

**Norberto Catarino**

**Unidade de Física e Aceleradores  
CAMPUS TECNOLÓGICO E NUCLEAR**

# **Rapid Thermal Processor AS-One 100**



v 1.00  
03/2013

## **MANUAL SIMPLIFICADO DE OPERAÇÃO DO FORNO RTA**

**Manual simplificado para operar o forno RTA As-One 100 existente na sala de fornos da Unidade de Física e Aceleradores do Instituto Tecnológico e Nuclear.**



# Rapid Thermal Processor AS-One 100

## MANUAL SIMPLIFICADO DE OPERAÇÃO DO FORNO RTA

### Índice

<b>1. PREPARAÇÃO DO EQUIPAMENTO</b> .....	<b>3</b>
1.1. Verificação no exterior .....	3
1.1.1. Gases no exterior.....	3
1.1.2. Tubagens no exterior.....	5
1.2. Verificação no interior .....	6
1.2.1. Tubagens na sala de fornos.....	6
1.2.2. Admissão de água para arrefecimento do RTA.....	7
1.3. Verificação no RTA.....	8
1.4. Resumo na preparação do equipamento de RTA.....	8
<b>2. ARRANQUE DO SISTEMA DE CONTROLO</b> .....	<b>9</b>
2.1 Procedimento.....	9
2.2 Acesso ao Software .....	10
2.3 Funções manuais.....	13
2.4 Verificação da prontidão do RTA.....	14
<b>3. RECOZIMENTO</b> .....	<b>17</b>
3.1 Colocar a amostra na câmara de recozimento.....	17
3.2 Editar uma receita .....	20
3.3 Executar uma receita .....	22
<b>4. DESLIGAR O RTA</b> .....	<b>24</b>
4.1. Desligar no RTA.....	24
4.2. Verificação no interior .....	25
4.2.1. Tubagens na sala de fornos.....	25
4.2.2. Admissão de água para arrefecimento do RTA.....	26
4.3. Verificação no exterior .....	27
4.4. Resumo na preparação do equipamento de RTA.....	28
<b>5. ANEXO</b> .....	<b>29</b>
5.1. Receitas.....	29
5.2. Logbook do RTA.....	32
5.3. Hardware – Performances e Limitações .....	32
5.4. Uso da tampa de grafite.....	33
5.5. Uso de NH <sub>3</sub> – Precauções especiais!.....	34
<b>5. POSSÍVEIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES</b> .....	<b>35</b>

## 1. PREPARAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Seguem-se algumas recomendações a ter em conta antes de começar a operar o equipamento.



**O forno RTA não é usado com frequência de modo que é necessário executar algumas operações para ficar apto a executar os recozimentos pretendidos e fazer ainda algumas verificações para operar o forno com segurança!**



**Atenção: Os equipamentos em uso podem diferir das fotografias usadas para ilustração! Por favor verificar os pormenores da instalação antes do seu uso efectivo!**

### 1.1. Verificação no exterior

Antes de operar o forno RTA é necessário providenciar admissão de gases, tanto para o recozimento como para operação das válvulas.



**Atenção: Antes da utilização do RTA verificar se as garrafas contêm gás suficiente para operação de recozimento!**

#### 1.1.1. Gases no exterior

Abrir as válvulas das garrafas de gás e respectivos redutores (Rodar no sentido dos ponteiros do relógio para abrir!);



**Os redutores devem ter o parafuso de regulação desapertado (não dar passagem de gás) no momento em que se abrem as garrafas!**



Abrir a garrafa de N2 e o manómetro desta até 6 bar de pressão ou até um valor ligeiramente superior! (Rodar o parafuso no sentido dos ponteiros do relógio)!



Abrir o reductor da linha de N2 até aos 2 bar de pressão ou até um valor ligeiramente superior! (Rodar o parafuso no sentido dos ponteiros do relógio). O manómetro de linha deverá indicar 2 bar de pressão ou ligeiramente superior!

Abrir as restantes garrafas e redutores, se necessário, a 2 bar de pressão ou ligeiramente superior!



**ATENÇÃO: O manómetro da garrafa de NH3 não deve ultrapassar 4 bar de pressão!!!**

### 1.1.2. Tubagens no exterior

Deverão ser verificadas todas as tubagens de admissão de gás, verificar que não existam fugas e o seu bom estado!

Verificar também o bom estado e o desimpedimento das tubagens de exaustão de gases (No caso do uso de NH<sub>3</sub> verificar que a exaustão se faz para a água!);



Verificar o estado da mangueira de exaustão da bomba de vácuo primário!



Verificar se a exaustão de gás da câmara de recozimento se encontra desimpedida!

Verificar, no caso de uso de NH<sub>3</sub>, que existe água suficiente no recipiente!

## 1.2. Verificação no interior

### 1.2.1. Tubagens na sala de fornos

De igual modo como no exterior, deverão ser verificadas todas as tubagens de admissão de gás, verificar que não existam fugas e o seu bom estado!



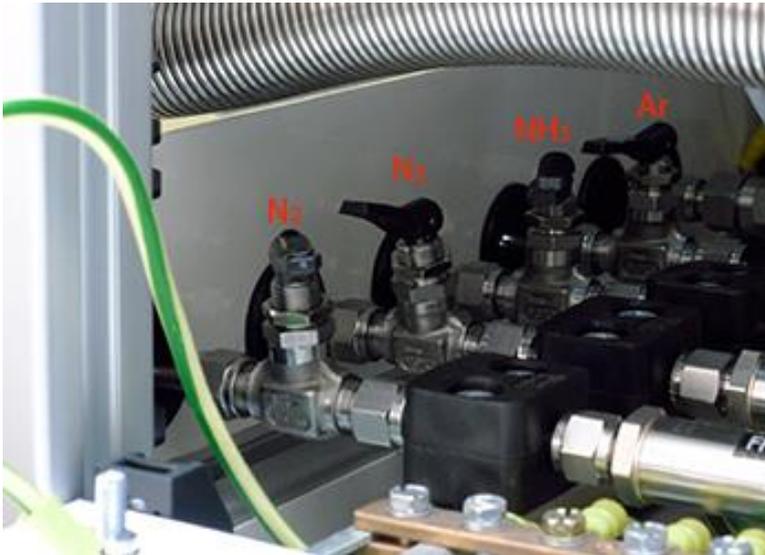
Abrir a válvula 1;  
Fechar a válvula 2, se necessário.

Manter a válvula 3 fechada.

Na foto as válvulas 1 e 3 encontram-se em posição fechada e a válvula 2 aberta!

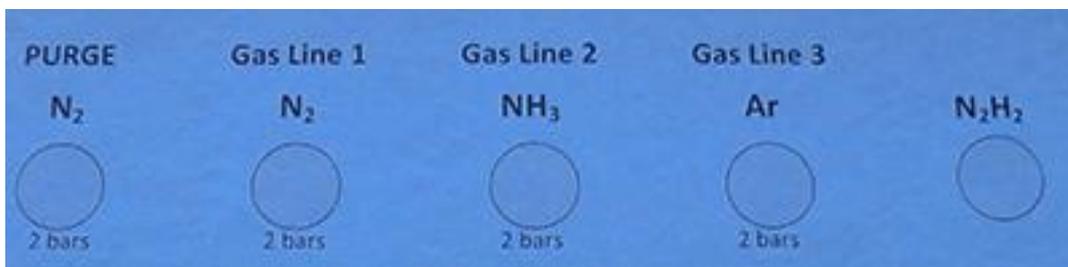


Abrir o painel lateral desapertando os parafusos necessários (2, máx. 6)



Abrir as 2 válvulas de  $N_2$  e as demais necessárias!

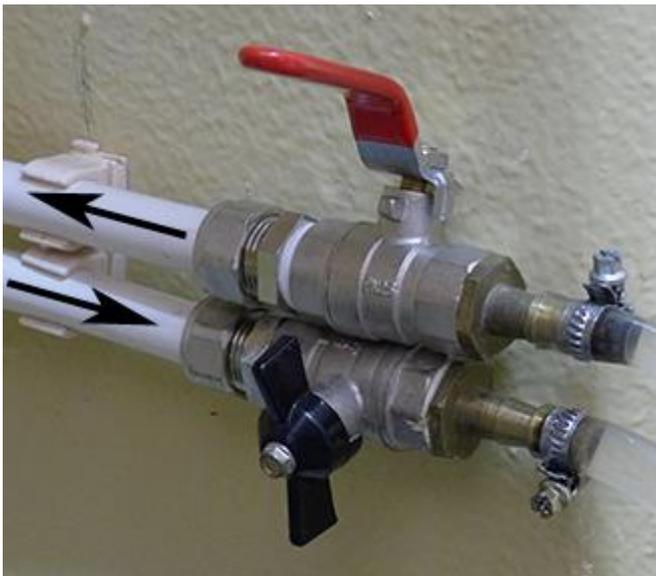
Levantar a parte plástica para abrir!



As linhas de gás estão identificadas esquematicamente na parede!

### 1.2.2. Admissão de água para arrefecimento do RTA

Devemos certificar-nos que o forno é refrigerado com um fluxo conveniente, para isso deverão ser verificadas todas as tubagens de admissão de água, verificar que não existam fugas e o seu bom estado!



Abrir as torneiras para possibilitar a circulação de água necessária para refrigeração do forno RTA.

