

## APRESENTAÇÃO



A Luftech Soluções Ambientais Ltda. é uma empresa brasileira com tradição nos diversos ramos da engenharia ambiental. Desde 1992, em parceria com universidades e instituições do Brasil e da Alemanha, desenvolve e produz equipamentos e projetos que contribuem para a preservação do Meio Ambiente com uma perfeita relação custo-benefício.



Da mesma forma, ela desenvolve sistemas de processamento para diferentes tipos de resíduos, atendendo normas específicas, no que se refere à segurança, reaproveitamento de materiais e reciclagem energética.



### Missão:

Oferecer soluções ambientais através de tecnologias mais limpas e de forma sustentável.



### Visão:

Ser reconhecida como soluções ambientais pelo mercado em que atua, garantindo a rentabilidade da empresa.



**Luftech: Onde o meio ambiente encontra tecnologia!**



## ÍNDICE

<b>1. MEMORIAL DESCRIPTIVO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Sistema de Incineração Luftech.....</b>	<b>4</b>
1.1.1. Vantagens .....	4
1.1.2. Cuidados e Informações sobre o Sistema .....	5
1.1.3. Materiais Passíveis de Incineração .....	5
1.1.4. Capacidade de Processamento e Rendimento/Eficiência.....	6
1.1.5. Dinâmica dos Gases .....	7
1.1.6. Perfil de Temperatura.....	7
<b>1.2. Características Operacionais e Construtivas do Sistema de Incineração Luftech</b>	<b>8</b>
1.2.1. Reator de Gaseificação e Combustão .....	10
1.2.2. Sistema de Tratamento dos Gases .....	22
1.2.3. Controles e Monitoramento .....	30
<b>1.3. Desempenho do Sistema de Incineração Luftech – SIL.....</b>	<b>32</b>
1.3.1. Emissões de Gases.....	32
1.3.2. Emissões de Cinzas .....	33
1.3.3. Emissões de Efluentes .....	33
<b>2. MANUAL DE OPERAÇÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>2.1. Cuidados com o Sistema.....</b>	<b>36</b>
<b>2.2. Funcionamento da Interface Homem-Máquina (IHM) .....</b>	<b>36</b>
<b>2.3. Procedimentos de Operação.....</b>	<b>41</b>
2.3.1. Antes do Início do Processo .....	41
2.3.2. Teste de Ignição .....	42
2.3.3. Início de operação .....	42
2.3.4. Regulagem das Válvulas .....	42
2.3.5. Movimento da Grelha .....	45
2.3.6. Precauções Quanto à Alimentação .....	46
2.3.7. Corte de Energia .....	46
2.3.8. Retorno de Energia .....	46
2.3.9. Término do Processo .....	47
<b>3. MANUAL DE MANUTENÇÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1. Manutenção Operacional.....</b>	<b>48</b>
3.1.1. Diária.....	48
3.1.2. Semanal .....	49
3.1.3. Mensal.....	50
<b>3.2. Manutenção Preventiva .....</b>	<b>50</b>

3.2.1.	Mecânica.....	50
3.2.2.	Elétrica .....	50
3.2.3.	Instrumentação .....	50
3.2.4.	Plano de Manutenção .....	51
<b>3.3.</b>	<b>DESENHOS.....</b>	<b>54</b>

## 1. MEMORIAL DESCRIPTIVO

**Marca:** Luftech

**Modelo:** RGL 600SE PPL200

**Número de Série:** 2012-453

**Ano de fabricação:** 2012

**Cliente:** Consórcio Construtor Belo Monte.

### 1.1. Sistema de Incineração Luftech

O Sistema de Incineração Luftech (SIL) é composto de um Reator de Gaseificação e Combustão Combinadas, um Sistema de Tratamento de Gases e um Sistema de Controle e Monitoramento.

#### 1.1.1. Vantagens

- Sistema muito eficaz, pela sua tecnologia, nos aspectos ambientais, econômicos e de saúde pública;
- Sistema de autocombustão. Depois de iniciado o processo e dependendo do resíduo, o sistema não necessita de combustível auxiliar, o próprio resíduo torna-se o combustível;
- Apresenta possibilidade de aproveitamento da energia térmica gerada pela incineração dos resíduos para a geração de vapor, energia elétrica ou frio industrial;
- Reduz o volume do resíduo em até 98% com consequente economia no processo de destinação final;
- Atende integralmente a resolução CONAMA 316/2002;
- É comandado por CLP (Controlador Lógico Programável), permitindo o acompanhamento preciso e imediato das variações do processo e possibilitando maior agilidade nas regulagens necessárias;
- O monitoramento contínuo de gases - CO (monóxido de carbono) e O<sub>2</sub> (oxigênio) – permite o acompanhamento online e a emissão de relatórios periódicos que indicam a qualidade do processo de incineração;
- Funciona seguindo o princípio da gaseificação e combustão combinadas, distinguindo as fases de secagem, decomposição, gaseificação, combustão primária e pós-combustão, baseado em tecnologia alemã e desenvolvida pela LUFTECH;
- A Luftech é amplamente reconhecida, pois seus equipamentos são licenciados no Brasil e no exterior, demonstrando a total aprovação dos órgãos ambientais e a sua capacidade técnica e tecnológica de desenvolvimento de produtos;

### 1.1.2. Cuidados e Informações sobre o Sistema

**Rede elétrica:**

O painel de comando está projetado para tensões de 380 V, trifásico 60 Hz.

**Compressor:**

Sua localização, instalação, operação e manutenção devem atender à NR 13 (norma para vasos de pressão).

**Combustível:**

O combustível auxiliar adequado é o Querosene. O sistema de combustível deve trabalhar com pressão máxima de 1 bar. Uma pressão maior, além de afetar o funcionamento pela quantidade de combustível injetado, compromete a segurança do equipamento e do operador.

**Sistema pneumático:**

A pressão nos cilindros da tampa interna, da tampa externa e dos dampers deve ser de 5 a 6 bar. A velocidade dos cilindros das tampas e dos dampers devem ser reguladas de forma a não comprometer o funcionamento do equipamento e a segurança dos operadores.

### 1.1.3. Materiais Passíveis de Incineração

Todos os resíduos orgânicos oxidáveis podem ser, teoricamente, incinerados. Dentre os resíduos não passíveis de incineração estão os resíduos minerais, como vidros, metais e óxidos metálicos.

Há, no entanto, outros resíduos incineráveis que podem oferecer grandes riscos ao meio ambiente ou à estrutura das instalações, independentemente do tipo de incinerador utilizado. Devido à complexidade do tema, a equipe técnica da Luftech está sempre disponível para prestar assessoria no assunto.

Os resíduos deverão ter as seguintes características para que possam ser processados com segurança e sem a necessidade de utilização de combustível auxiliar:

- O Poder Calorífico Inferior - PCI do resíduo deve ser igual ou maior 2.500 Kcal/Kg.
- O teor de umidade do resíduo, quando seu poder calorífico for 2.500 Kcal/Kg, poderá ser igual ou menor do que 15%; no caso de resíduos com poder calorífico acima de 3.500 Kcal/kg, seu teor de umidade poderá ser igual ou menor do que 30%.
- As dimensões dos resíduos deverão ser iguais ou menores que a metade da dimensão interna da Câmara de Alimentação.

Como a corrosividade e explosividade dos resíduos são incompatíveis com o processo de incineração, resíduos contendo PVC em alta concentração, aerossóis, ascarel, entre outros, não podem ser incinerados.

Deve-se evitar a mistura de vidro e outros materiais inorgânicos em quantidades significativas, no resíduo a ser incinerado, pois os mesmos podem fundir-se em contato com as cinzas e formar um aglomerado extremamente duro e difícil de ser retirado do Cinzeiro.

Alguns resíduos que podem ser processados:

- Papel e madeira;
- Polietileno, polipropileno, poliestireno, isopor, poliéster, acrílico e epóxi;
- FRP, ABS, nylon, borracha natural e borracha sintética;
- Pneu, filme e couro sintético;
- Resíduos de couro e wet blue;
- Óleo e solventes usados, tintas e similares exigem cuidados no processamento. Consulte a Luftech antes de processá-los.

Na dúvida sobre a possibilidade de processamento de determinados resíduos, consulte previamente a Luftech.

#### 1.1.4. Capacidade de Processamento e Rendimento/Eficiência

A eficiência do Reator na redução de volume do material incinerado é de até 99%, dependendo do tipo de resíduo. Quanto maior a fração inorgânica, como a encontrada em vidros e metais, tanto menor será a redução de peso pela incineração. Em resíduos hospitalares, por exemplo, a redução do peso varia entre 95% e 98%.

A Eficiência de Destruição e Remoção (EDR) da matéria orgânica do Reator é de 99,99%, conforme exigido pela Resolução 316/2002 do CONAMA. O sistema Luftech atinge essa eficiência pelo uso do princípio da gaseificação e combustão combinadas, pela manutenção do leito em brasa no cinzeiro, o que promove uma requeima, e pelo tempo de residência dos gases nas Câmaras.

- Em termos energéticos, o rendimento do Reator é de 90%. Os 10% de energia restante são perdidos pela transferência de calor através das paredes do equipamento e pelas cinzas. A energia não perdida segue do Reator para o sistema de tratamento dos gases.

**Tabela 1: Características Técnicas dos Equipamentos**

CARACTERÍSTICAS DE PROJETO	MODELO		
	RGL 350SE	RGL 600SE	RGL 1500SE
Capacidade Nominal - kg/h	Até 100	Até 200	Até 500
Capacidade Térmica - kW*	Até 300	Até 600	Até 1500
Vazão dos Gases - Nm <sup>3</sup> /h	850	1700	4250
Volume de Cinzeiro – litros	140	251	660
Temperatura Câmara de Alimentação - °C	70 a 100		
Temperatura Câmara de Combustão Primária - °C	300 a 700		
Temperatura Câmara de Pós-Combustão - °C	900 a 1200		
Tempo de Residência dos Gases nas Câmaras - s	2	2	2
Vazão dos Gases depois da Câmara de Pós-Combustão, a 1000°C – m <sup>3</sup> /h	4000	8000	20000

\* Baseado em um Poder Calorífico Inferior do resíduo de 2500 kcal/kg

### 1.1.5. Dinâmica dos Gases

Tempo de residência dos gases: o tempo de residência dos gases na pós-combustão a temperaturas acima de 800 °C é de 2 segundos (vide Tabela 1: Características Técnicas dos Equipamentos). Esse tempo de residência no equipamento Luftech atinge o dobro do tempo exigido pela Resolução CONAMA 316/2002.

Velocidade e vazão dos gases: a velocidade dos gases na saída da Câmara de pós-combustão é de aproximadamente 17,7 m/s. As vazões (estimadas) dos gases na saída da Câmara de combustão e pós-combustão podem ser conferidas na Tabela 1: Características Técnicas dos Equipamentos.

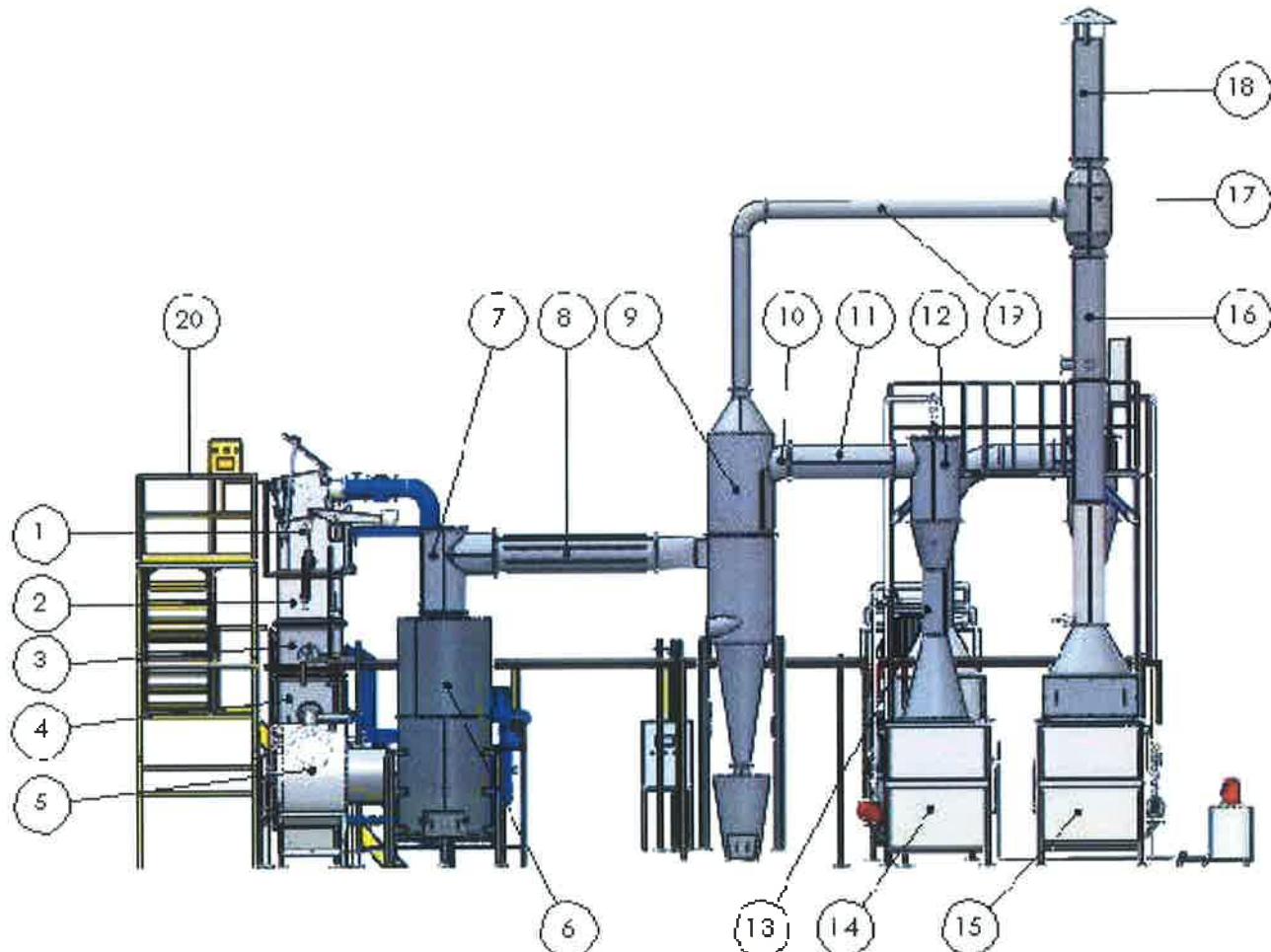
### 1.1.6. Perfil de Temperatura

Na queima de materiais com alto poder calorífico, a temperatura da Câmara de pós-combustão pode atingir até 1200°C, apesar de operar em uma faixa entre 900°C e 1100°C. Altas temperaturas não são recomendadas, pois aumentam o teor de óxidos nitrosos nos gases provenientes da queima do resíduo. As temperaturas de trabalho estão indicadas na Tabela 1: Característica Técnicas dos Equipamentos.

