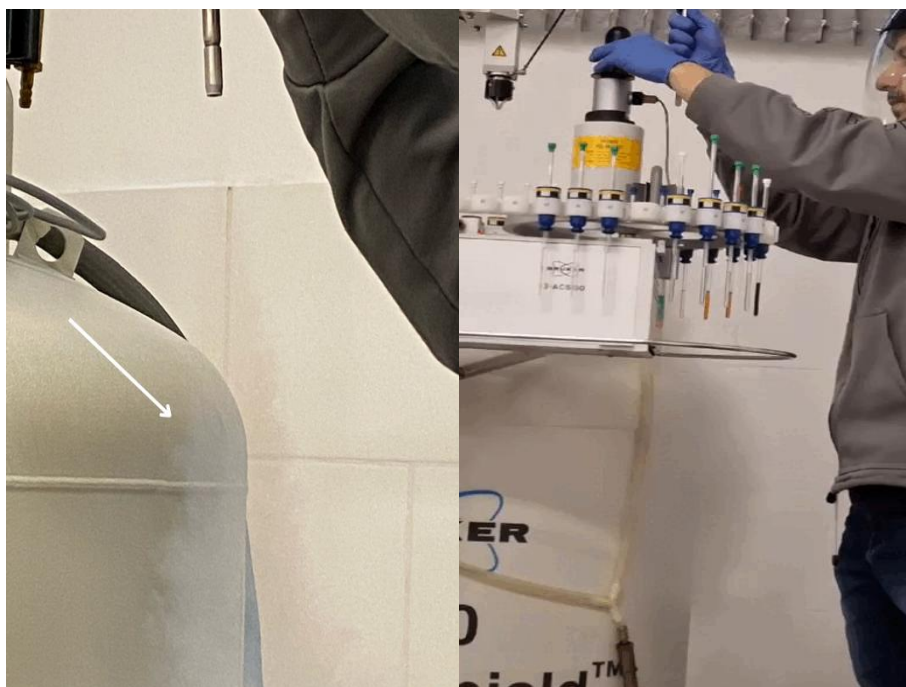


11. Adaptar a conexão apropriada na outra extremidade da mangueira de abastecimento para introdução no dewar. Deixar perto da extremidade para facilitar a introdução no dewar.





 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 7 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	

12. Fechar as válvulas de alívio de pressão do dewar e introduzir uma pequena porção (20cm) da mangueira para que a mesma seja resfriada com o hélio vaporizado contido no dewar. Durante a introdução, supervisionar a conexão da mangueira no dewar para evitar vazamentos, rosqueando a conexão sempre que necessário, sem impedir a movimentação da mangueira.
13. Após a ambientação da mangueira, introduzi-la até o fundo do dewar e levantá-la 0,5 cm do fundo para passagem do hélio.
14. Observar atentamente a saída de hélio líquido na extremidade que será introduzida no equipamento. Inserir a mangueira na torre somente quando o fluxo de hélio líquido for denso e uniforme, semelhante a uma chama de maçarico. Rosquear a conexão da mangueira com a torre imediatamente após a introdução.



15. Cerca de dois minutos após a inserção da mangueira, abrir o registro de hélio gasoso com fluxo baixo (primeira marcação do medidor) e aguardar a transferência monitorando a pressão. Manter a pressão em torno de 3psi. NUNCA exceder 5psi. Para o 500MHz, com um nível de 40-44% o tempo de abastecimento deve ser próximo a 15-18min.



 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 8 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	





16. A conclusão do abastecimento pode ser observada pelo aumento expressivo na densidade do hélio expelido na parte superior do magneto. O hélio sairá em formato de uma chama densa, com ruído característico. A densidade é visivelmente superior à observada durante o abastecimento.



17. Concluído o abastecimento, fechar a válvula de hélio gasoso, abrir a válvula de alívio de pressão do dewar e proceder a remoção da mangueira do equipamento de forma





 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 9 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003	Data de emissão: 28/03/2025	

sincronizada com a remoção do dewar. Fechar **IMEDIATAMENTE** a torre de abastecimento do equipamento com a tampa correspondente. Não deixar a abertura exposta por mais de 5s.

18. Limpar o orifício de saída de hélio da torre com algodão e imediatamente acoplar a válvula de alívio de pressão. A imagem abaixo mostra a válvula já fechada



19. Medir o nível de hélio. Se estiver completo, registrar em foto e seguir os procedimentos de descongelamento da mangueira e recolocação dos componentes removidos do magneto. Se estiver abaixo, analisar a previsão dos volumes utilizados, volume restante no dewar e se necessário, proceder a reintrodução da mangueira observando os passos anteriores para completar o nível adequadamente. Eventualmente a quantidade fornecida pode ser inferior à necessária para completar o nível do equipamento. Nesse caso pode-se ouvir o término da transferência do hélio antes do adensamento do hélio expelido do magneto. O barulho se assemelha ao de uma flauta. É agudo, baixo e de curta duração, exigindo atenção para ser notado. Movimentar a mangueira verticalmente pode levar a novas manifestações desse ruído, facilitando o diagnóstico de término.
20. Terminada a transferência, proceder o degelo da mangueira com o secador de cabelos e limpeza com etanol. Remover a conexão pertencente ao magneto, secar



 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>		<b>Pág. 10 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido		Rev. 003
Código: 003		Data de emissão: 28/03/2025	

com papel higiênico e reintroduzir a conexão na torre do magneto rapidamente. Não deixar a abertura exposta por mais de 5s.

21. Aguardar o degelo da torre secando-a sempre que possível. Se necessário, acelerar o processo com o uso do secador de cabelos.
22. Checar as roscas tanto da válvula de alívio de pressão quanto da conexão de abastecimento da torre. Conforme a temperatura se eleva será necessário rosqueá-las mais algumas vezes até que cheguem ao fim do curso, quando o magneto estiver inteiro à temperatura ambiente.
23. Repetir o procedimento para o outro equipamento. É esperado um tempo de transferência de 15 a 20 min para o 400MHz com nível inicial de 60%. Essa etapa é praticamente idêntica a etapa para o 500MHz porém a válvula de alívio de pressão do magneto fica do lado esquerdo do equipamento, como mostra a figura abaixo



24. Após a conclusão do procedimento retornar a casa ao lado do laboratório para fechar a válvula de saída de hélio gasoso

 <b>Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear</b> Depto. de Química - FFCLRP-USP	<b>Procedimento operacional padrão (POP)</b>	<b>Pág. 11 de 11</b>
	<i>Título:</i> Abastecimento dos equipamentos de RMN com hélio líquido	Rev. 003
Código: 003		Data de emissão: 28/03/2025

## HISTÓRICO

Revisão	Data	Alteração
00	28/03/25	Emissão inicial por Arthur Ramos Bianchi
03	16/04/25	Corrigido por Viviani Nardini Takahashi e Vinicius Palaretti