Na foto as torneiras estão fechadas!

### 1.3. Verificação no RTA

Verificar que todos os cabos de alimentação do RTA estão ligados e podemos ligar os diversos disjuntores.



Ligar o interruptor da alimentação, na parede, rodar para a posição I.

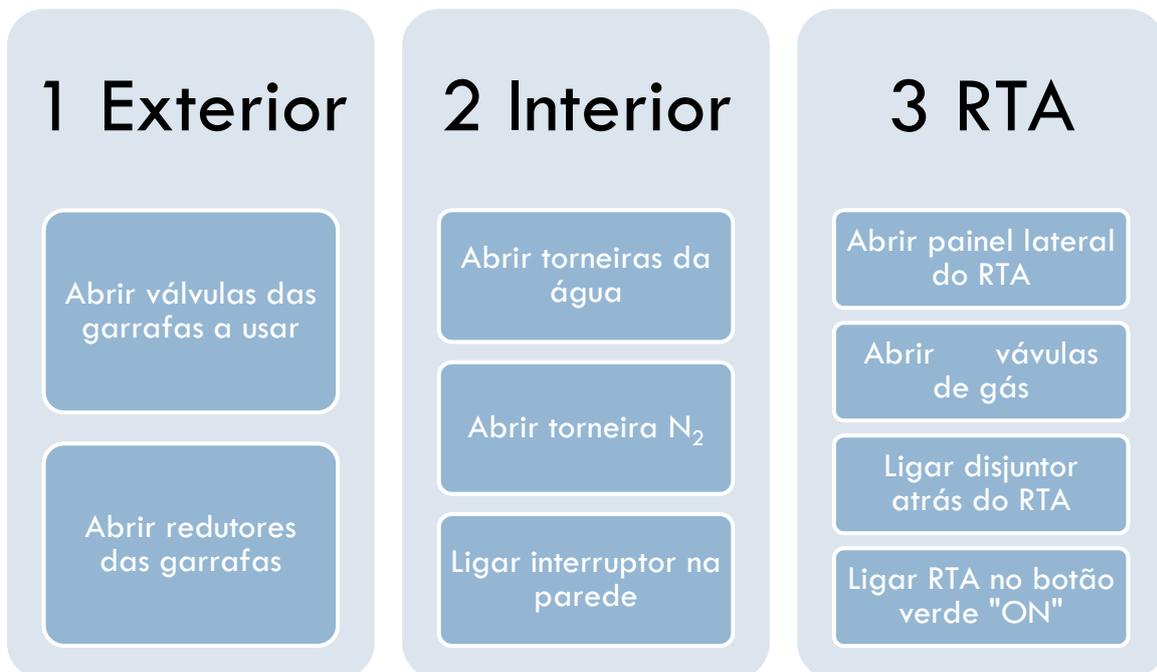


Na parte de trás do RTA ligar o "GENERAL CIRCUIT BREAKER" ao colocá-lo na posição ilustrada ao lado (para cima)!



Iniciar o RTA carregando no botão ON, a verde, na frente do RTA (a luz acende)

### 1.4. Resumo na preparação do equipamento de RTA



## 2. ARRANQUE DO SISTEMA DE CONTROLO

### 2.1 Procedimento

Antes de iniciar-se o sistema, deve-se verificar se estão disponíveis os seguintes elementos:

- Electricidade
- Água, com uma pressão de 2-4 bares
- Ar comprimido, com uma pressão de 6 bar
- Gás de purga, com uma pressão de 1 bar
- Gases de processo, com uma pressão de 1-2 bares

Depois de verificados, podemos ligar o sistema utilizando o botão verde no painel frontal do RTA.



**ATENÇÃO: O software (computador) de controlo do RTA é alimentado pelo o sistema do RTA, por devemos ligar o sistema utilizando o botão verde no painel frontal do RTA.**

Cada vez que o sistema é desligado (pelo botão vermelho), o indicador de alarme ficar vermelho para informar que o sistema está desligado.

Quando o sistema é ligado, as luz verde do ON acende.

**Nota: Se o sistema não permite ser ligado, verificação se o botão de emergência está pressionado. Neste caso, ele pode ser libertado por rotação, no sentido dos ponteiros do relógio.**

O sistema de controle do AS-One é constituído por:

- Um PC, que é a interface entre o utilizador e o equipamento.
- Um PLC, que controla o processo de funcionamento e os dispositivos de segurança.

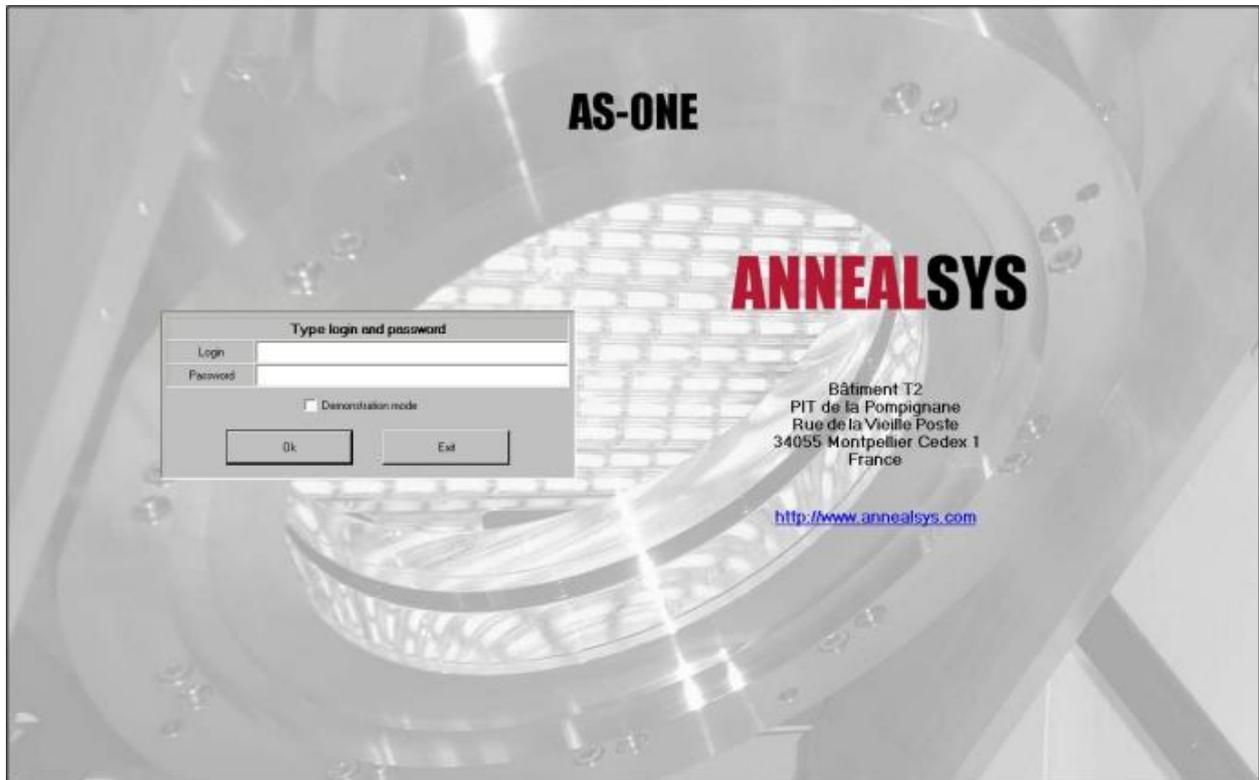
O PC e do PLC estão ligados por uma linha de comunicação Ethernet.

Inicie o software usando o ícone que foi instalado automaticamente durante a instalação do software.



## 2.2 Acesso ao Software

Quando o software inicia o computador exibe a página inicial e solicita as informações de acesso. O usuário deverá digitar o seu login e sua senha para ter acesso a funções de software.



O software tem quatro níveis de acesso:

- Modo de Operador
- Modo de Engenharia
- Modo de Administrador
- Modo de Manutenção

Cada nível de acesso requer um login e uma senha. Logins e senhas são case insensitive.



**ATENÇÃO MODO DE ADMINISTRADOR:**  
Este modo permite o acesso a todas as opções de software, incluindo o modo de manutenção. Permite o controle directo das saídas do PLC sem travas de segurança

O modo de administrador dá acesso à administração da lista de logins e senha de acesso.

O login e senha do modo de administrador no sistema padrão é:

- Login: "adm"
- Password: "aaaa"

Quando o software inicia o computador exibe a seguinte painel

System needs initialization.  
 Please download a recipe.

Last downloaded recipe	
Name	CALSUTC
Date of last download	18/06/2010
Hour of last download	12:30:30
User name	Adm
FID table	SUTCPID-800
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table (HT)	
Post recipe action	

Recipe to download	
Name	<input type="text"/>
Creation date	
Modification date	
User name	
FID table	
Thermocouple calibration table	
Pyrometer 1 calibration table (HT)	
Post recipe action	

Download

Start process

Browse

Poll

**Machine**  
Start purge

**Chamber**  
Unlock chamber

Recipes

Process

Historicals

Configuration

Manual Mode

Shut down

Software version : 2.1.0  
 PCD Version : 2.1.99

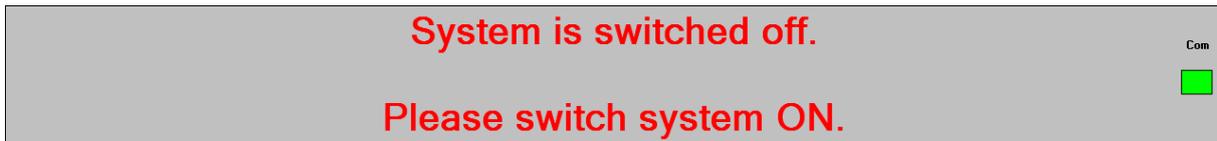
Depois de ligar o sistema, é necessário fazer o download da configuração e tabelas a partir do PC para o PLC. Isto é feito através do download de uma receita. Pode ser qualquer receita.