## 1.2. Características Operacionais e Construtivas do Sistema de Incineração Luftech

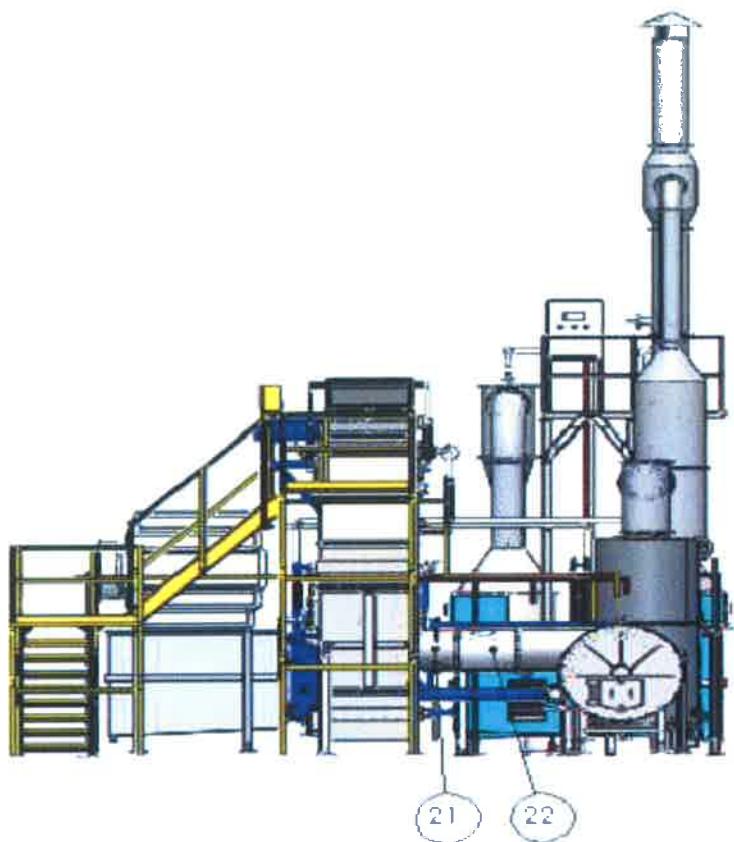
Neste capítulo do manual o operador encontrará informações sobre a estrutura e funcionamento do sistema de incineração Luftech.

**Figura 1: Reator RGL600 SE e Lavador PPL 200 2V (Vista Lateral Direita)**



1	Câmara de Alimentação	11	Tubo Ligação Ciclone-Tê 1º venturi
2	Câmara Intermediária	12	Tê do 1º Venturi
3	Câmara de Gaseificação	13	1º Venturi
4	Câmara de Combustão	14	Tanque do 1º Venturi
5	Câmara de Pós-Combustão	15	Tanque do 2º Venturi
6	Câmara de Expansão dos Gases	16	Tubos de Analise dos Gases
7	Tê da Câmara de Expansão dos Gases	17	Desumidificador
8	Resfriador	18	Chaminé
9	Ciclone de Alta Eficiência	19	Ligação do Ciclone com Desumidificador
10	Curva de Ligação Tê-Ciclone	20	Plataforma de Alimentação

Figura 2: Reator RGL600 SE e Lavador PPL 200 2V (Vista Frontal)



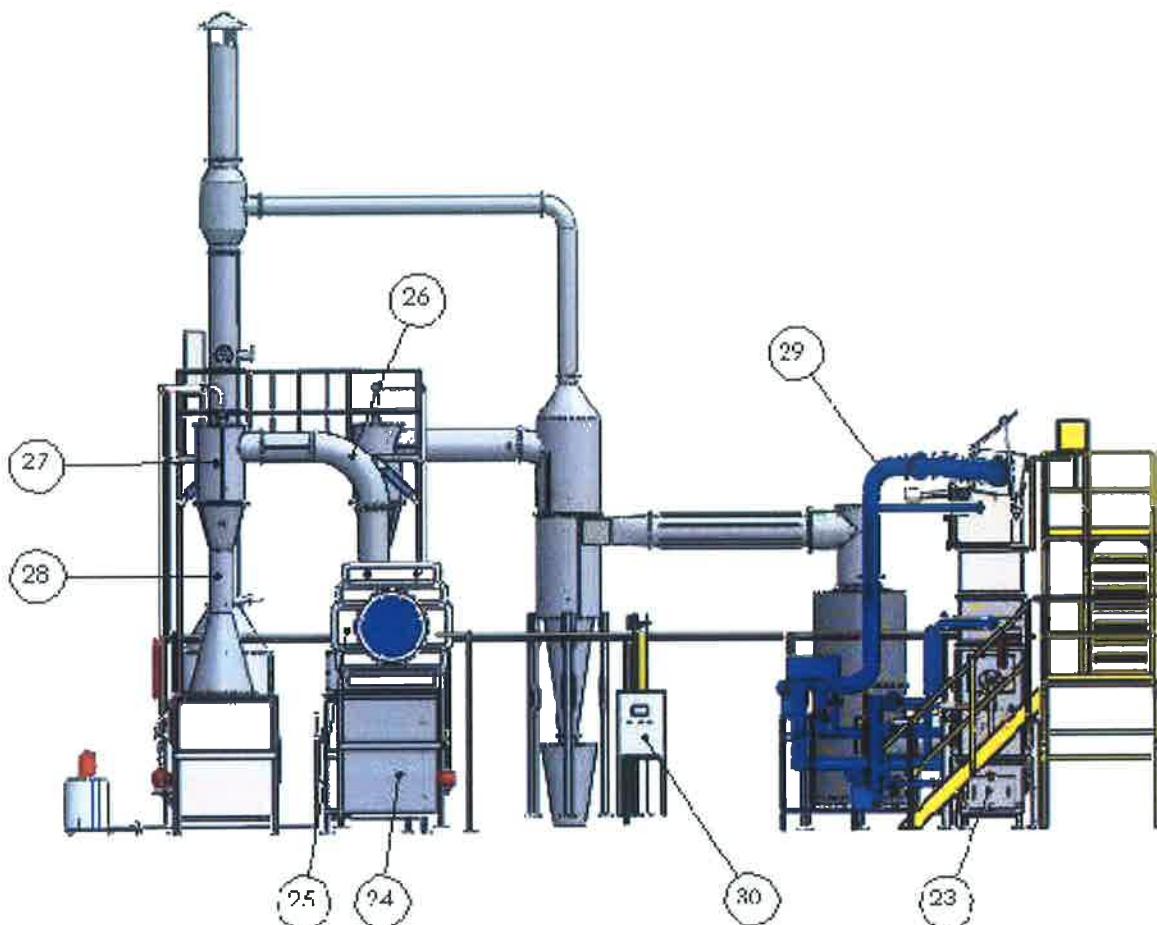
---

21 1º MIX

---

22 2º MIX

Figura 3: Reator RGL600 SE e Lavador PPL 200 2V (Vista Lateral Esquerda)



- 
- |    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 23 | Cinzeiro                        |
| 24 | Tanque da Torre de Resfriamento |
| 25 | Torre de Resfriamento           |
| 26 | Curva de Tanque-Tê 2º Venturi   |
| 27 | Tê do 2º Venturi                |
| 28 | 2º Venturi                      |
| 29 | Sistema de Ar                   |
| 30 | Sistema elétrico                |
- 

### 1.2.1. Reator de Gaseificação e Combustão

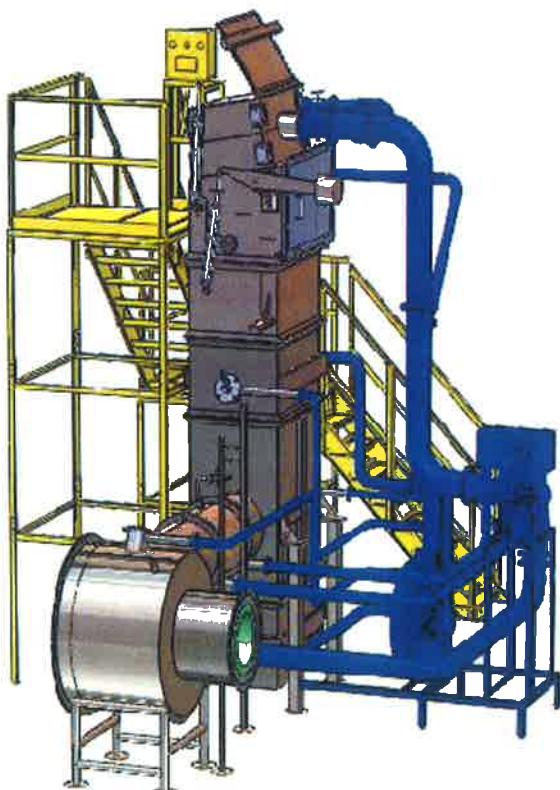
Os Reatores de Gaseificação Luftech (RGL) funcionam utilizando a tecnologia de gaseificação e combustão combinadas. Esse princípio de funcionamento, baseado em tecnologia desenvolvida na Alemanha pela KFA-Jülich, um dos maiores centros de pesquisa nuclear, atinge a combustão completa com baixíssimas emissões de gases.

Para a obtenção deste rendimento, o controle das zonas de combustão e a regulagem das temperaturas tem significativa importância, afetando diretamente as emissões de CO (monóxido de carbono), C org. (carbono orgânico) e NOx (óxidos de nitrogênio).

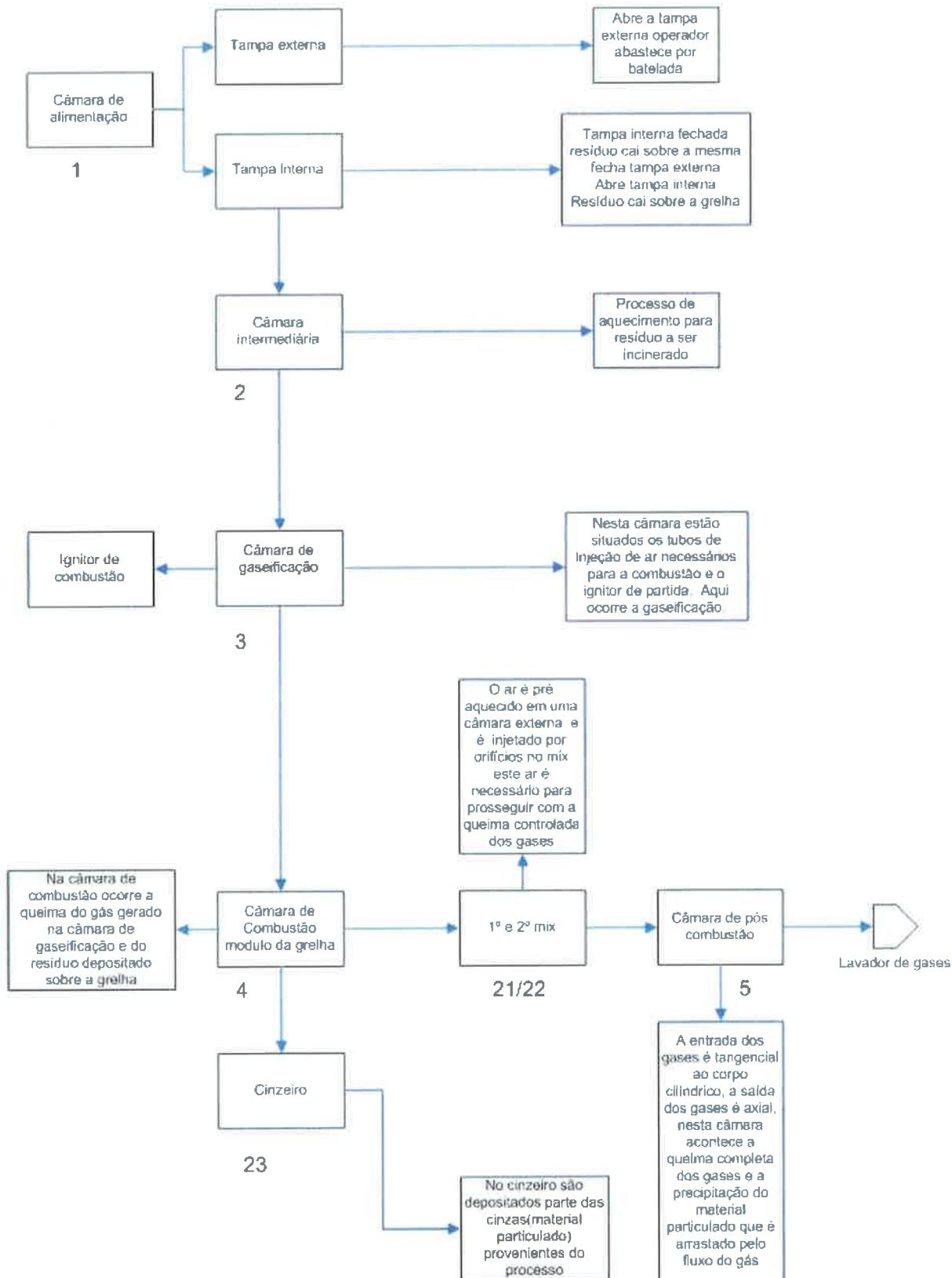
Nos Reatores LUFTECH, o material a ser incinerado é sucessivamente secado, decomposto e gaseificado. Os gases combustíveis formados nessas fases (cerca de 70% de CO e 30% de CxHy) são incinerados nas fases subseqüentes, atingindo temperaturas elevadas na Câmara de Pós-combustão (em torno de 1000°C), destruindo compostos tóxicos provenientes dos resíduos.