**Quando o sistema é iniciado, todos os dados internos do PLC são apagados. Devemos carregar uma receita, que inclui a configuração. Pode ser qualquer receita.**

Selecione uma "receita" na direita e faça download! Espere...

Depois de carregar uma receita, a área de status superior pede ao operador para ligar o sistema.



Depois que o sistema for ligado, a área de status exibe a seguinte mensagem durante a inicialização. Esta operação pode levar até 30 segundos, dependendo das opções instaladas.



Quando o software termina a inicialização do sistema aparece o seguinte painel!

The main control interface is divided into several sections:

- Top Status Bar:** Contains real-time data for Temperature (°C), Gas (sccm), Setpoint, Readout, Pressures (mBar), Strain, Recipe parameters, and Machine parameters. A "Com" status indicator is on the right.
- Temperature (°C) Table:**

Temp. (°C)	Setp. (°C)	Power (°C)	TC1	Pyro1	TC2
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- Gas (sccm) Table:**

Gas (sccm)	Setpoint	Readout
N2	0.0	0.0
O2	0.0	0.0
32H2/N2	0.0	0.0
- Pressures (mBar) Table:**

Pressures (mBar)	Strain
0.00E+0	0.00E+0
- Recipe parameters Table:**

Recipe parameters	Machine parameters
Cooling: Active but not engag	Idle
Step time: 0.0	System ON
Recipe time: 0.0	POWER
Step number: 0	Adm/Administrator
Condition	Process: Idle
Recipe name: CALSUTC	Chamber: Closed/Locked
- Machine parameters Table:**

Machine parameters
Idle
System ON
POWER
Adm/Administrator
Process: Idle
Chamber: Closed/Locked
- Last downloaded recipe Table:**

Last downloaded recipe	
Name	CALSUTC
Date of last download	01/09/2010
Hour of last download	16:58:34
User name	Adm
PID table	SUTCPID-800
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table (HT)	CAL_1000
Post recipe action	Purge
- Recipe to download Table:**

Recipe to download	
Name	CALSUTC
Creation date	06/11/2009 - 16:27:31
Modification date	01/09/2010 - 16:29:31
User name	Adm
PID table	SUTCPID-800
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table (HT)	CAL_1000
Post recipe action	Purge
- Control Buttons:** Download, Start process, Eject, Profile, Machine (Start purge), Chamber (Unlock chamber).
- Footer:** Navigation tabs for Recipes, Process, Historicals, Configuration, Manual Mode, Shut down. Software version: 2.1.0, PCD Version: 2.1.95.

Deverá, de seguida seleccionar, (em baixo), o painel "Manual mode"

## 2.3 Funções manuais

No modo manual o módulo de software de segurança não está ativado, a fim de permitir um mais fácil manutenção e controlo das operações. Mantém-se no entanto activos os bloqueios de hardware, de modo evitar danos graves ao sistema. Mantém-se também activos alguns bloqueios de software.

Quando o modo manual é seleccionado aparecer o painel:

Temperature (°C)	Gas (sccm)	Setpoint	Readout	Pressure (mBar)	Recipe parameters	Machine parameters
Setp. (°C)	1000.0	N2 100.0	22.0	F.RANGE 5.65E+2	Cooling Unknown	Idle
Power %	0.0	O2 200.0	138.0	CAPA 1.20E+2	Step time 0.0	System ON
TC1	Absent	Ar 300.0	148.0		Recipe time 0.0	TC1 control
Pyro1	998.1				Step number 0	Eng/Engineer
TC2	997.4				Recipe name	Process Unknown
						Chamber Closed/Unknown

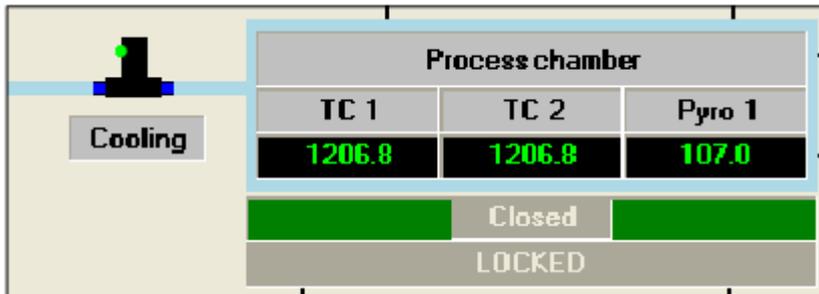


**ATENÇÃO:** Não iniciar a bomba de circulação da água antes de abrir as torneiras e de se certificar que a circulação da água não está impedida!

O modo manual permite executar as seguintes operações:

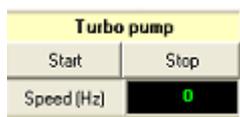
- Controle manual do arrefecimento
- Controle manual de equipamento de vácuo
- Controle manual do painel de gás
- Controle manual do aquecimento
- Ajuste dos parâmetros PID

Clique na válvula de água para abrir e fechar. Um indicador verde fica ligado quando a válvula de água é ligado. Se o controlador de fluxo de água detecta um fluxo suficiente a linha de água fica de cor azul.



Active a válvula de refrigeração clicando nela com o cursor do rato (por cima de “cooling”). Aparece um indicador verde e a linha fica azul se a água circular!

Desactive a válvula de refrigeração clicando nela com o cursor do rato (por cima de “cooling”)



Inicie a bomba de alto vazio carregando em “start” à direita na área designada “Turbo pump” O valor a atingir – 1500 Hz



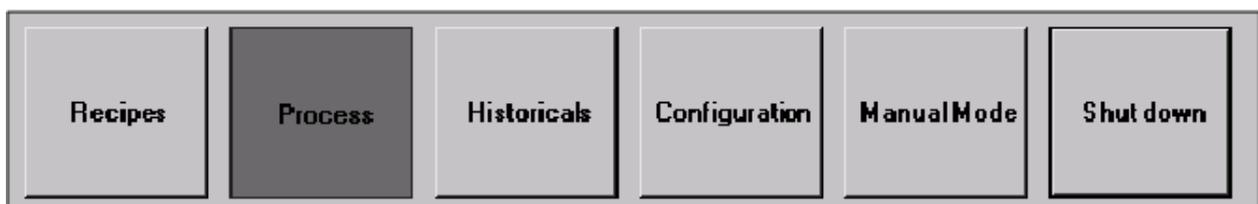
**ATENÇÃO:**

Estas duas operações manuais são necessárias para operar forno RTA!  
A Bomba de alto vazio deverá estabilizar nos 1500 Hz para correcto funcionamento!  
O utilizador deverá assegurar-se que existe fluxo de água suficiente à temperatura adequada para o funcionamento do RTA (10l/min)

### 2.4 Verificação da prontidão do RTA

É recomendo fazer um ensaio de prontidão do equipamento, principalmente após longos períodos sem usar o RTA!

Para verificação de prontidão do RTA abrir o painel “Process”:



De seguida fazer download e executar a “Recipe”: “Hardwarereadiness”

Recipe to download	
Name	
Creation date	amoniaclean
Modification date	AmoniaR
User name	Annealing_Amonia
PID table	Annealing_Argon
Thermocouple calibration table	Annealing_Nitrogen
Pyrometer 1 calibration table (HT)	Annealing_Vacuum
Post recipe action	AT_1200
	AT_Si_HT
	AT_Si_TC
	AT_SU_HT
	AT_SU_TC
	CALSIHT
	CALSIHT1400
	CALSITC
	CALSU_SiMelting
	CALSUHT
	CALSUTC
	hardwarereadiness
	katharinatest

Download

Start process

Browse

Profile

Depois de seleccionada, carregar em “Start process”. Seguidamente é adequado modificar o nome do histórico, aqui pode substituir-se “his” por “hr” e na frente colocar a data do dia...

É conveniente escrever um comentário no campo adequado, em baixo!

**AS Start process CALSUTC**

Historical data	
Path	c:\program files\annealsys\historicals\
Historical Name	his_20100903143522
Operator name	Adm
Logging mode	Administrator
Recipe name	CALSUTC
PID parameter table name	SUTCPID-800
Thermocouple table name	Default_TC_Table
Pyro 1 table name	CAL_1000
Historical comment	

< Historicals >

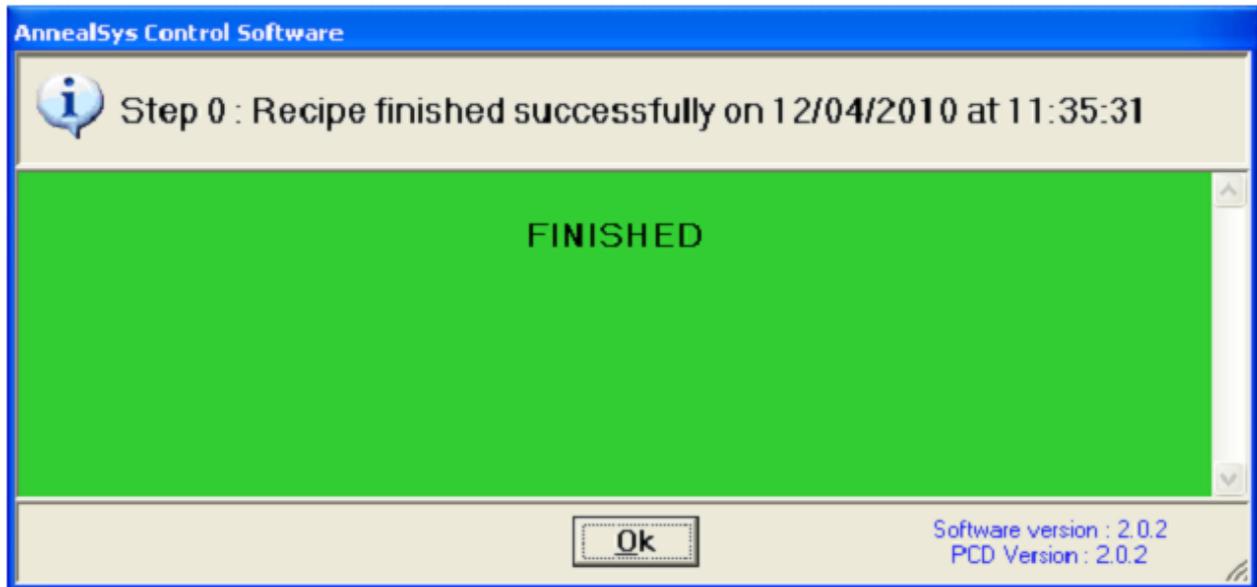
- manual\_20100901171056
- his\_20100618123032
- his\_20100524170100
- his\_20100524145117
- his\_20100519101446
- manual\_20100505204811
- Fast-Cooling\_R1000PYLT\_900\_05
- his\_20100412113521
- R1000TC\_SU\_WATER\_ALARM
- R1000TC\_SU\_01
- CALSUTC\_TC\_ALARM
- CALSUTC\_01

Browse      Start      Cancel



**Não podem existir 2 históricos com o mesmo nome!**  
**Os históricos não podem ser apagados ou modificados!**

No final da operação, se tudo funcionar normalmente aparecerá uma mensagem de confirmação do sucesso da operação!



**Durante este processo, não se deve executar quaisquer outras operações!**

**Não interferir no processo, este deverá ser automático!**

Para o teste de prontidão do RTA ser mais eficaz aconselha-se a modificação da receita base "Hardwarereadiness" para uma temperatura de teste 50 ou 100 °C superior à temperatura máxima de recozimentos que se pretende atingir (máx 1500 °C)!

No ambiente de trabalho do portátil de controlo do RTA existe um ficheiro em formato de folha de cálculo onde se deverá registar o seu uso do forno RTA!



### 3. RECOZIMENTO

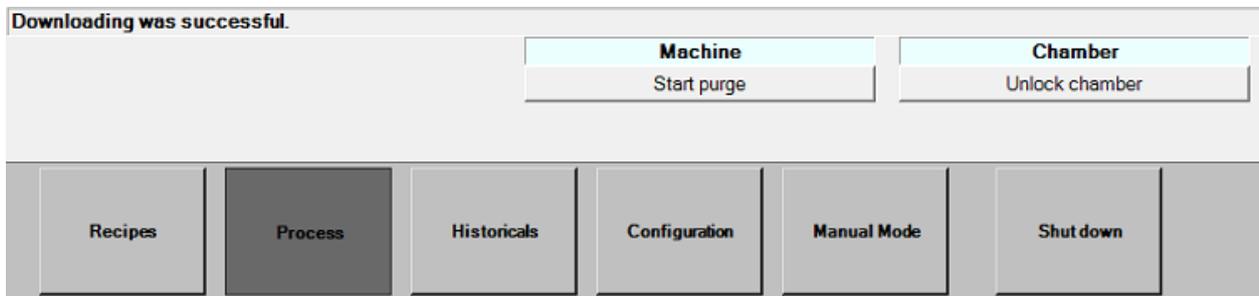
#### 3.1 Colocar a amostra na câmara de recozimento

Apenas é possível abrir a câmara de recozimento do forno RTA quando este se encontra à pressão ambiente!

Esse valor é verificado no cimo do painel “Process” ou “Manual mode”.

ccm)	Setpoint	Readout	Pressures (mBar)		Rec
N2	0.0	0.0	Full Range	NA	Cooling
NH3	0.0	0.0	Stain	1.00E+3	Step time
Ar	0.0	0.0			Recipe time
					Step number
					Condition
					Recipe name

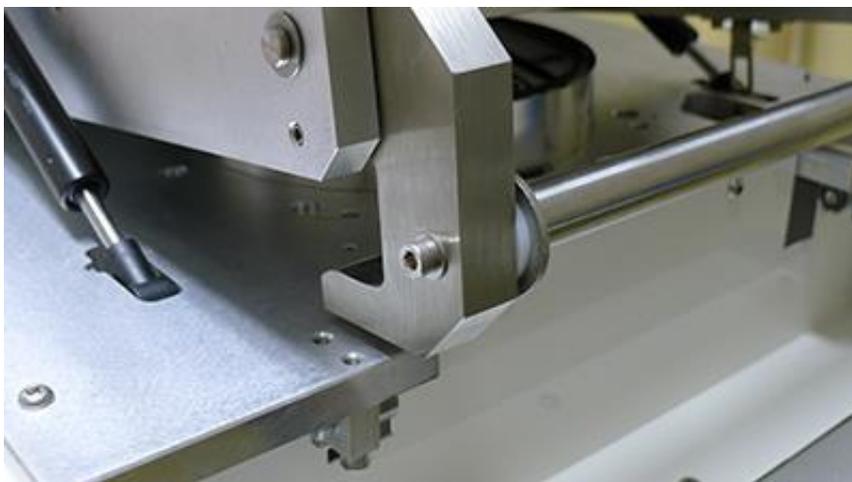
No caso da pressão indicada ser inferior a 1.00E+3 mbar carregar em “Start purge” até atingir este valor!



Para destrancar o RTA carregar em “Unlock chamber”



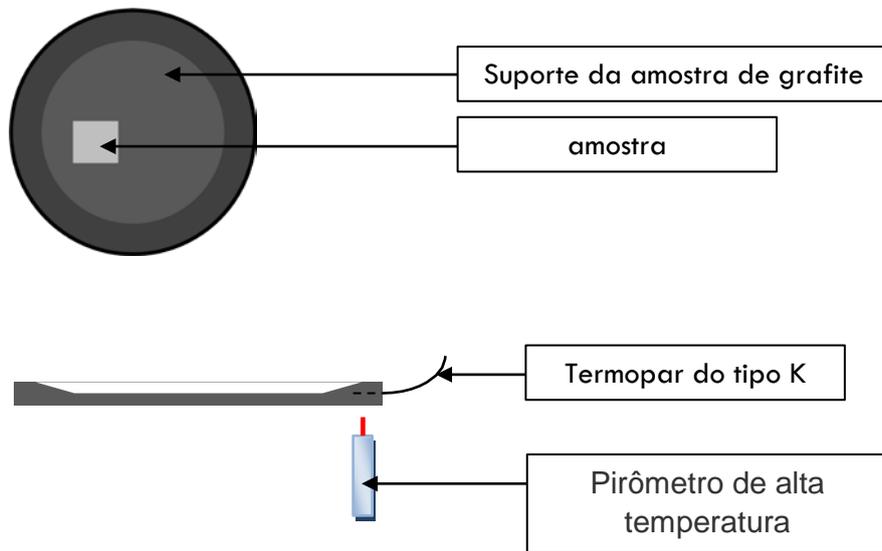
**ATENÇÃO:** Tanto ao abrir como ao fechar a câmara ter em atenção que é necessário puxar o manípulo da tampa no sentido de o afastar do RTA, ver imagem! Ao fechar a câmara voltar a ter esta atenção!



Colocar a(s) amostra(s) na extremidade do círculo interior da grafite, (parte mais baixa),



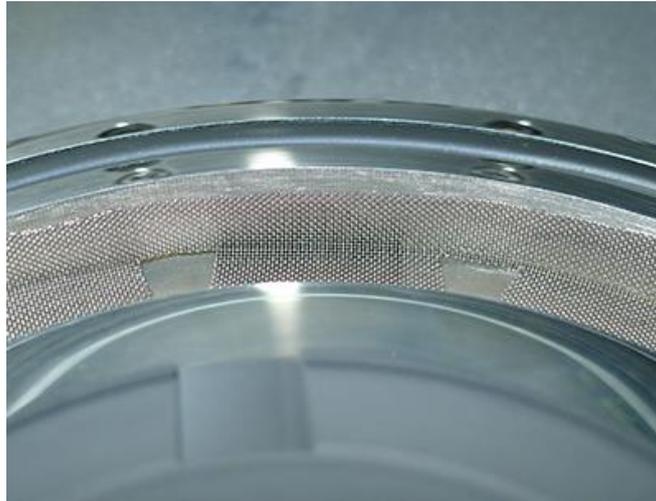
Segue-se um desenho esquemático Suceptor / amostra / medida da temperatura



**ATENÇÃO: O gás entra na câmara pelo orifício da parte da frente, visível na parte de baixo da foto, e sai pelo orifício largo na parte de trás. Para minimizar a possibilidade da amostra sair do sítio ou virar durante o recozimento convém posicionar a amostra afastada desse percurso!**

Verificar que a base de grafite não toca nos pinos de quartzo laterais, visíveis na foto! Se o suporte de grafite tocar nos pinos de quartzo o valor de temperatura medido não será o correcto! Se isso acontecer não é assegurada a reprodutibilidade do tratamento térmico!