A geração de gás dentro do Reator é obtida pela adição de quantidades subestequiométricas de ar primário. O gás gerado é queimado na Câmara de Pós-combustão, sendo sua queima regulada através da entrada do ar secundário em quantidades estequiométricas.

**Figura 4: Desenho do Reator Luftech**



**Figura 5: Fluxo de Processo do Incinerador**



### 1.2.1.1. Câmara de Alimentação (1)

A Câmara de Alimentação se situa na parte superior do equipamento e é revestida internamente com placas de isolamento térmica. Possui uma tampa externa hermeticamente fechada com vedação por gaxeta, acionada pneumáticamente. O abastecimento do resíduo a ser incinerado é feito através da Câmara de Alimentação, por batelada e manualmente.

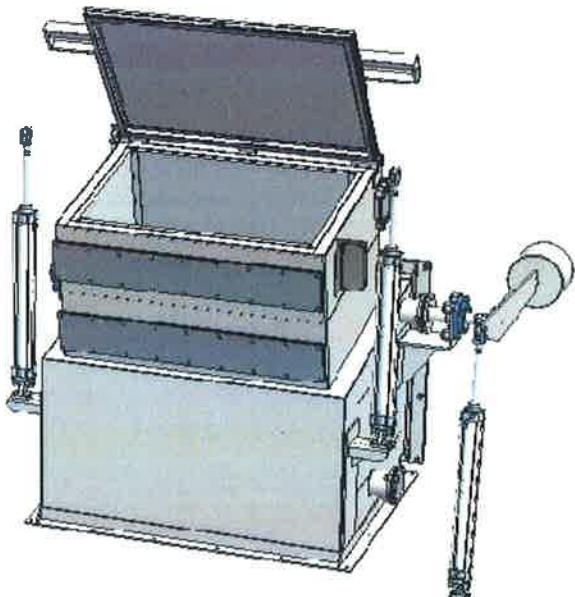
É composta de duas secções: uma superior e outra inferior. A parte inferior da secção superior da Câmara de Alimentação possui uma tampa interna acionada por cilindro pneumático que a isola hermeticamente da seção inferior, situada logo abaixo. Dessa forma, durante o abastecimento, a tampa interna é mantida fechada, enquanto a tampa externa permanece aberta, impedindo a saída de gases do interior do Reator e o contato direto do operador com o interior do equipamento.

Com a tampa interna da Câmara de Alimentação fechada, e um pouco antes da abertura da tampa externa, é feita a exaustão dos gases da Câmara por meio de um ventilador centrífugo. Enquanto a tampa externa estiver aberta, a exaustão será mantida.

A Câmara possui três válvulas que são acionadas de acordo com a situação das tampas (de abertura ou de fechamento), possibilitando a passagem do ar, ora através da Câmara de Alimentação, ora por aspiração direta do meio ambiente.

A secção inferior dessa Câmara tem parede dupla e duas tubulações: uma para a entrada e outra para a saída de ar de refrigeração. O ar é succionado por um ventilador centrífugo ligado à tubulação de saída.

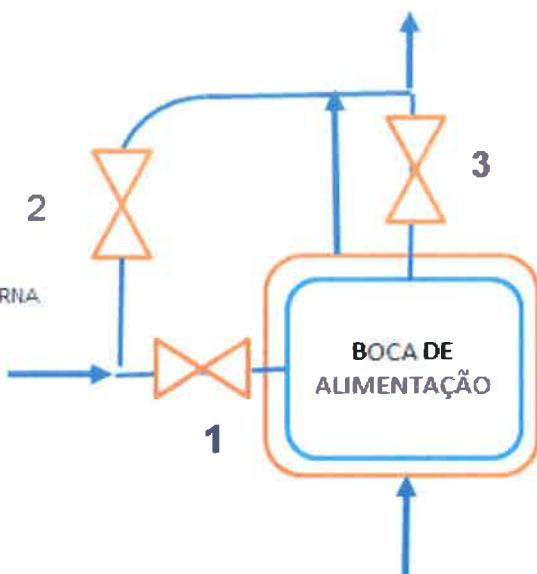
**Figura 6: Câmara de Alimentação**



**Figura 7: LÓGICA DE FUNCIONAMENTO DAS VÁLVULAS DA CÂMARA DE ALIMENTAÇÃO**

SITUAÇÃO 1

	ABERTA	FECHADA
TAMPA EXTERNA		
TAMPA INTERNA		
VALVULA 1		
VALVULA 2	■	
VALVULA 3	■	



SITUAÇÃO 2 - 5 SEGUNDOS ANTES DE ABRIR TAMPA EXTERNA

	ABERTA	FECHADA
TAMPA EXTERNA	■	
TAMPA INTERNA		
VALVULA 1		
VALVULA 2		
VALVULA 3		

SITUAÇÃO 3

	ABERTA	FECHADA
TAMPA EXTERNA		
TAMPA INTERNA		
VALVULA 1		
VALVULA 2		
VALVULA 3		

### 1.2.1.2. Câmara Intermediária (2)

Está localizada abaixo da Câmara de Alimentação e é revestida de material refratário e isolante. O processo de aquecimento, para início da secagem do material a ser incinerado, acontece nessa Câmara.

**Figura 8: Câmara Intermediária**



#### 1.2.1.3. Câmara de Gaseificação e Câmara de Combustão (3)(4)

As Câmaras de Gaseificação e de Combustão estão conectadas à Câmara intermediária, sendo ambas revestidas internamente com material isolante e refratário, separadas uma da outra pela Grelha.

Na parte intermediária da Câmara de Gaseificação estão posicionados dutos para entrada do ar necessário para a realização da gaseificação. O calor gerado pela Câmara de Combustão aquece, decompõe e gaseifica o material orgânico contido na Câmara de Gaseificação.

Abaixo dos tubos injetores de ar fica o bocal do queimador auxiliar, responsável pelo início do processo.

Na Câmara de combustão, posicionada abaixo da Câmara de Gaseificação ocorre a queima do gás gerado.

**Figura 9: Câmara de Combustão**



#### 1.2.1.4. Grelha

No primeiro terço da Câmara de Combustão está instalada uma grelha, de secção triangular, construída em aço SAE 1020. Esta grelha estende-se entre as paredes frontal e posterior da Câmara, deixando passagens pelas paredes laterais da Câmara. Pela folga existente entre a grelha e as paredes da Câmara passam os gases da combustão.

Para a remoção das cinzas e a desobstrução da folga entre as paredes da Câmara, a grelha pode ser movimentada através de uma alavanca. Como a folga entre as paredes e a grelha determina a pressão interna do Reator, é importante a movimentação periódica da grelha.

Um pouco acima da grelha está instalado um termopar para verificação da temperatura na Câmara de Gaseificação. Abaixo da grelha, na parede lateral esquerda do incinerador, existe um visor que permite a observação da queima dos gases.

Na parede oposta ao visor localiza-se o tubo de saída dos gases, denominado 1º Mix. Os gases em combustão, que entram por este tubo, podem ser observados pelo visor.

**Figura 10: Grelha**

#### 1.2.1.5. Primeiro Mix (21) e Segundo Mix (22)

O 1º Mix, ligado à Câmara de Combustão, está acoplado ao chamado 2º Mix, ambos são construídos em aço e revestidos por material refratário. Por fora destes tubos existe um segundo tubo de aço com diâmetro um pouco maior.

No espaço compreendido entre os dois tubos é injetado ar, este ar resfria as paredes do mix e se aquece.

Os tubos de aço, internos, possuem orifícios que possibilitam a entrada de ar pré-aquecido na Câmara do mix proporcionando o ar necessário para prosseguir com a queima controlada dos gases oriundos do Reator. No 2º mix existe um termopar que mede a temperatura.

**Figura 11: 2ºMix**

#### 1.2.1.6. Cinzeiro (23)

O Cinzeiro se localiza abaixo da Câmara de Combustão e é revestido internamente com material isolante e refratário. Na parte inferior deste existem tubos injetores de ar que promovem e garantem a combustão completa de qualquer resíduo orgânico nas cinzas.

A retirada das cinzas é feita através de uma gaveta de inspeção e acesso a qual é fechada por uma tampa revestida internamente com concreto refratário e manta de fibra cerâmica.

**Figura 12: Cinzeiro**



#### 1.2.1.7. Câmara de Pós-Combustão (5)

Esta Câmara tem como função realizar a queima completa dos gases gerados no Reator. Além disso, ela é também responsável pela retenção, através de precipitação, de grande parte do material particulado arrastado pelos gases.

Os gases oriundos do 2º mix entram tangencialmente nessa Câmara cilíndrica revestida internamente por uma camada isolante e outra refratária. Para tanto ela possui uma entrada de ar – também tangencial – e um queimador que garante uma temperatura mínima de acordo com as normas estabelecidas.

Enquanto a entrada dos gases é tangencial ao corpo cilíndrico da Câmara de Pós-combustão, a saída dos gases é axial e feita por uma das extremidades do cilindro. Em sua extremidade oposta existe uma porta de acesso para remoção periódica das cinzas depositadas na Câmara. Nesta Câmara há também um termopar para indicação de temperatura.

Figura 13: Câmara de Pós Combustão



#### 1.2.1.8. Sistema de Ar (29)

O ar necessário para a gaseificação e as duas etapas de combustão final dos gases é fornecido por sistemas de ar forçado: um de ar primário e o outro de ar secundário.

O sistema de ar primário serve essencialmente para fornecer ar para a gaseificação; e o sistema de ar secundário para fornecer ar para

a combustão final dos gases.

O ar primário é fornecido por um ventilador centrífugo que aspira o ar através da Câmara de Alimentação, ver secção 2.1.1. Este ar é levado a uma caixa de distribuição que possui cinco saídas com suas respectivas válvulas:

A saída correspondente à Válvula V1 fornece ar para a Câmara de Gaseificação.

A saída correspondente à válvula V7 fornece ar para o Cinzeiro.

As outras saídas, correspondentes às válvulas V2, V3 e V4, fornecem ar, respectivamente, para o queimador da Câmara de Gaseificação, o queimador da Câmara de Pós-combustão e o visor da câmara de combustão.

O ar secundário é fornecido por outro ventilador centrífugo que aspira o ar do ambiente, levando-o até uma caixa de distribuição que possui três saídas com suas respectivas válvulas:

A saída correspondente a válvula V6 (8) fornece ar para a Câmara de Pós-combustão.

As outras duas saídas, correspondentes às válvulas V5 e V8(6), fornecem ar, respectivamente, para o 1º e 2º mix.

**Figura 14: Sistema de Ar**



#### **1.2.1.9. Sistema Eletroeletrônico (30)**

O funcionamento do Reator e do Sistema de Tratamento de Gases é controlado e supervisionado por um Controlador Lógico Programável – CLP, modelo STEP-7-200 da Siemens.

Esse CLP conta com um programa operacional (software), especialmente desenvolvido para o Sistema de Incineração Luftech, o qual controla e monitora todas as funções e parâmetros, de acordo com a Resolução 316/2002 do CONAMA.

O CLP também dispõe de uma Interface Homem Máquina – IHM do tipo toque-na-tela (touchscreen) que serve às seguintes finalidades:

- Permitir a comunicação entre o operador e o sistema por meio de botões virtuais dispostos na tela;
- Acionar, em modo de teste, os diversos motores e tampas do equipamento;
- Apresentar os valores dos diversos parâmetros de funcionamento;
- Apresentar mensagens de erros ou falhas;
- Mostrar graficamente a situação operacional do processo de incineração, apresentando, por exemplo: a temperatura nas diversas câmaras, o valor do pH e o nível da água dos tanques lavadores.
- Mostrar os valores das leituras de CO e O<sub>2</sub> obtidas pelo Monitoramento Contínuo Luftech.

**Figura 15: Quadro de Comando****Acionamentos:**

- Motores dos ventiladores insufladores de ar;
- Motores das bombas hidráulicas dos lavadores de gases;
- Motor da bomba de sucção dos gases da chaminé para análise;
- Motor do agitador da solução de soda;
- Válvulas solenóides de reposição d'água nos tanques lavadores;
- Válvulas solenóides de abertura e fechamento das tampas;
- Válvulas solenóide de abertura e fechamento dos dampers;
- Válvula pneumática de comando da bomba de dosagem de solução de soda.