Foi colocada uma rede no orifício de saída do gás, na parte de trás da câmara. O utilizador deverá assegurar-se que a rede se encontra no sítio apropriado a tapar o orifício! Tal é necessário para prevenir uma possível acidental perda de amostras!



**ATENÇÃO:** Antes de fechar a câmara de recozimento do RTA deve assegurar-se que o “O-ring” se encontra na posição correcta!

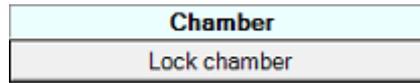


**ATENÇÃO:** Nunca tocar no suporte de grafite com as mãos! Existe uma pinça apropriada para manusear as peças de grafite! Não tocar em metais com as peças de grafite ou com a pinça!



Pinça para manusear as peças de grafite

Depois de colocar a(s) amostra(s), fechar e trancar a câmara (carregar em “Lock Chamber”)



### 3.2 Editar uma receita

Na janela “Recipes” poderá, no campo “Recipe name” e no separador “Header”, seleccionar a receita que quer verificar/modificar!

The screenshot shows the 'Recipe header information' window. It contains a table with the following data:

Recipe header information	
System	AS-ONE
Creation date	17/01/2011 - 15:10:46
Modification date	18/10/2011 - 15:26:32
User Name	Adm
Recipe name	multiple10_5_100N2
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table (HT)	CALSUHT_20110118
PID control parameter table	SUHTPID_20110118_wolid_1200
Post recipe action	<input checked="" type="radio"/> Purge <input type="radio"/> Clean <input type="radio"/> None

Below the table are buttons for '< Commands >', 'New', 'Browse', 'Delete', 'Print', 'Save as', and 'Save'. On the right side, there are three tabs: 'Header', 'Steps', and 'Profile'. At the bottom of the window, there is a navigation bar with buttons for 'Recipes', 'Process', 'Historicals', 'Configuration', 'Manual Mode', and 'Shut down'. The software version is 2.3.0 and the PCD version is 2.3.0.

No separador “Profile” poderá ver o perfil do tratamento térmico que corresponde à receita seleccionada! No separador “Steps” poderá verificar os passos da receita e modificá-los, se necessário!

The screenshot shows the 'Profile' window. It contains a table with the following data:

Temperature (°C)	Gas (sccm)	Setpoint	Readout
Setp. (%)	0.0		
	N2	0.0	----
	NH3	0.0	----
	Ar	0.0	----

Below the table is a 'Recipe parameters' table:

Recipe parameters	
Step comment	
Step time	0.0
Step number	0
Control mode	Power
Vacuum	No pumping

The main part of the window is a graph titled 'Profile of : Annealing\_Nitrogen'. The x-axis is 'Time(s)' ranging from 0 to 200. The left y-axis is 'Power (%)' ranging from 0 to 1000. The right y-axis is 'Temperature (°C)' ranging from 0 to 1500. The graph shows a power profile that starts at 0, rises to about 100% at 150s, and then to about 750% at 200s. The temperature profile shows a linear increase from 0°C at 150s to 1000°C at 200s, where it levels off.

At the bottom of the window, there is a navigation bar with buttons for 'Recipes', 'Process', 'Historicals', 'Configuration', 'Manual Mode', and 'Shut down'. The software version is 2.3.0 and the PCD version is 2.3.0.

Poderá necessitar alterar o valor do vazio a atingir (mínimo recomendado 5 e -6 mbar), isto é normalmente efectuado no passo 2 da receita, no campo “Pressure”!

Annealing_Nitrogen								
< Step 1 >			< Step 2 >			< Step 3 >		
Pressure			Pressure			Duration		
<	1	mBar	<	9.999999E-	mBar	3	s	
Power (%)			Power (%)			Power (%)		
0			0			0		
PID Autotuning			PID Autotuning			PID Autotuning		
Rough pump			Turbo pump			No pumping		
OFF			OFF			OFF		
OFF			OFF			OFF		
0	--	--	0	--	--	0	--	--
0	--	--	0	--	--	0	--	--
0	--	--	0	--	--	0	--	--
>> Last			Copy			Insert		
						Delete		

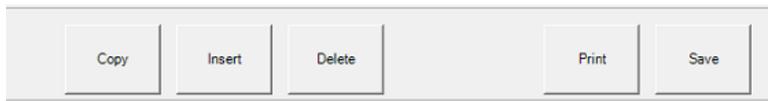
Poderá necessitar alterar a rampa de aquecimento (valor recomendado **30°C/s** – Máximo possível- 50°C/s)! A rampa e alterada no passo 8, bem como a temperatura final a atingir (máximo recomendado **1200 °C** – Máximo possível 1500 °C)

< Step 7 >			< Step 8 >			< Step 9 >		
Temp.Pyro1			Ramping			Duration		
>	200	°C	30	°C/s		30	s	
Power (%)			Pyro 1 (°C)			Pyro 1 (°C)		
100			1100			1100		
PID Autotuning			PID Autotuning			PID Autotuning		
No pumping			No pumping			No pumping		
OFF			OFF			OFF		
ON			ON			ON		
100	--	A	100	--	A	100	--	A
0	--	--	0	--	--	0	--	--
0	--	--	0	--	--	0	--	--

A temperatura de tratamento térmico pretendida deverá ser alterada nos passos 8 e 9, no passo 9 ajusta-se o tempo a que o forno deverá manter a temperatura pretendida!

< Step 8 >	< Step 9 >	< Step 10 >
Ramping	Duration	Temp.Pyro1
30 °C/s	30 s	200 °C
Pyro 1 (°C)	Pyro 1 (°C)	Power (%)
1100	1100	0
PID Autotuning	PID Autotuning	PID Autotuning
No pumping	No pumping	No pumping
OFF	OFF	OFF
ON	ON	ON
100 -- A	100 -- A	100 -- A
0 -- --	0 -- --	0 -- --
0 -- --	0 -- --	0 -- --

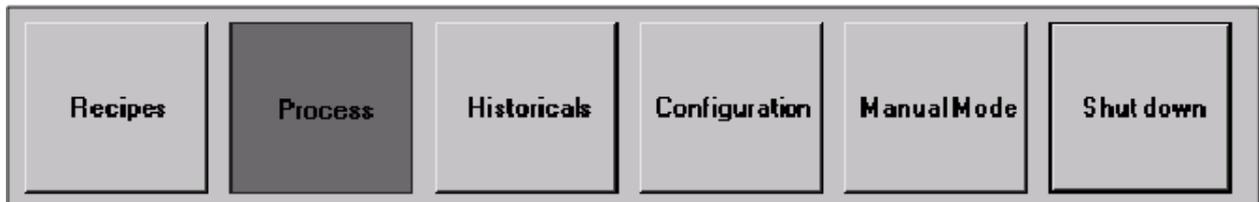
Depois de efectuadas as alterações necessárias deverá guardar a receita, carregando em “save” (se necessário escolher um novo nome), para que estas se tornem efectivas!



### 3.3 Executar uma receita

Antes de executar a receita deverá verificar a informação e o perfil da mesma!

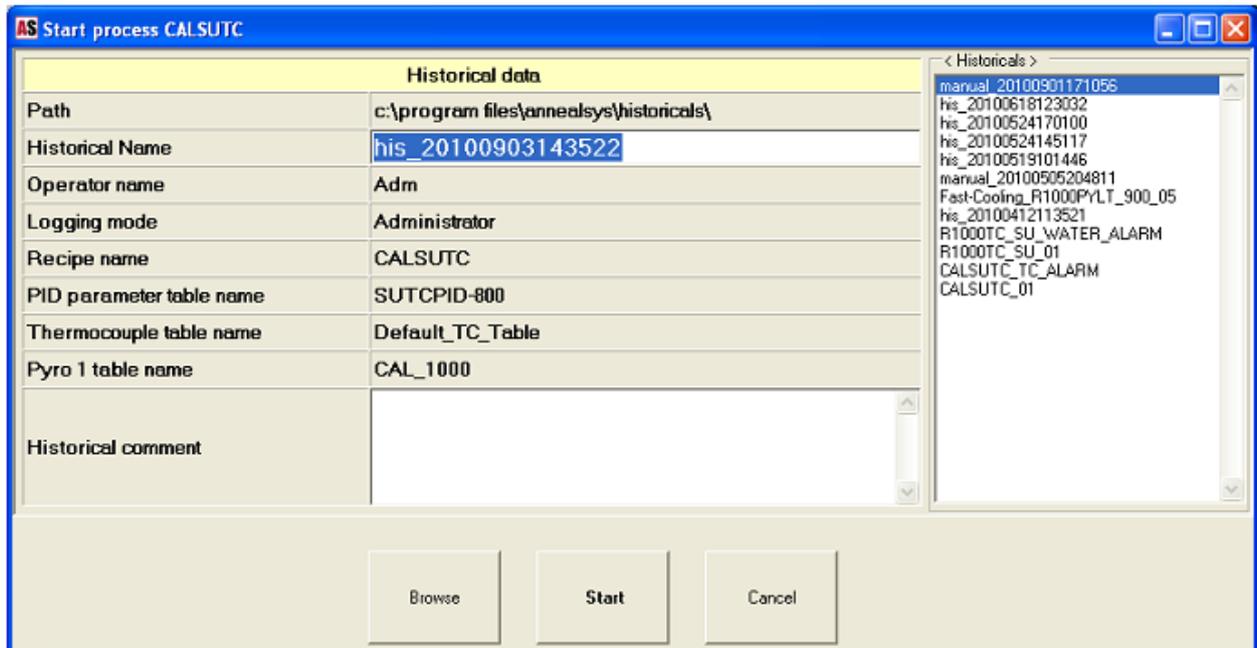
Para executar uma receita no RTA abrir o painel “Process”:



De seguida fazer download e executar a receita pretendida, carregando em “Start process”

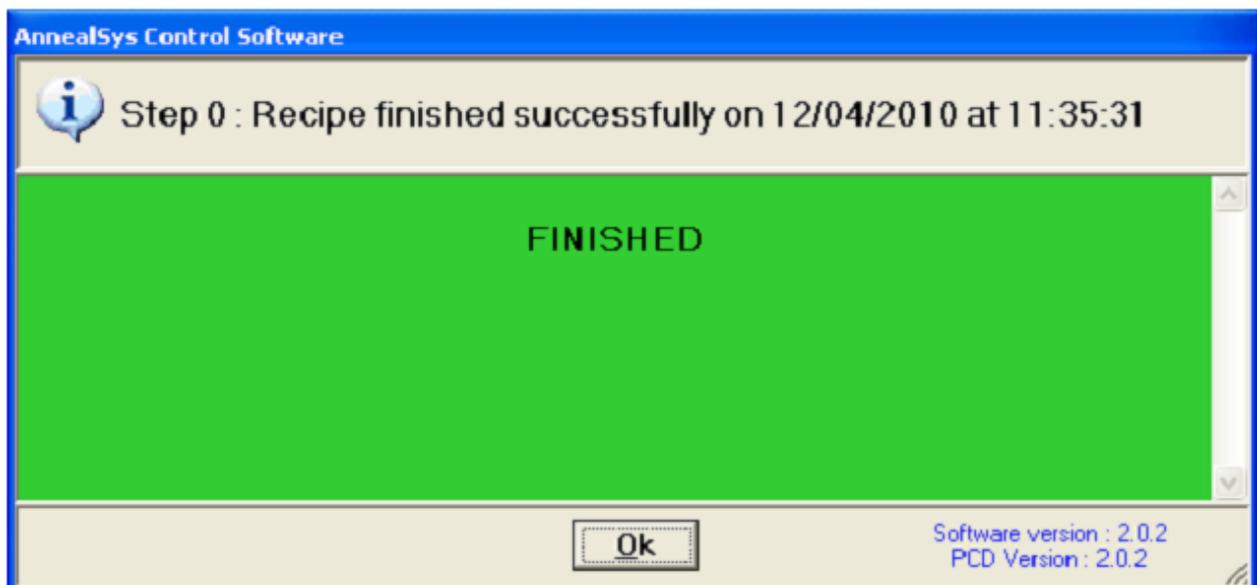
Recipe to download		
Name	Annealing_Argon	<input type="button" value="Download"/>  <input type="button" value="Start process"/>
Creation date	17/01/2011 - 15:10:46	
Modification date	09/09/2011 - 12:56:51	
User name	Adm	
PID table	SUHTPID_20110118_wolid_1200	
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table	
Pyrometer 1 calibration table (HT)	CALSUHT_20110118	
Post recipe action	Purge	

Deverá dar um nome adequado ao histórico e preencher o campo de comentários, se necessário. (Recomendado)!



Inicie o processo carregando em “Start”!

Depois de terminado o processo aparecerá uma mensagem de sucesso caso não ocorra nenhum problema!



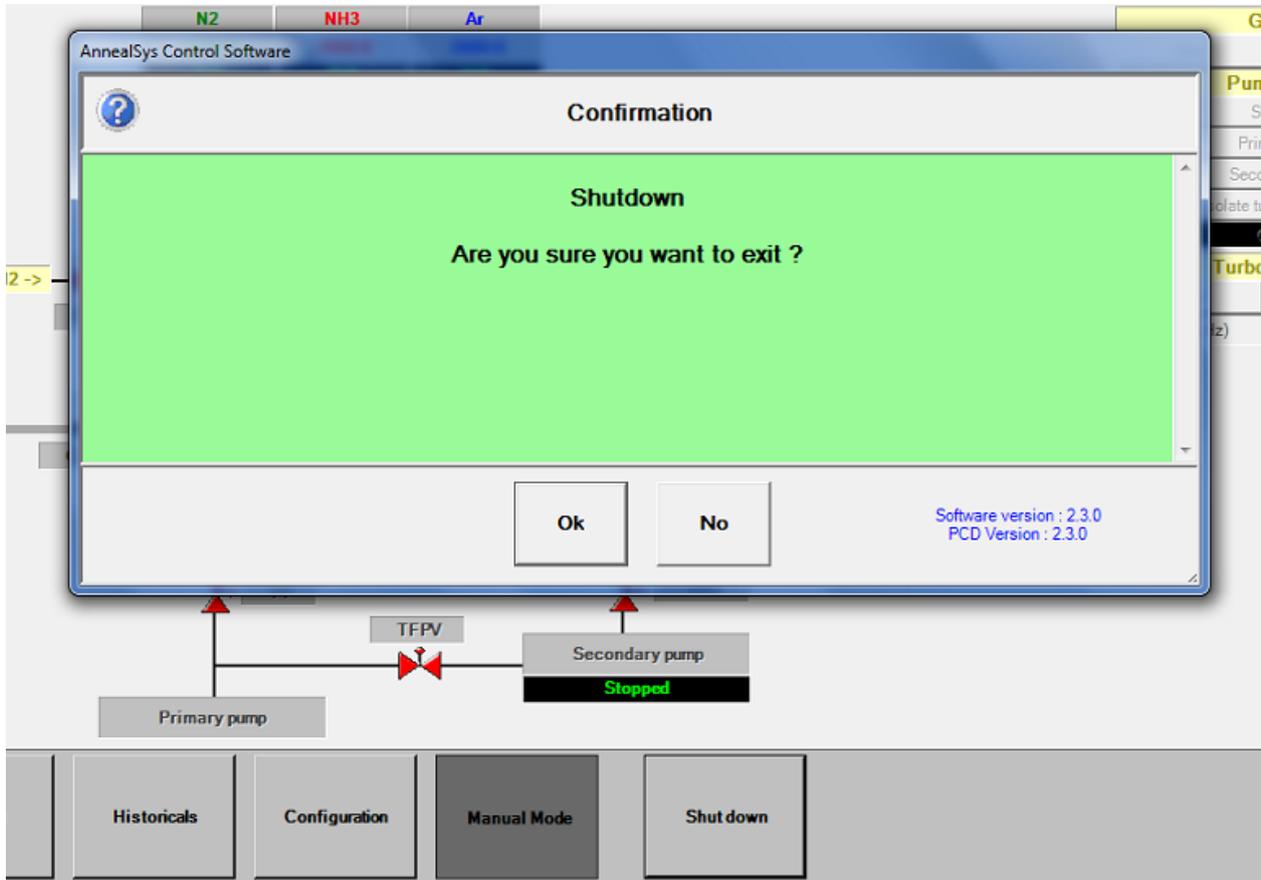
Poderá destrancar a câmara e retirar a amostra!



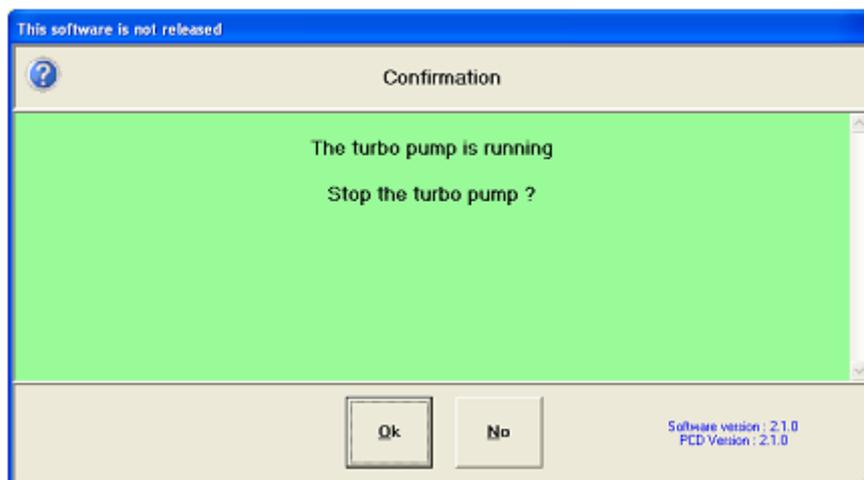
## 4. DESLIGAR O RTA

### 4.1. Desligar no RTA

Depois de trancada a câmara do RTA e não sendo necessário novo recozimento poderá proceder ao encerramento do software carregando em “Shutdown”!



No caso de não o ter ainda feito, aparecerá um aviso a perguntar se pretende desligar a bomba de vazio, deverá responder afirmativamente!



Verificar que toda a alimentação do RTA é desligada, para tal devemos desligar os diversos disjuntores.



Encerrar o RTA carregando no botão OFF, a vermelho, na frente do RTA



Na parte de trás do RTA desligar o "GENERAL CIRCUIT BREAKER" ao colocá-lo na posição ilustrada ao lado (para baixo)!

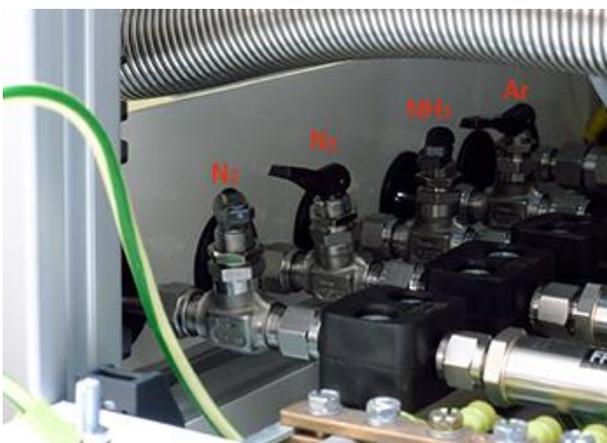


Desligar o interruptor da alimentação, na parede, rodar para a posição 0.

## 4.2. Verificação no interior

### 4.2.1. Tubagens na sala de fornos

Deverão ser fechadas todas as tubagens de admissão de gás e Água!



Fechar todas 2 válvulas!

Baixar a parte plástica para fechar!



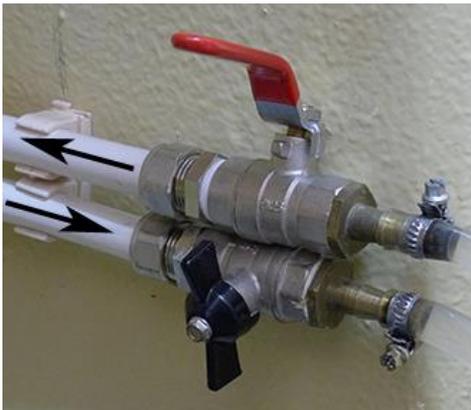
Fechar o painel lateral apertando os parafusos necessários (2, máx. 6)



Fechar a válvula 1, 2 e 3.

#### 4.2.2. Admissão de água para arrefecimento do RTA

Devemos certificar-nos que o forno é refrigerado com um fluxo conveniente, para isso deverão ser verificadas todas as tubagens de admissão de água, verificar que não existam fugas e o seu bom estado!



Fechar as torneiras de circulação de água necessária para refrigeração do forno RTA.

Na foto as torneiras estão fechadas!

### 4.3. Verificação no exterior

Depois de operar o forno RTA é necessário fechar as válvulas das garrafas de gás e respectivos redutores (Rodar no sentido dos ponteiros do relógio para abrir!);



**Os redutores devem ficar com o parafuso de regulação desapertado (não dar passagem de gás) no momento em que se fecham as garrafas!**



Fechar a garrafa de N2 e o!  
(Rodar o parafuso no parafuso no sentido contrario aos ponteiros do relógio)!



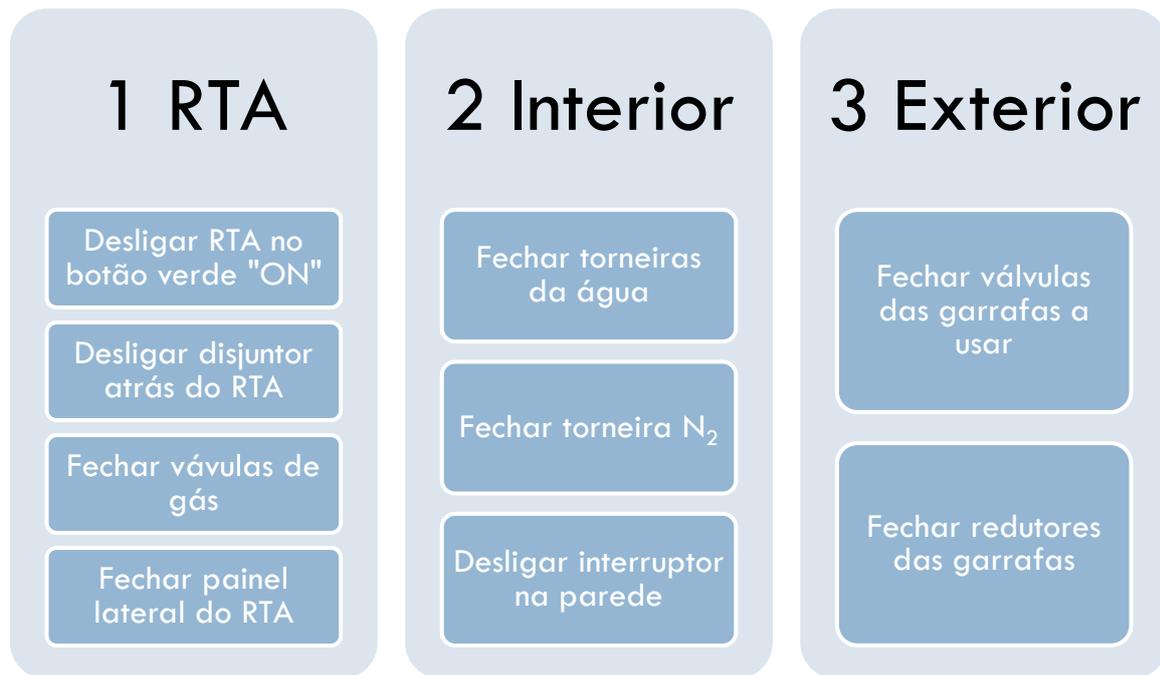
Fechar o redutor da linha de N2!  
(Rodar o parafuso no parafuso no sentido contrario aos ponteiros do relógio).

Fechar as restantes garrafas e redutores, se necessário!



**ATENÇÃO: Verificar que todas as garrafas ficaram fechadas, de modo a evitar perdas de gás!!!**

#### 4.4. Resumo na preparação do equipamento de RTA



## 5. ANEXO

### 5.1. Receitas

Na janela “Recipes” poderá, no campo “Recipe name” e no separador “Header”, seleccionar a receita que quer verificar/modificar! No separador “Profile” poderá visualizar o perfil do tratamento térmico que corresponde à receita seleccionada! No separador “Steps” poderá verificar os passos da receita e modificá-los, se necessário!

Recipe header information	
System	AS-ONE
Creation date	17/01/2011 - 15:10:46
Modification date	18/10/2011 - 15:26:32
User Name	Adm
Recipe name	multiple10_5_100N2
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table (HT)	CALSUHT_20110118
PID control parameter table	SUHTPID_20110118_wolid_1200
Post recipe action	<input checked="" type="radio"/> Purge <input type="radio"/> Clean <input type="radio"/> None
<div style="border: 1px solid gray; height: 60px; width: 100%;"></div>	
< Commands >	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>New</span> <span>Browse</span> <span>Delete</span> <span>Print</span> <span>Save as</span> <span>Save</span> </div>	

Recipes

Process

Historicals

Configuration

Manual Mode

Shut down

Software version : 2.3.0  
 PCD Version : 2.3.0

A seguir é apresentada uma receita genérica com a explicação de cada passo:

Recipe header information	
System	AS-ONE
Creation date	17/01/2011 - 15:10:46
Modification date	30/11/2011 - 15:28:36
User Name	Adm
Recipe name	Annealing_Nitrogen
Thermocouple calibration table	Default_TC_Table
Pyrometer 1 calibration table (HT)	CALSUHT_20110118
PID control parameter table	SUHTPID_20110118_wolid_1200
Post recipe action	<input checked="" type="radio"/> Purge <input type="radio"/> Clean <input type="radio"/> None
<div style="border: 1px solid gray; height: 60px; width: 100%;"></div>	
< Commands >	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span>New</span> <span>Browse</span> <span>Delete</span> <span>Print</span> <span>Save as</span> <span>Save</span> </div>	

No separador “Header” aparece a informação relativa à receita bem como a acção que será executada depois da receita -> Purga, Limpeza ou Nenhuma acção! Em geral estas opções não deverão ser alteradas pelo utilizador!

No passo 1 faz-se vácuo primário até 1 mbar com a opção “Rough pump”!

No passo 2 faz-se alto vácuo até ao valor pretendido, máximo recomendado 2e-5 mbar, recomendado 6E-6 mbar, mínimo possível 3,6E-6 mbar!

No passo 3 espera-se algum tempo para operações de válvulas do RTA!