**Controle e supervisão:**

Todos os acionamentos são controlados e supervisionados pelo programa do CLP, qualquer falha ou erro operacional o programa aciona imediatamente um alarme e apresenta na tela da IHM a ocorrência da falha.

O programa operacional do CLP determina condições de funcionamento em observância às exigências da Resolução 316/2002 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), assim resumidas:

**Intertravamento das tampas:** O incinerador RGL 600 SE possui duas tampas na Câmara de Alimentação, uma interna e outra externa. Quando acionada a tampa externa, o CLP (Controlador Lógico Programável) bloqueia a abertura da tampa interna, permanecendo o bloqueio enquanto a tampa externa estiver aberta. Isto para evitar que accidentalmente as duas tampas fiquem abertas e que haja passagem dos gases da combustão para o exterior, colocando o operador em situação de risco.

**Acionamento das válvulas borboleta (damper):** assegura pressão negativa no interior da câmara de alimentação, impedindo o escape de gases.

**Supervisão e registro das temperaturas:** o controle das temperaturas nas Câmaras de Combustão e Pós-combustão é de extrema importância, pois indica o correto funcionamento do

processo. Essas temperaturas são medidas, controladas e registradas pelo programa do CLP. Qualquer desvio do padrão é prontamente sinalizado pelo alarme e mostrado na tela da IHM.

Supervisão dos níveis de CO e O<sub>2</sub> nos gases da chaminé: o Sistema de Monitoramento Contínuo dos Gases, desenvolvido pela Luftech, proporciona a medição constante dos níveis de CO e O<sub>2</sub> contidos nos gases emitidos pela chaminé. Os valores dessa medição são enviados ao CLP que os analisa e registra. Qualquer desvio dos parâmetros exigidos pela Resolução CONAMA 316/2002, o programa aciona alarme e registro da ocorrência.

#### **Dados Construtivos:**

Todos os componentes elétricos são alojados em painéis metálicos devidamente tratados, proteção IP67, formando sete quadros elétricos, assim denominados:

- Quadro do CLP;
- Quadro de Força;
- Quadro de Comando das Tampas;
- Quadro de Ignição e Combustível;
- Quadro do Monitoramento Contínuo;
- Quadros do pH e Nível Tanques 1 e 2.

Todo o equipamento é construído em observância às Normas NBR-5410 e de segurança NR10.

O funcionamento do incinerador pode ser operado de forma manual ou automática, conforme os seguintes procedimentos:

#### **Funcionamento manual:**

O acionamento manual só é permitido em caso de falhas no sistema ou durante a manutenção. Nesses casos, a abertura das tampas interna e externa pode ser realizada manualmente, ficando, entretanto, mantido o intertravamento entre ambas.

O acionamento dos motores dos ventiladores também pode ser realizado individualmente, conforme a necessidade.

Na porta do painel existe um alarme sonoro que sinalizará, auxiliando o operador diante de qualquer falha operacional ou funcional.

Para energizar o quadro de comando existe uma chave geral e sua proteção é realizada através de um disjuntor. E em caso de emergências, existe um botão de desligamento imediato.

EM CASO DE FALHA, o fabricante do equipamento deverá ser imediatamente cientificado.

#### **Funcionamento Automático:**

Nesse modo, o CLP passa a comandar e informar todos os acionamentos realizados obedecendo à seguinte seqüência:

- 1 – Acionamento do motor do ventilador centrífugo do Reator.
- 2 - Acionamento do motor do ventilador centrífugo da Câmara de Pós-combustão,

3 – Acionamento do motor do ventilador centrífugo auxiliar para o resfriamento do ciclone de alta.

**Observações importantes:**

Cada acionamento é executado com entradas e saídas do CLP destinado a atender a cada etapa e necessidade do processo.

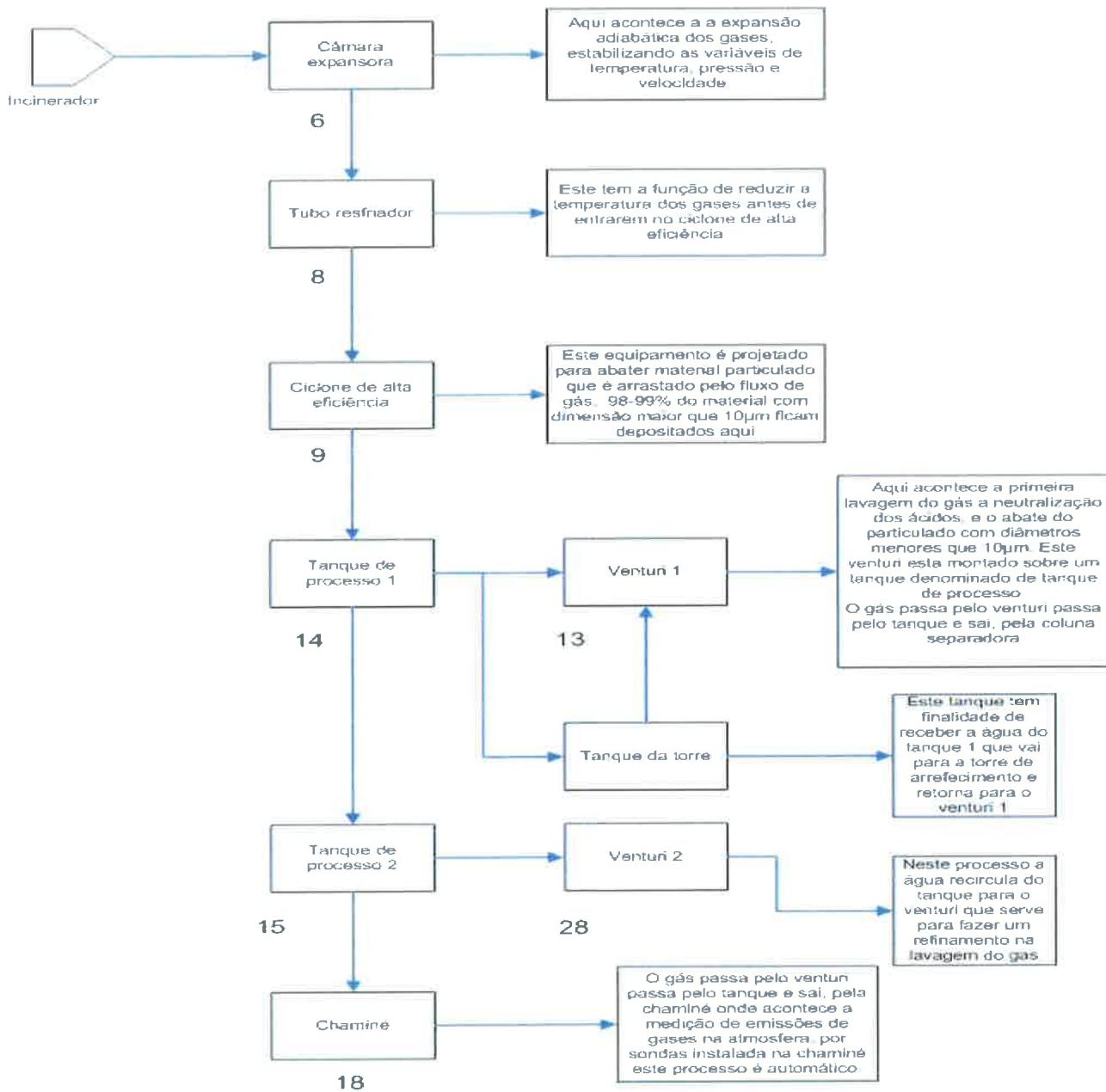
Os disjuntores de cada motor são supervisionados quanto à falta de fase ou falha do motor. O mostrador do painel indica o motor com problema. Na falta de fase o processo é abortado.

Os cilindros pneumáticos têm sensores de posicionamento e indicam ao CLP a posição em que se encontram.

O painel elétrico possui uma chave geral seccionadora para ligar e desligar o sistema.

#### **1.2.2. Sistema de Tratamento dos Gases**

Os gases gerados pelo processo de incineração sofrem tratamento de purificação pela retirada do material particulado e pela redução dos teores de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, dioxinas e furanos, atendendo a legislação vigente. O sistema de tratamento dos gases tem a função de precipitar o macro pó, lavar o micro pó e colóides e neutralizar os gases ácidos pelo método de absorção, em dois estágios.

**Figura 16: Fluxo de Processo de Tratamento dos Gases**


#### 1.2.2.1. Câmara Expansora (6)

Os gases provenientes da Câmara de Pós-combustão são direcionados para a Câmara Expansora a qual permite a realização de uma expansão adiabática dos gases, estabilizando as variáveis de temperatura, pressão e velocidade do gás para entrada no sistema de tratamento.

**Figura 17: Câmara Expansora**

#### 1.2.2.2. Tubo Resfriador Aletado (8)

Tem a função de reduzir a temperatura inicial dos gases para a entrada no Ciclone de Alta Eficiência. Construído em aço carbono SAE 1020, apresenta formato tubular com aletas longitudinais.

**Figura 18: Tubo Resfriador Aletado**

#### 1.2.2.3. Ciclone de Alta Eficiência (9)

Este equipamento recebe os gases provenientes do tubo resfriador aletado e é dimensionado para abater partículas com diâmetro superior a 10 µm, além de retirar 98 – 99% do material particulado transportado pelo fluxo de gases. Por ter seu corpo no formato cilíndrico, com a parte inferior tronco-cônica, estabelece um movimento rotatório para o gás.

A força centrífuga provocada por esse movimento, por ser maior que as forças de coesão molecular e de gravidade, faz com que as partículas contidas no gás sejam lançadas contra as paredes, retirando-as da massa gasosa em escoamento. Esse ciclone é construído em aço carbono SAE 1020 e possui uma camisa de resfriamento feita do mesmo material, envolvendo seu corpo.

A Câmara formada entre o corpo do ciclone e a camisa é conectada a um duto que, através de um ventilador centrífugo, promove a circulação de ar em seu interior. O ar succionado passa entre a parede externa do ciclone e a parede interna da camisa, retirando o calor do gás que circula no interior do ciclone. Esse ar aquecido é direcionado - através de dutos - à chaminé de saída do lavador, o que evita a condensação dos vapores de água. Na entrada do ciclone, os gases apresentam temperatura em torno de 600°C.

**Figura 19: Ciclone de Alta Eficiência**



#### 1.2.2.4. Lavador Resfriador 1º Estágio

Este lavador é composto por um Venturi, um tanque (denominado de Tanque de Processo), uma Coluna Separadora e uma Torre de Resfriamento. O Venturi e a coluna separadora estão montados sobre o tanque. Os gases oriundos do ciclone entram pela parte superior do Venturi, passam pelo tanque e saem, ao final, através da coluna separadora.

#### 1.2.2.5. Venturi 1 (13)

O Venturi, tem a função de precipitar as partículas submicrométricas remanescentes no fluxo de gases e neutralizar os componentes ácidos (SO<sub>2</sub> e HCl) pela adição de uma solução de NaOH. Construído em chapa de aço carbono SAE 1020, é formado por dois corpos tronco-cônicos unidos no seu diâmetro menor por um corpo cilíndrico denominado de garganta. O gás proveniente do ciclone entra pela parte superior do Venturi passando pela garganta, onde tem sua velocidade aumentada, para expandir-se logo após. É nessa garganta que o gás recebe a adição da solução de soda.

Logo acima da garganta, existe uma tubulação que leva a solução de soda até um bico injetor posicionado concentricamente à garganta. A solução alcalina, em alta pressão, mistura-se ao gás, provocando a precipitação dos particulados, a redução drástica de sua temperatura e volume e o aumento do seu pH.

**Figura 20: Venturi 1**



#### 1.2.2.6. Tanque de Água de Processo – T1 (14)

Nesse tanque ocorre a separação dos gases de combustão da corrente líquida.

A corrente gás-líquido proveniente do lavador Venturi 1 entra neste tanque, o qual tem como função receber a água que passou pelo Venturi 1, decantar o particulado contido nessa água, homogeneizá-la com a solução alcalina e reduzir o calor contido no gás.

A adição da solução alcalina é regulada através de uma válvula solenóide (S1) acionada por um sensor de nível. A solução alcalina é preparada em um tanque auxiliar (TA) e a adição de soda ao tanque é feita através da bomba dosadora pneumática. O tanque T1 possui um sistema de reposição de água automático através de válvula solenóide (SR2) acionada por um sinal emitido pelo sensor de nível. A solução alcalina do tanque absorve parte do calor do gás que está sendo tratado, aquecendo-se. A água aquecida é levada - por meio de uma bomba - a uma torre de resfriamento (TR) e é captada novamente um pouco abaixo da superfície para evitar o arraste de espuma.

Dosagem dos Reagentes:

A dosagem da base para neutralização de ácidos é feita a partir das seguintes proporções:

A cada 98 kg de SO<sub>3</sub> são necessários 80 kg de NaOH (hidróxido de sódio), para fins de neutralização;

Para os resíduos de serviços da saúde por possuírem pouco enxofre e pouco cloro, a quantidade diária de NaOH fica em torno de 5 a 7 kg/dia, sendo que a solução deve ficar em torno de 50 mol/l de NaOH.

A dosagem é feita através de um dosador automático, regulado automaticamente por um pH metro. Esse equipamento está programado para manter o pH entre 7 e 8. O operador deve manter o reservatório de NaOH (hidróxido de sódio) acima do nível mínimo para evitar desabastecimento.