< Step 1 >		
Pressure		
<	1	mBar
Power (%)		
0		
PID Autotuning		
Rough pump		
OFF		
OFF		
0	--	--
0	--	--
0	--	--

< Step 2 >		
Pressure		
<	2E-05	mBar
Power (%)		
0		
PID Autotuning		
Turbo pump		
OFF		
OFF		
0	--	--
0	--	--
0	--	--

< Step 3 >		
Duration		
<	3	s
Power (%)		
0		
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
OFF		
0	--	--
0	--	--
0	--	--

Nos passos 4 a 6 vai-se encher a câmara com o gás pretendido para o recozimento.

No passo 4 inicia-se o processo com um enchimento lento e constante a 100 sccm.

No passo 5 faz-se uma rampa até 1000 sccm ao fim de 60s.

No passo 6, a uns constantes 1000 sccm, leva-se a câmara à pressão atmosférica! (Note a opção de alarme activada – o processo será interrompido se o fluxo de gás variar consideravelmente!

< Step 4 >		
Duration		
<	100	s
Power (%)		
0		
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
100	--	--
0	--	--
0	--	--

< Step 5 >		
Duration		
<	60	s
Power (%)		
0		
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
1000	R	--
0	--	--
0	--	--

< Step 6 >		
ATM		
Power (%)		
0		
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
1000	--	A
0	--	--
0	--	--

Os passos 4 e 5 são necessários para evitar que o fluxo de gás a entrar na câmara não desloque/vire as amostras de pequena dimensão! A opção de alarme não funciona

correctamente quando usada em conjunto com a opção de rampa! Mínimo de fluxo para usar a opção alarme -> 80 sccm!

No passo 7, (com pequeno fluxo), faz-se um aquecimento sem controlo até 200 °C pois o pirómetro instalado apenas reage a temperaturas superiores a 150 °C!

No passo 8 faz-se um aquecimento controlado até à temperatura pretendida!

No passo 9 define-se o tempo de tratamento térmico (ver anexo A3 Hardware - Performances e limitações)!

< Step 7 >		
Temp.Pyro1		
>	200	°C
Power (‰)		
100	--	
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
100	--	A
0	--	--
0	--	--

< Step 8 >		
Ramping		
	30	°C/s
Pyro 1 (°C)		
1100	--	
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
100	--	A
0	--	--
0	--	--

< Step 9 >		
Duration		
	30	s
Pyro 1 (°C)		
1100	--	
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
100	--	A
0	--	--
0	--	--

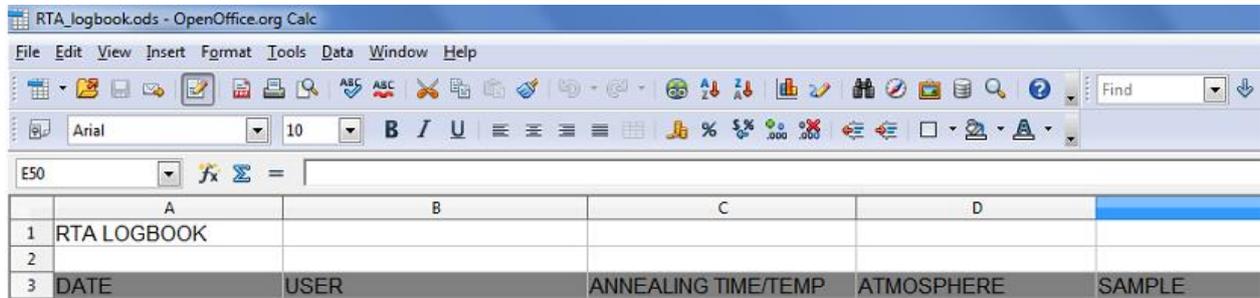
No passo 10 espera-se que a temperatura da câmara baixe, com fluxo do gás, até ao momento de executar a acção pós-receita. Tal momento é definido pelo passo 11, sem alteração dos parâmetros por defeito!

< Step 10 >		
Temp.Pyro1		
<	200	°C
Power (‰)		
0	--	
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
ON		
100	--	A
0	--	--
0	--	--

< Step 11 >		
Duration		
	0	s
Power (‰)		
0	--	
PID Autotuning		
No pumping		
OFF		
OFF		
0	--	--
0	--	--
0	--	--

### 5.2. Logbook do RTA

Deverá registar o seu uso do RTA no ficheiro em formato de folha de cálculo existente no ambiente de trabalho do portátil de controlo do RTA.



### 5.3. Hardware – Performances e Limitações

O forno RTA está preparado para funcionar a alta temperatura (máx 1500 °C). A seguir a tabela do tempo limite para determinada temperatura:

Temperature	Maximum duration
1500°C	30 s
1400°C	150 s
1200°C	15 mn
950°C	3 hours

Mediante o intervalo de temperaturas a usar deve ser escolhido o sensor de temperatura apropriado:

<b>Termopar</b>	<b>0 – 1000 °C</b>
<b>Pirómetro de baixa temperatura</b>	150 – 1100 °C
<b>Pirómetro de alta temperatura</b>	400 – 1500 °C

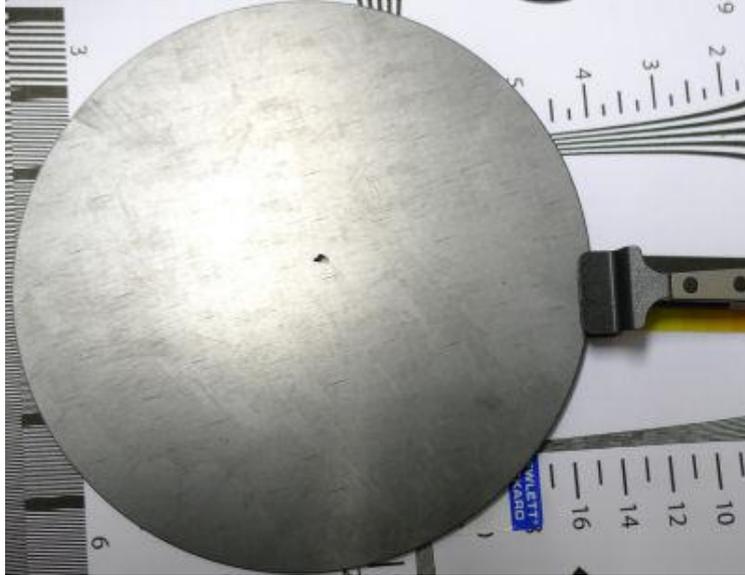
Rampa máxima de aquecimento

<b>Óptima</b>	<b>30 °C/s</b>
<b>Máxima recomendada</b>	40 °C/s
<b>Máximo</b>	200 °C/s (limitado a 50 °C/s)

#### 5.4. Uso da tampa de grafite

Existe uma tampa de grafite purificada (97mm diâmetro) que poderá ser colocada a cobrir o suporte de grafite, (por cima das amostras), para:

- Garantir a homogeneidade da temperatura em todas as partes do suporte;
- Garantir que as amostras não se movem durante a admissão de gás. O forno RTA está preparado para funcionar a alta temperatura (máx 1500 °C). A seguir



**ATENÇÃO: Não tocar no suporte de grafite com as mãos!  
Manusear sempre a tampa de grafite com a pinça apropriada!  
Não tocar com a pinça ou peças de grafite em metais!**



Pinça para manusear as peças de grafite

### 5.5. Uso de NH<sub>3</sub> – Precauções especiais!

A amônia é uma substância produzida em grandes quantidades por sociedades químicas. Fica queimado quando a condensação do ar atinge valores entre 16 e 25% e é inflamável quando atinge a temperatura de 651°C. A título de curiosidade pode também referir-se que a amônia está também presente nos sistemas de refrigeração e controle térmico nas estações espaciais.

A amônia apresenta alguns riscos:

- Ingestão: Perigoso. Os sintomas incluem náusea e vômitos, causando danos aos lábios, boca e esôfago.
- Inalação: Os vapores são extremamente irritantes e corrosivos.
- Pele: Soluções concentradas podem produzir queimaduras severas e necroses.
- Olhos: Pode causar danos permanentes, inclusive em quantidades pequenas. Existe uma tampa de grafite purificada (97mm diâmetro) que poderá ser colocada a cobrir o suporte de grafite, (por cima das amostras), para:



#### **ATENÇÃO:**

**O amoníaco é um gás tóxico, corrosivo e inflamável!  
Precauções e cuidados adicionais são necessários!  
O Amoníaco pode formar misturas explosivas com o oxigénio!**



**Recomenda-se o uso de óculos de protecção, bata e luvas no momento de abertura ou fecho da garrafa de amoníaco e do respectivo redutor!!**

## 5. POSSÍVEIS PROBLEMAS E SOLUÇÕES

### **Depois de um recozimento a câmara não abre!**

Verificar se a câmara se encontra à pressão atmosférica ( $1 \times 10^3$  mbar). Se a pressão for inferior fazer purga durante alguns segundos!

### **Ao executar o software de controlo do RTA dá erro: “ Sistema desligado “**

Ligar o interruptor na parede e/ou o disjuntor na parte de trás do RTA.

### **Ao executar uma receita o processo é abortado e aparece a mensagem de erro “EOS condition found at step 0”**

Provavelmente algum dos parâmetros do RTA não se encontrava ainda no valor necessário -> executar novamente a receita!

### **O processo é abortado e aparece a mensagem de erro “Gas process line”**

Ocorreu uma falha de gás (>10%) num passo em que o alarme está activo. (Atenção: não activar alarme durante rampas de gás!)

(Atenção: Não activar o alarme para fluxos de gás inferiores a 80 sccm!)