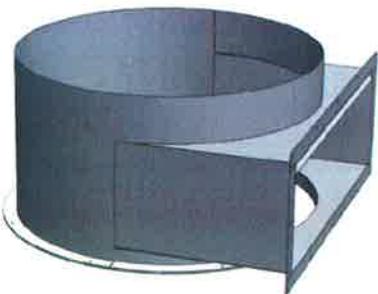
**Figura 21: Tanque de Processo T1**



#### 1.2.2.7. Coluna Separadora 1

Montada sobre o Tanque de Processo há uma coluna separadora onde ocorre a separação dos gases da combustão da água de lavagem, passando esses gases por uma camada de anéis do tipo raschig.

**Figura 22: Coluna Separadora**



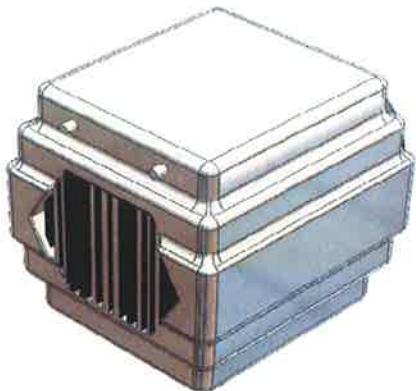
#### 1.2.2.8. Torre de Resfriamento – TR (25)

A solução alcalina aquecida pelos gases da combustão é levada a uma torre de resfriamento. A interligação é realizada por meio de um sistema hidráulico montado com tubos; e a circulação da solução através de duas bombas centrifugas. A água quente é bombeada para o topo da torre e distribuída sob a sua superfície de enchimento através de pulverizadores.

Simultaneamente, um ventilador centrífugo força o ar através da entrada lateral da torre, passando pelo enchimento. Uma pequena quantidade de água é evaporada reduzindo o calor. O ar quente da mistura é forçado pelo ventilador para a lateral oposta da torre e, após, descarregado para a atmosfera.

A água arrefecida é bombeada para o bico injetor do Venturi 1, fechando o circuito de circulação da solução alcalina.

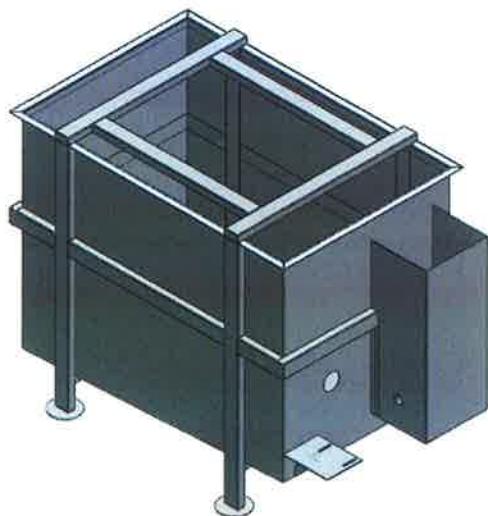
**Figura 23: Torre de resfriamento**



#### 1.2.2.9. Tanque da Torre de Resfriamento (24)

Este tanque recebe a água proveniente do Tanque de Água de Processo – T1 (tanque do Venturi 1), que após ser resfriada pela Torre de Resfriamento, é novamente injetada no Venturi 1 voltando ao processo. Ocorre também neste Tanque a decantação de partículas residuais do primeiro processo de lavagem.

**Figura 24: Tanque da Torre de Resfriamento**



#### 1.2.2.10. Lavador Resfriador 2º Estágio

Este lavador 2º Estágio é composto por um Venturi, um tanque chamado de Tanque de Água de Recirculação e uma Coluna Separadora; ficando o Venturi e a Coluna Separadora montados sobre o tanque. Os gases oriundos do 1º estágio entram pela parte superior do Venturi, passam pelo tanque e saem, ao final, através da Coluna Separadora.

#### **1.2.2.11. Venturi 2 (28)**

Semelhante ao Venturi 1, tem como função realizar um refinamento na lavagem dos gases.

#### **1.2.2.12. Tanque de Água de Recirculação – T2 (15)**

Semelhante ao Tanque de Processo, este tanque tem como função decantar os resíduos sólidos resultantes da segunda lavagem dos gases.

#### **1.2.2.13. Coluna Separadora 2**

Essa coluna é construtivamente igual à coluna 1 sendo seu conteúdo, no entanto, composto por favos do tipo eliminadores de gotas (demister).

#### **1.2.2.14. Drenos para Eliminação dos Resíduos**

O sistema de tratamento da água proveniente dos venturis 1 e 2 ocorre em cada um dos tanques. Ambos os tanques possuem fundo inclinado, fazendo com que os resíduos sejam depositados em uma de suas extremidades.

Na base de cada tanque há um dreno que serve para o escoamento dos cristais salinos e do material particulado precipitado para uma bacia de evaporação, local onde a água evapora e o sedimento seca para, após, ser enviado ao aterro. Nesse lodo se encontram os sais formados a partir das reações entre os ácidos dos gases (SO<sub>x</sub>, HCl, HF) e da base injetada (NaOH - hidróxido de sódio), ações essas ocorridas no lavador Venturi e no tanque.

Esses drenos deverão ser abertos conforme tabela de quantidade de horas de operação ou quando a água estiver saturada.

#### **1.2.2.15. Chaminé do Lavador (16)(17)(18)**

O lavador de gases possui uma chaminé de exaustão dos gases, que é a única chaminé utilizada no sistema. A parte superior da chaminé apresenta três segmentos com funcionalidades distintas: a Tubulação para Análise dos Gases, o Desumidificador e o Terminal da Chaminé. Na Tubulação para Análise dos Gases são realizados ensaios e monitoramentos dos gases de escape.

**Figura 25: Chaminé**

### 1.2.3. Controles e Monitoramento

#### 1.2.3.1. Comandos e Controles

O sistema de incineração é controlado pela medição contínua de parâmetros operacionais, em conformidade com a Resolução 316/2002 do CONAMA, e utiliza os valores medidos para garantir a segurança operacional do sistema.

Os parâmetros medidos são:

- Temperatura da primeira e segunda Câmaras de Combustão;
- Pressão na Câmara de Alimentação;
- Monóxido de carbono e oxigênio na chaminé de exaustão;
- pH da água do lavador Venturi.

A manutenção das temperaturas acima dos 800°C, na Câmara de Pós-combustão, proporciona a destruição das moléculas orgânicas: como dioxinas e furanos.

A pressão na Câmara de Alimentação indica se a exaustão dos gases está eficiente, protegendo dessa forma o operador.

O monóxido de carbono reflete a eficiência da combustão e o oxigênio indica se está ocorrendo a diluição dos gases.

### 1.2.3.2. Intertravamento e Correções Automáticas:

O intertravamento do equipamento e a correção automática de parâmetros são realizados para manter o nível de emissões gasosas dentro das normas e para proteger os operadores. O travamento da Câmara de Alimentação do Reator impede que o equipamento continue operando em condições desfavoráveis; e as medidas de correção automáticas servem para normalizar a operação no menor tempo possível. Para otimizar esse processo, a Luftech utiliza em seus equipamentos padrões até mais estritos do que os exigidos pela Resolução 316/2002 do CONAMA.

A tampa de alimentação de resíduos sólidos será travada sempre que:

- A concentração de CO passar de 90 ppmv;
- A temperatura da Câmara Secundária (Câmara de Pós-combustão) for inferior a 830°C. Neste caso o CLP aciona adicionalmente a alimentação do combustível auxiliar;
- O pH da água do lavador de gases sair do range de 6 a 7;
- A pressão no Reator se tornar positiva;
- Houver queda do teor de oxigênio nos gases;
- Houver falha ou defeito nos sensores, no tratamento dos gases ou suprimento de ar;
- Houver falta de energia elétrica.

O Sistema de Intertravamento consiste na não-liberação da abertura da porta de alimentação de resíduos sólidos no caso de os valores não corresponderem ao programado.

O Intertravamento é obtido a partir dos dados enviados pelos sensores ao CLP (temperatura, pH, CO, O<sub>2</sub> e pressão). Desta forma o sistema impede a alimentação de resíduos sólidos até que os valores sejam corrigidos. A correção automática ocorre no caso de queda de temperatura, situação em que a injeção de combustível é acionada automaticamente.

### 1.2.3.3. Monitoramento Contínuo

No Sistema de Incineração Luftech são monitorados os seguintes parâmetros:

- Temperatura: as temperaturas são mostradas no display do CLP para orientação do operador do incinerador, sendo igualmente registradas no computador para posterior consulta.

Observações a respeito desse parâmetro:

**Na Câmara de Combustão:** a temperatura medida deverá manter-se acima de 450°C, o que é verificado por meio de um termopar.

**Na Câmara de Pós-combustão:** a temperatura medida deverá manter-se acima de 850°C, o que é verificado por meio de um termopar.

**Pressão:** Medida abaixo da tampa da Câmara de Alimentação, a pressão deve ser negativa e deverá assegurar, quando for aberta a tampa externa da Câmara, que não ocorrerá escape de gases. Essa pressão é medida em tempo real e pode ser armazenada caso aja a conexão com um computador.

**Monóxido de Carbono (CO) e Oxiênio (O<sub>2</sub>):** estes parâmetros são medidos na chaminé, após os lavadores de gases, de acordo com a Resolução 316\2002 do CONAMA. Os dados podem ser registrados e armazenados, caso aja conexão com um computador, para posterior verificação. Para a medição deste parâmetro utiliza-se o equipamento de Monitoramento Contínuo de CO e O<sub>2</sub> instalado junto ao duto de exaustão onde se encontram os sensores para coleta e análise dos gases emitidos.

O sensor para O<sub>2</sub> é composto de dois discos de dióxido de zircônio que são cobertos em ambos os lados com um anel de platina, cujo revestimento adicional de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> protege o sensor contra influências do ambiente, aumentando sua vida útil;

O sensor para CO funciona segundo o princípio eletroquímico e possui amplitude de medição de 0 a 300 ppm.

**Figura 26: Painel de Monitoramento**



### 1.3. Desempenho do Sistema de Incineração Luftech – SIL

#### 1.3.1. Emissões de Gases

Os valores médios de análises de emissões na incineração de Resíduos Sólidos de Serviços da Saúde (RSSS), Resíduos Industriais e Resíduos Aeroportuários comparados com as normas da ABNT e CONAMA são mostrados na Tabela 2:

**Tabela 2: Valores médios de emissões**

	CONAMA Res. 316 Art. 38	ABNT NBR 11175	LUFTECH RSSS	LUFTECH Res. Industriais	LUFTECH Res.Aeroportuários
CO	100 ppmv	100 ppmv	10,1 ppmv	45 ppmv	51 ppmv
SO <sub>2</sub>	280 mg/Nm <sup>3</sup>	280 mg/Nm <sup>3</sup>	1,4 mg/Nm <sup>3</sup>	11,7 ppmv	34,29 ppmv
NOX	560 mg/Nm <sup>3</sup>	560 mg/Nm <sup>3</sup>	56,8 mg/Nm <sup>3</sup>	210 ppmv	236,2mg/Nm <sup>3</sup>
Particulados	70 mg/Nm <sup>3</sup>	70 mg/Nm <sup>3</sup>	40 mg/Nm <sup>3</sup>	26,8 mg/Nm <sup>3</sup>	55,2 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	80 mg/Nm <sup>3</sup>	1,8 kg/h	14,4 mg/Nm <sup>3</sup>	n.m	n.m

HF	5 mg/Nm <sup>3</sup>	5 mg/Nm <sup>3</sup>	n.m.	n.m.	n.m.
Dioxinas Furanos	e 0,5 mg/Nm <sup>3</sup> TEQ	99,99% eficácia de remoção	0,033 mg/Nm <sup>3</sup>	n.a.	n.a.
Metais Classe I	0,28 mg/Nm <sup>3</sup>	-	<0,003	0,014	n.a.
Metais Classe II	1,4 mg/Nm <sup>3</sup>	-	<0,003	0,04	n.a.
Metais Classe III	7,0 mg/Nm <sup>3</sup>	-	<0,05	1,6	n.a.

### 1.3.2. Emissões de Cinzas

O Reator Luftech, devido ao seu sistema de gaseificação, balanço termodinâmico e estequiométrico e tempos de residência, produz uma combustão completa com redução de volume de até 98%, restando de 2 a 5% de cinzas em relação ao volume original de resíduo, dependendo do tipo do resíduo.

Essa diferença se dá pela variação na composição de material mineral no resíduo. Adicionalmente, há uma injeção contínua de ar no Cinzeiro, mantendo as cinzas em brasa o que promove uma requeima para eliminação de compostos orgânicos das cinzas. Estima-se que para o Reator modelo RGL 350SE ter-se-ia em torno de 5 kg/h de cinzas e para o RGL 600SE em torno de 10 Kg/h.

**Tabela 3: Quantidade de cinzas para RSSS**

MODELOS	CAPACIDADE Kg/h	GERAÇÃO DE CINZAS Kg/h
RGL 200SE	50	1,0 – 1,25
RGL 350SE	100	2,0 – 5,0
RGL 600SE	200	4,0 – 10,0
RGL 1500SE	500	10,0 – 25,0

### 1.3.3. Emissões de Efluentes

O tratamento de efluentes do sistema de incineração corrige o pH e realiza a decantação de partículas solidas na solução aquosa, condicionando-a para a recirculação, reduzindo com isso o consumo de água. Após esse tratamento resta um lodo, composto por sais minerais e particulado fino, que deve ser secado em um leito de secagem para, após, ser enviado a um aterro.

**Tabela 4: Descarte do Lodo e Tempo Médio de Reposição de Água**

MODELOS	TEMPO DE OPERAÇÃO	
	8 HORAS	16 HORAS
<b>DESCARTE DE LODO E REPOSIÇÃO DE ÁGUA NO SISTEMA</b>		
PPL 100 2V	2 vezes por semana	3 vezes por semana
PPL 200 2V	3 vezes por semana	5 vezes por semana
PPL 500 2V	3 vezes por semana	5 vezes por semana

**Tabela 5: Capacidade dos Tanques e Volume de Água em Recirculação**

MODELOS	QUANTIDADE DE ÁGUA – m <sup>3</sup>				RECIRCULAÇÃO - m <sup>3</sup> /h		
	Tanque Processo	de Torre Resfriamento	Tanque Recirculação	de Bomba Processo	Bomba da Torre	Bomba da Recirculação	
PPL 100 2V	4	2,5	4	11	11	6,5	
PPL 200 2V	4	2,5	4	20	20	12	
PPL 500 2V	5,5	2,5	5,5	50	50	30	

Semanalmente os tanques devem ser esvaziados e seu conteúdo enviado a uma estação de tratamento de efluentes. Essa água após tratada pode retornar ao sistema, desde que esteja dentro de parâmetros de qualidade, conforme Tabela 6.

**Tabela 6: Qualidade da água de reposição e seus limites ideais para sistemas de resfriamento semi-aberto com recirculação e aberto sem recirculação de água**

Parâmetros	Sistema aberto (sem recirculação)	Sistema semi-aberto (com recirculação)
pH	5,0 – 8,0	-
TEMPERATURA °C	-	-
ALCALINIDADE mg/L	500	350
DUREZA TOTAL mg/L	850	650
CÁLCIO mg/L	200	50
MAGNÉSIO mg/L		
SÓLIDOS SUSPENSOS mg/L	5000	100
SÓLIDOS DISSOLVIDOS mg/L	1000	500
CLORETOES mg/L	600	500
SULFATOS mg/L	680	200
SÍLICA mg/L	50	50
FERRO TOTAL mg/L		0,5
ALUMÍNIO mg/L		0,1
DQO mg O <sub>2</sub> /L	75	75

Fonte: Metcalf e Eddy Inc. 1991



## 2. MANUAL DE OPERAÇÃO

A não-observação dos cuidados e procedimentos, a seguir, poderá causar riscos à saúde e danos ao equipamento com consequente perda da garantia.

### 2.1. Cuidados com o Sistema

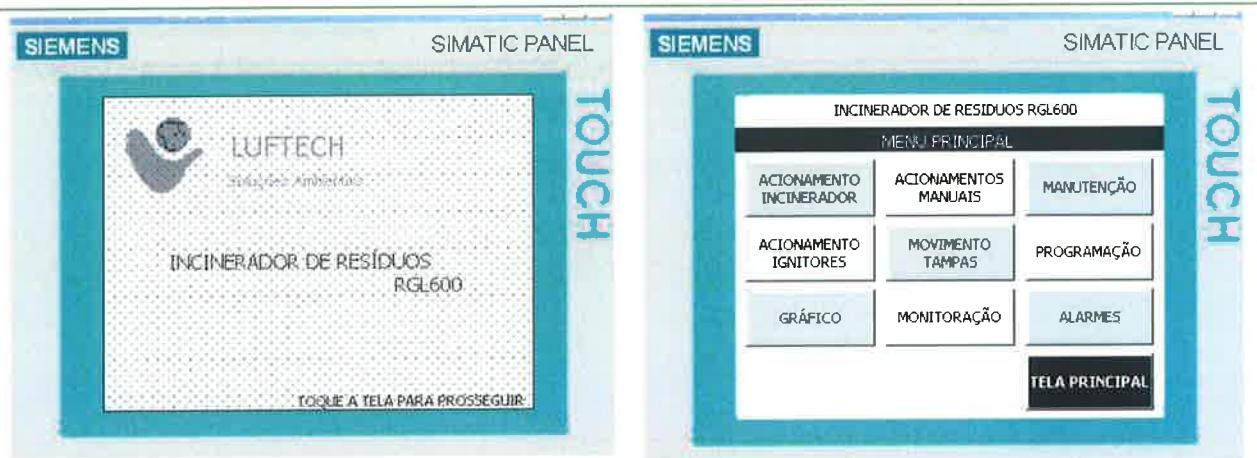
- Para realizar a limpeza do equipamento, certifique-se de que ele esteja desligado e frio de forma a prevenir acidentes;
- Não exponha o equipamento à umidade excessiva, para não comprometer o seu isolamento térmico;
- Desligue-o, encerrando o seu funcionamento, a cada 16 horas de operação;
- Somente utilize combustíveis indicados para o seu equipamento;
- Para correção do pH, usar somente NaOH, como indicado neste Manual;
- Nunca adultere qualquer componente do interior do equipamento ou sistema eletroeletrônico;
- Não execute qualquer ajuste nos controles não mencionados neste Manual.

### 2.2. Funcionamento da Interface Homem-Máquina (IHM)

- Ligue a máquina na chave geral. O painel de comando ligará e aparecerá a tela inicial. Para sair desta tela, toque em qualquer ponto com o dedo, nunca com um objeto pontiagudo.
- Quando a máquina está em modo Manual e for pressionado o botão para colocação em modo Automático, é iniciado o processo.
  - As tampas são fechadas
  - Os motores começam a ser ligados um a um desde a extremidade (Torre – se existir) até os ventiladores do Reator e Ciclone.
- Ao encerrar a ligação de todos os motores e sem alarmes, a Tampa Externa é aberta, o alarme sonoro ativado e luz indicativa de processo ok acesa.
- O ignitor do Ciclone é ativado automaticamente!<sup>1</sup>
- O ignitor do Reator deve ser ativado manualmente

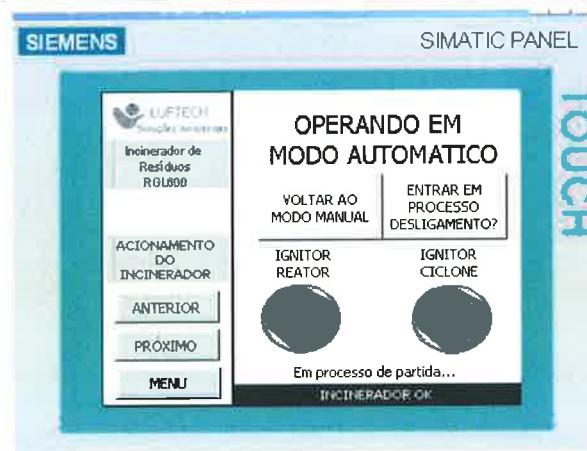
---

<sup>1</sup> O ignitor do Ciclone é ativado automaticamente por questões de segurança. Nesta região acumulam-se gases que devem ser queimados no Ciclone para evitar explosões em outras áreas da máquina. Isto é importante principalmente quando houve falta de energia com a máquina já aquecida. O tempo de duração dos ignidores ligados segue o valor programado na tela de Programação.



- A tecla Volta ao Modo Manual desativa todos os motores imediatamente, passando a máquina para o modo de operação manual.
- A tecla Entra em Processo de Desligamento Automático realiza o trancamento da Tampa Externa e, quando todas as temperaturas medidas na máquina estiverem abaixo de 200 graus Celsius todos os motores começam a ser desligados. Ao término de todos os desligamentos, a máquina passa a operar em modo Manual.
- Se em processo de desligamento automático, a tecla pode ser pressionada novamente e este modo é cancelado, voltando a máquina ao modo Automático.

#### 1B - Ação de Incinerador



#### 1A – Ação de Incinerador

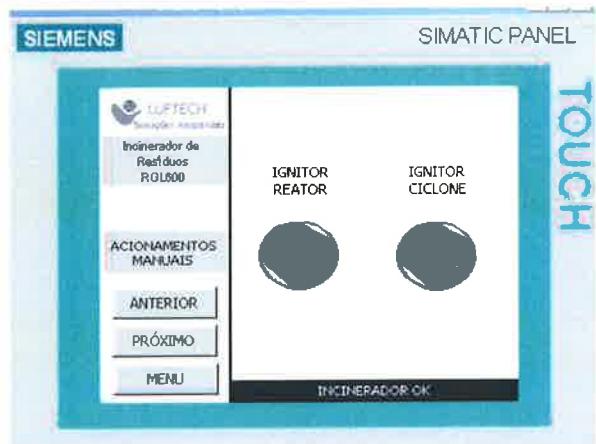
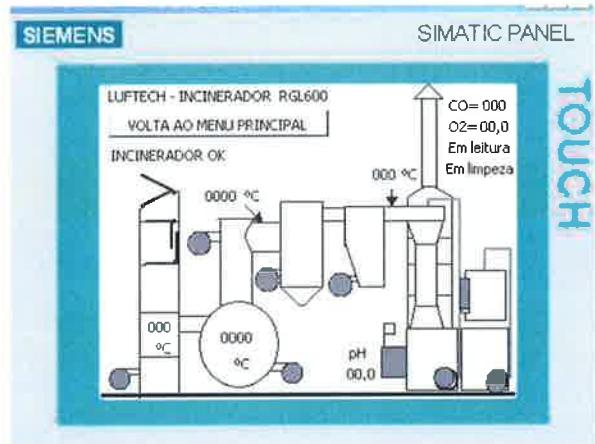


#### Ação de Ignidores:

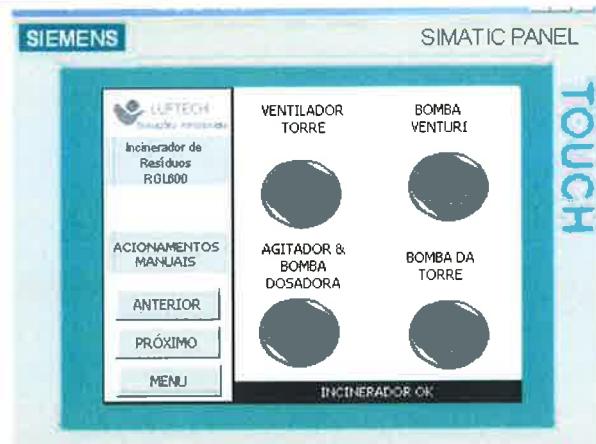
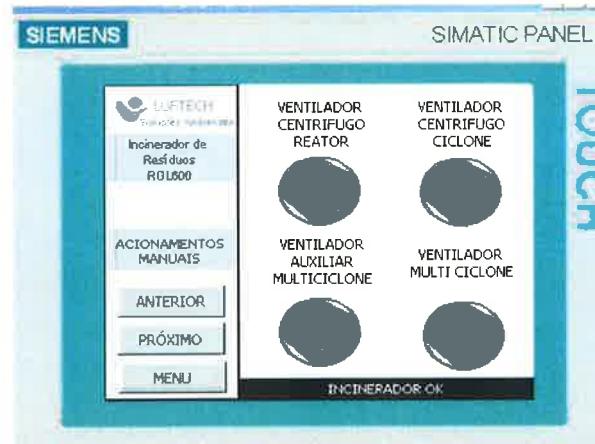
- Nesta tela podem ser acionados ignidores tanto no modo Manual quanto no modo Automático.
- Após acionados, pressionando-se novamente o botão o mesmo é desativado.
- O acionamento dura no máximo o tempo programado na tela de Programação.
- Estes botões são os mesmos da tela de Ação de Incinerador.

**Gráfico:**

Esta tela mostra uma visão geral da máquina, com as temperaturas nos locais onde são medidas, barra de alarmes, movimento das tampas, pH da água dos tanques, status dos motores (ligado = preto, desligado = branco) e medição do monitoramento de gases.

**2 - Acionamento Ignitores**

**3 – Gráfico**

**Acionamentos manuais**

- Estes acionamentos só funcionam quando a máquina estiver em modo MANUAL.
- Nesta seqüência de telas é possível acionar os diversos motores da máquina.
- Para navegação, utilizar teclas ANTERIOR e PRÓXIMO
- Telas podem variar para cada máquina
- Ao pressionar o botão é acionado o motor indicado. Botão indica pressionado.
- Para desligar, pressionar novamente.

**4A – Acionamentos manuais**

**4B – Acionamentos manuais**


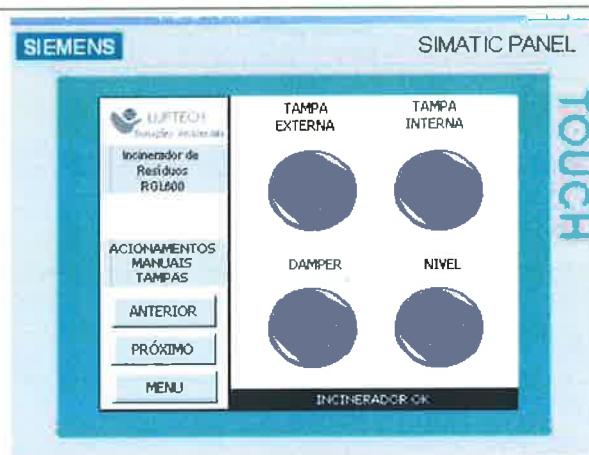
### Movimento de tampas

O movimento das tampas, mesmo só funcionando em Modo Manual, mantém intertavamento entre tampa Externa e Interna, ou seja, nunca as duas são abertas juntas.

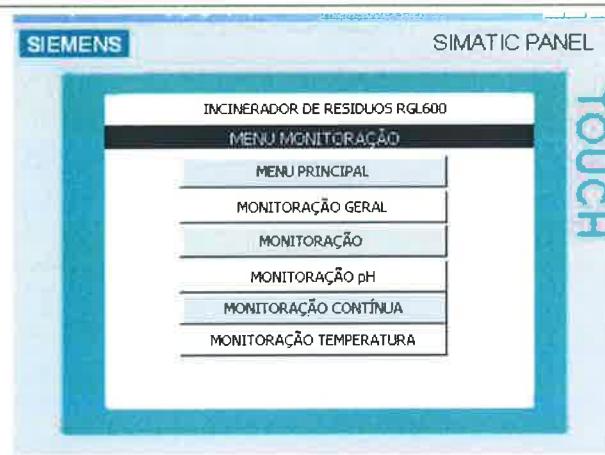
### Menu Monitoração

Encaminhamento para diversas telas de monitoração específica.

5 - Movimento de tampas



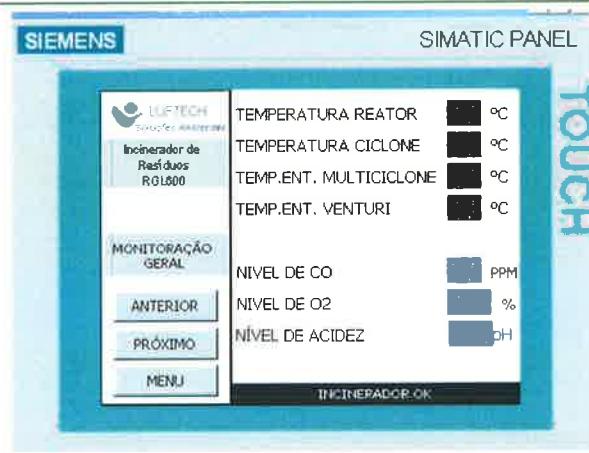
6 - Menu monitoração



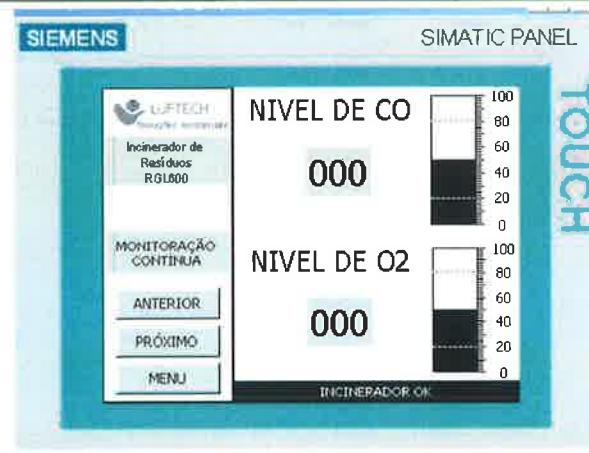
### Monitoração geral

Tela com diversas medições de temperaturas e grandezas do monitoramento contínuo

6A – Monitoração geral



6B – Monitoração contínua



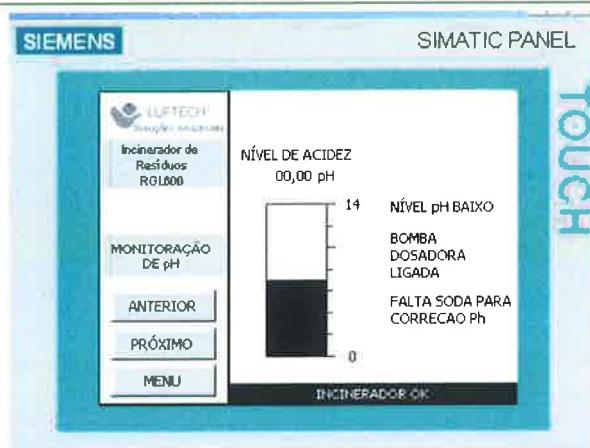
### Monitoração pH

A indicação de Falta de Soda no Dosador é apresentada se, após 15 minutos de bomba dosadora acionada, o nível de pH não tiver voltado ao nível normal.

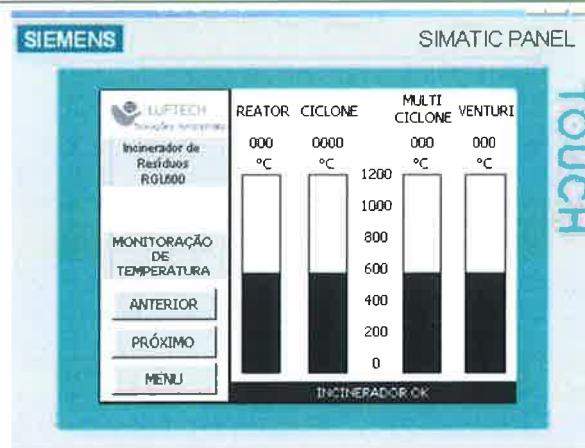
### Monitoramento temperaturas

- Tela com todos as temperaturas medidas na máquina.
- Esta tela pode variar para cada instalação.

6C – Monitoração pH



6D – Monitoramento temperaturas



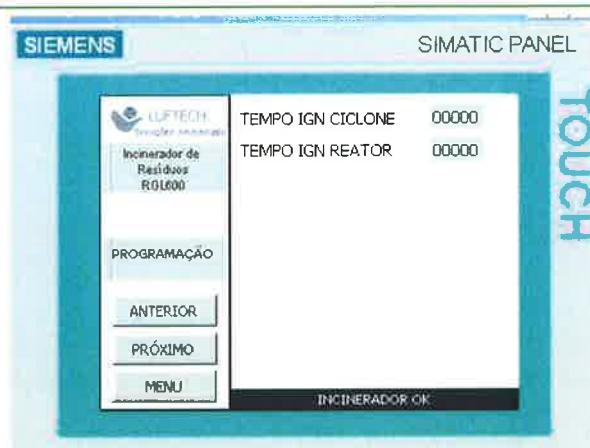
### Programação

- Programação dos tempos que os ignitores devem ficar ligados caso não sejam desligados manualmente.
- Para alteração dos valores, pressionar sobre o valor a ser alterado.
- Durante alteração, teclado é apresentado e, para ajuda, pressionar “HELP” e tela com instruções aparece.

### Alarmes

- Nesta tela são mostrados todos os alarmes que porventura tenham ocorrido na máquina, com data e hora.

8 – Programação



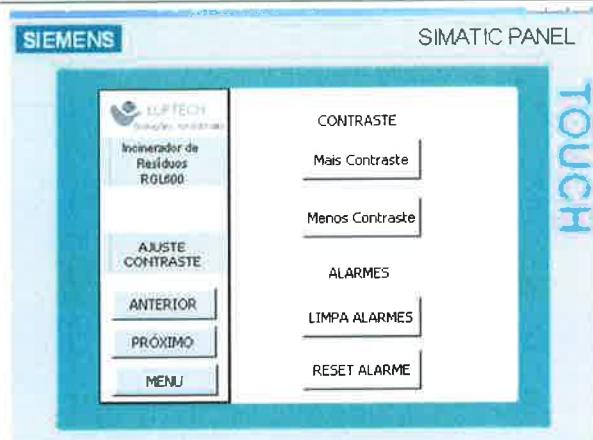
9 – Alarmes



## Tela de ajustes

Tela para ajuste de contraste do display e limpeza da lista de alarmes.

### Tela de ajustes



## 2.3. Procedimentos de Operação

Para o bom funcionamento do sistema de incineração, uma série de procedimentos deve ser observada:

### 2.3.1. Antes do Início do Processo

- Limpar a grelha, movimentando a alavanca para cima e para baixo com giro de 180°.
- Abrir o Cinzeiro e retirar as cinzas.
- Verificar a pressão do cilindro pneumático da tampa Externa e da Câmara de Alimentação.
- Verificar a pressão dos cilindros de fechamento das Tampas.
- Limpar o interior da Câmara de Alimentação, junto aos orifícios de passagem do ar.
- Verificar funcionamento do ventilador: mancais e rolamentos.
- Limpar o Cinzeiro do Ciclone de Alta Eficiência.
- Verificar o nível da água dos tanques.
- Verificar o pH da solução.
- Verificar o nível da solução de NaOH (soda cáustica) para correção de pH.
- Verificar o nível do tanque de combustível.

### 2.3.2. Teste de Ignição

- Ligar o equipamento em Modo Manual no IHM.
- Ligar ventiladores.
- Ligar ignitores.
- Verificar pelo visor a presença de chama.
- Não havendo presença de chama, desligar o equipamento, limpar as velas de ignição e reiniciar o processo.
- Desligar o equipamento.

### 2.3.3. Início de operação

- Ligar o equipamento no Modo Automático no IHM.
- **Formar leito de combustão:** iniciar alimentação com lenha para formar leito de brasa. Quando a temperatura chegar a 800°C iniciar alimentação com resíduos.
- **Continuidade da alimentação:** separar a carga horária para alimentação e alimentar o forno a cada 5 minutos, em média. Observar as temperaturas: quando baixarem pode ser necessário nova alimentação, mesmo não tendo passado os 5 minutos.
- **Movimento de grelha:** à medida que o resíduo é gaseificado, cinzas obstruem a passagem dos gases entre grelha e paredes, e por consequência a temperatura cai. Por isto, a grelha precisa ser movimentada mais ou menos a cada 30 minutos, em um ângulo de 15° (vide orientações “Movimento da Grelha” mais abaixo).

### 2.3.4. Regulagem das Válvulas

A regulagem das válvulas depende do tipo de resíduo e do nível de material no interior do Reator.

Observações:

Para que o funcionamento do Reator se mantenha constante, este deverá estar sempre abastecido.

Caso haja uma parada repentina de produção de gás, fazendo com que a temperatura da Câmara de Pós-combustão diminua bruscamente, movimente a grelha suavemente 15° para cima e para baixo, voltando à posição inicial. Essa operação deverá ser feita considerando-se o equipamento abastecido.

#### Identificação das válvulas do reator

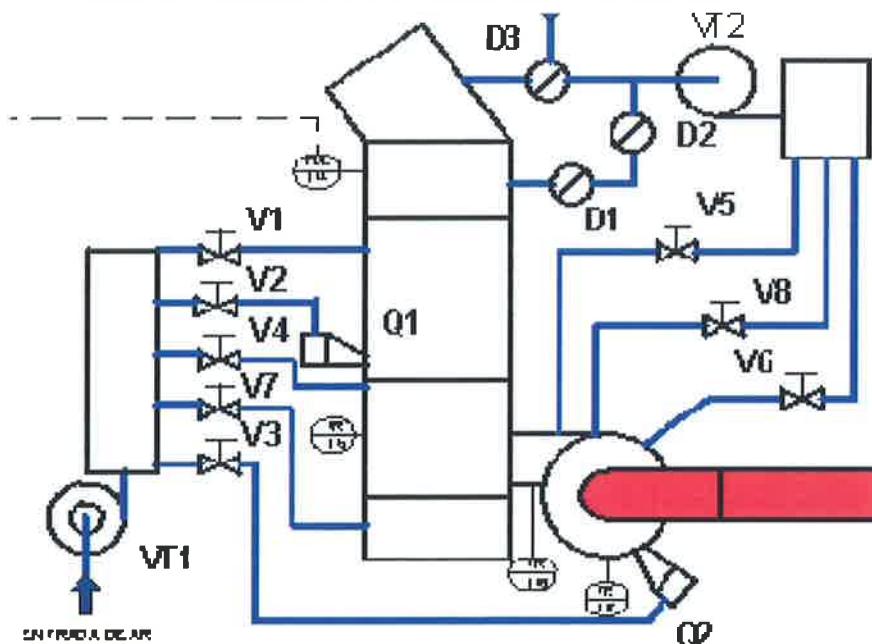
V1 - Geração de gás - ar primário (Câmara de Gaseificação)

V2 – Queimador do Reator (Câmara de Gaseificação)

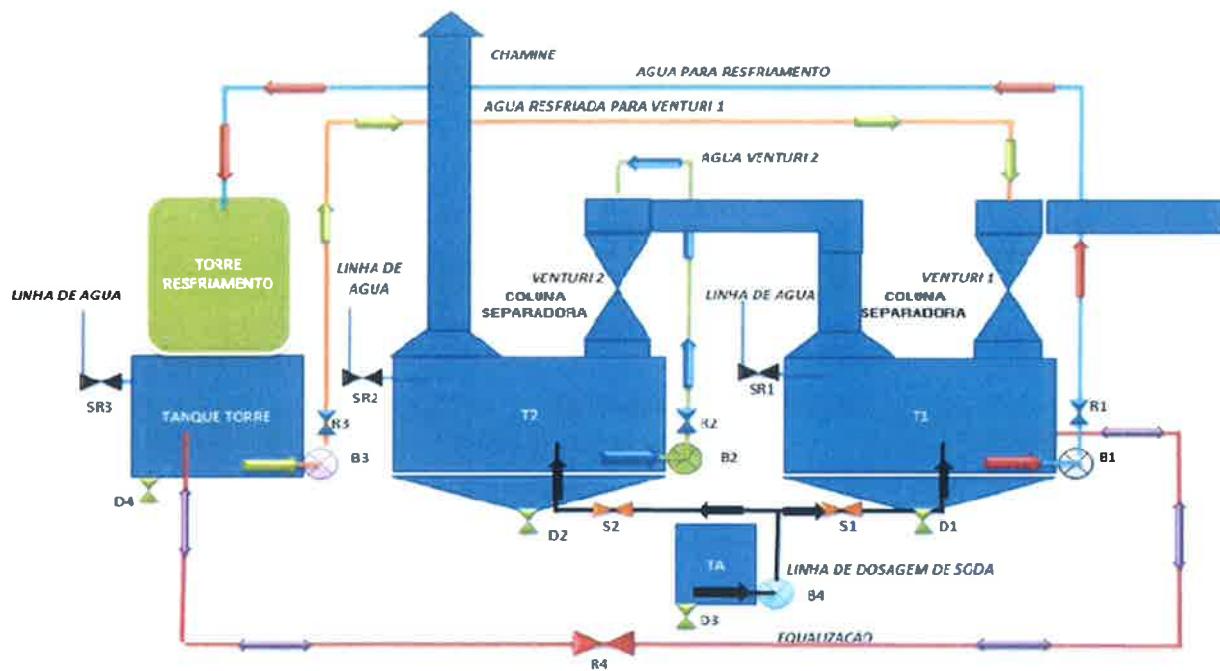
V3 – Queimador da Câmara de Pós-combustão

- V4 - Visor (Câmara de Combustão)
- V5 - Geração de gás - ar do Primeiro Mix
- V6 - Câmara de Pós-combustão
- V7 - Cinzeiro do Reator
- V8 - Geração de gás - ar do Segundo Mix

**Figura 27: Sistema de Ar do Incinerador com válvulas**



**Figura 28: Identificação das válvulas do sistema de tratamento dos gases**



#### **2.3.4.1. Início do Processo:**

Válvula	Referente a	Abertura	Lavador de gases:
V1	Geração de gás	Abrir 50%	(Para identificação dos registros e válvulas ver desenho acima.)
V2	Ignitor do reator	Abrir 40%	
V3	Ignitor da pós-combustão	Abrir 40%	R1, R2, R3 e R4 – abertas
V4	Visor	Abrir 50%	D1, D2, D3 e D4 – fechadas
V5	Primeiro mix	Abrir 50%	
V6	Pós-combustão	Fechada	
V7	Cinzeiro	Fechada	
V8	Segundo mix	Abrir 50%	

#### **2.3.4.2. Durante o Processo:**

Válvula	Referente a	Abertura
V1	Geração de gás	Abrir 100% após aparecer chama no visor
V2	Ignitor do reator	Abrir 100%
V3	Ignitor da pós-combustão	Abrir 40%

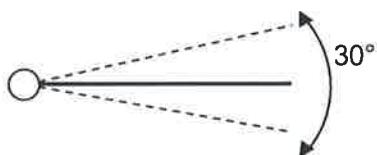
V4	Visor	Abrir 100%
V5	Primeiro mix	Abrir 50 a 100%, operador regula de acordo com temperatura e sucção.
V6	Pós-combustão	Fechada. Quando a temperatura subir muito, abrir de 20 a 30%.
V7	Cinzeiro	Abrir 10% após 1h de operação. 1h antes de desligar abrir 40 a 50%.
V8	Segundo mix	Abrir 50 a 100%, operador regula de acordo com temperatura e sucção.

### 2.3.5. Movimento da Grelha

São dois os movimentos a serem feitos na grelha: o primeiro é o Movimento Normal durante o processo de queima e o segundo é o Movimento de Limpeza e ambos deverão ser realizados de forma suave e não abrupta.

#### Movimento Normal

Para realização desse movimento, durante a queima, a alavanca deve ser movida para baixo e para cima, com amplitude máxima de 30° (15° para baixo, 15 ° para cima), conforme ilustrado na figura abaixo. Após a conclusão do movimento, as alavancas devem ficar na posição horizontal.



O Movimento Normal da grelha deve ser efetuado quando:

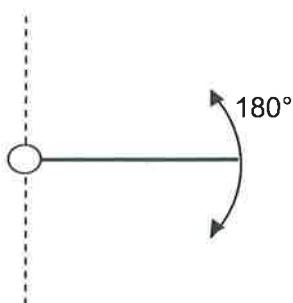
- O material estiver obstruindo a passagem dos gases.
- A temperatura do Reator precisar ser reduzida.
- A temperatura de pós-combustão precisar ser recuperada.

Atenção: Movimentos com ângulo muito acentuado podem levar às seguintes consequências:

- Interrupção do processo normal de queima, depositando no Cinzeiro material não-incinerado;
- Enchimento do Cinzeiro em tempo reduzido;
- Maior volume de cinzas;
- Emissão de gases não-desejáveis na saída da Câmara de Pós-combustão;
- Dificuldade de controle do Reator.

#### 2.3.5.1. Movimento de Limpeza

Deverá ser efetuado antes do início do processo, sendo sua amplitude de 180° (90° para cima e 90° para baixo), conforme ilustrado na figura abaixo. Após a conclusão do movimento, as alavancas devem ficar na posição horizontal.



### 2.3.6. Precauções Quanto à Alimentação

- A temperatura máxima da Câmara de Alimentação não deve ultrapassar 100 °C.
- Não utilizar mais que metade do volume da Câmara de Alimentação.
- A grelha não deverá ser movimentada no instante da alimentação.
- Quando a Câmara ultrapassar o limite de temperatura, verificar a freqüência de alimentação.

### 2.3.7. Corte de Energia

No caso de queda de energia elétrica, fechar todas as válvulas conforme seqüência abaixo:

V1 - Geração de gás-ar primário (Câmara de Gaseificação)

V2 – Queimadores ( 2 ) do Reator (Câmara de Gaseificação)

V3 – Queimador da Câmara de Pós-combustão

V4 - Visor (Câmara de Combustão)

V5 - Geração de gás - ar do Primeiro Mix

V6 - Câmara de Pós-combustão

V7 - Cinzeiro do Reator

V8 - Geração de gás – ar do Segundo Mix

### 2.3.8. Retorno de Energia

Após verificar se o ignitor está ligado abrir as válvulas, conforme seqüência abaixo:

V6 - Normalmente, com movimento suave

V5 - Normalmente, com movimento suave

V4 - Normalmente, com movimento suave

V3 - Normalmente, com movimento suave

V2 - Lentamente

V1 - Lentamente

V7 - Caso esteja sendo operada

V8 - Normalmente, com movimento suave

**Alimentar:**

Para verificar se há reação, ou seja, se há emissão de gás na saída da pós-combustão.

**Em caso positivo:** acionar somente o ignitor do queimador da Câmara de Pós-combustão

**Em caso negativo:** acionar os ignitores dos queimadores dos Reatores de Combustão e Pós-combustão.

**Observação:**

Se não houver elevação da temperatura e formação de gás em 5 a 10 minutos, a alimentação deverá ser interrompida. Fazer uma limpeza após o equipamento esfriar e, em seguida, o processo pode ser reiniciado.

### 2.3.9. Término do Processo

- Acionar o comando “Em desligamento automático” no IHM. As lâmpadas do painel irão desligar, e o incinerador e lavador se desligarão quando todos os sensores de temperatura indicarem abaixo de 200°C.
- Manter a mesma regulagem nas válvulas.
- Fazer movimentos de grelha de 15° a cada 30 minuto s.
- Regular a válvula V7 (abertura do Cinzeiro) para 40 a 50% uma hora antes de desligar o equipamento.

**Observações:**

A temperatura de desligamento deve ser de aproximadamente 200°C no Reator e na Câmara de pós-combustão. Apesar desta última trabalhar em temperaturas mais elevadas, a tendência é que ela esfrie mais rapidamente.

O esfriamento das Câmaras de Combustão e Pós-combustão não poderá ser forçado, como, por exemplo, mediante a abertura total das válvulas, devido à possibilidade de ocorrer choque térmico no equipamento. Ao final do processo (quando a chama estiver extinta), todas as válvulas deverão ter o fluxo de ar reduzido.

Forçar o encerramento do processo não é aconselhável.

---

### 3. **MANUAL DE MANUTENÇÃO**

---

Neste capítulo o operador encontrará informações sobre as manutenções que deverão ser efetuadas no Sistema de Incineração Luftech – SIL.

#### **3.1. Manutenção Operacional**

A manutenção operacional refere-se às ações que podem ser realizadas pelos próprios operadores.

##### **3.1.1. Diária**

Câmara de Alimentação:

- Limpar as paredes internas, as juntas e os orifícios de passagem de ar e gás.
- Verificar a pressão de ar do sistema pneumático.
- Verificar a existência de vazamento de ar nas mangueiras.
- Verificar a pressão de ar que aciona a tampa interna.

Cinzeiro:

- Remover as cinzas.
- Verificar o aperto das porcas de fixação.
- Verificar a vedação da tampa do Cinzeiro.

Câmara de expansão:

- Remover as cinzas.
- Verificar a vedação da tampa.

Ciclone de Alta Eficiência:

- Remover as cinzas.
- Verificar a vedação da tampa da caixa coletora.
- Tanques decantadores / Venturis / Colunas separadoras:
- Verificar nível da água.
- Limpar os filtros das bombas centrífugas.
- Limpar o enchimento das colunas separadoras com jato de água.
- Verificar pressão das bombas.

- Verificar a vedação das gaxetas nas tampas de inspeção.
- Verificar o jato de água dos bicos spray.

### 3.1.2. Semanal

Grelha:

- Verificar a fixação da alavanca de movimento.
- Verificar a gaxeta de vedação do eixo.
- Verificar se não há danos na estrutura.
- Lubrificar mancais da tampa interna (graxa para alta temperatura).

Câmara de Alimentação:

- Verificar a gaxeta de vedação do eixo da tampa interna.
- Verificar a vedação da tampa interna e externa.
- Verificar a vedação das válvulas de succão.

Queimadores:

- Limpar os bicos atomizadores, tendo cuidado ao retirá-los para não forçar os eletrodos das velas.
- Acionar o solenóide de ignição - após retirar o bico atomizador - para remover as impurezas das tubulações que conduzem querosene até os queimadores.
- Limpar e regular as velas de ignição.
- Remover acúmulo de resíduos no interior do corpo do queimador.
- Revisar as gaxetas.

Observações:

- O afastamento dos pólos das velas deverá ser de no máximo 4 mm;
- O ajuste dos eletrodos na posição correta é feito através de contraporcas;
- Não forçar um eletrodo contra o outro na tentativa de regulá-lo, o que certamente danificará as cerâmicas das velas;
- Para limpeza das velas: remover o cabeçote do ignitor, mantendo as velas fixas no cabeçote;
- Para regulagem das velas: igualmente remover o cabeçote.

### 3.1.3. Mensal

- Limpeza do Reator: Abrir as tampas de inspeção, especialmente as da Câmara de Alimentação.
- Limpeza da caixa de inspeção do ventilador do ciclone.

Observações:

- A cada 1500 horas de operação recomendamos que seja feita uma revisão do equipamento por um técnico da Luftech.
- Recomendamos que o incinerador seja pintado periodicamente utilizando tinta alumínio resistente ao calor para aumentar a vida útil do equipamento.

## 3.2. Manutenção Preventiva

### 3.2.1. Mecânica

- Verificar vazamentos pneumáticos.
- Fazer a inspeção e reparos da grelha.
- Fazer a limpeza e a substituição das gaxetas.
- Fazer a limpeza e substituição das gaxetas das tampas de inspeção.
- Fazer a inspeção e reparo do refratário.
- Verificar ruídos e desalinhamento dos motores.
- Revisar os bicos dos Venturis e torre.

### 3.2.2. Elétrica

- Verificar o funcionamento dos motores e medir a amperagem.
- Verificar o funcionamento do quadro de comando, especialmente a tensão e distribuição das fases de entrada.
- Revisar aperto dos conectores.

### 3.2.3. Instrumentação

- Fazer aferição dos sensores de temperatura;
- Verificar se os sensores dos cilindros estão na posição correta.
- Aferir periodicamente a sonda de pHmetro.

### 3.2.4. Plano de Manutenção

O plano de manutenção elaborado pelos técnicos da Luftech prevê uma avaliação periódica dos itens respeitando a especificação técnica de cada elemento do incinerador.

Cabe aos responsáveis manter o plano atualizado e seguir o cronograma estabelecido criteriosamente, assim o equipamento vai manter o seu correto funcionamento e garantir o desempenho esperado.

Segue a seguir o plano de manutenção preventiva do equipamento e a lista de peças de reposição para suprir a manutenção pelo período de um ano de operação.

## PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Carga horária da Máquina: 8h/dia

Item	Descrição da tarefa	Norma do componente posicionamento	Item substituição e reposição	Mensal	Bimestral	Trimestral	Semestral	Anual
1	Substituir grelha	Grelha						
2	Substituição das gaxetas	Tampa externa Tampa interna Manca de porta câmara da lâmpada interna Porta de inspeção direto reator Válvula de ventilar						
3	Substituição das placas de isolação	Porta de inspeção câmara de pós combustão Porta de inspeção câmara externa Porta de inspeção do cilindro de alta pressão Alavancas Câmara de alimentação						
4	Revisão dos ventiladores	Fundo da câmara de alimentação Relevamento						
5	Revisão do agitador	Revisão e amarra						
6	Revisão das bombas	Bomba de torre Bomba dissipadora						
7	Revisão sistema pneumático	Ventilador MPF Unidade de blocos alumínios Revisão e troca de anel de chumbo Substituição dos elétricos Substituição de discos automotivos Torne de aquecimento						
8	Revisão sistema de combustível	Enchimento coluna Derramar						
9	Revisão e limpeza da lente	Limpeza do monitoramento Câmara de combustão Mta						
10	Limpeza do enximento	Câmara de combustão						
11	Substituição do bico spray	Bico dos bicos						
12	1 inspeção filtro de minérioamento	Filtro do monitoramento						
13	Revisão das baterias	Câmara de combustão						
14	Revisão conjunto phagametro	Mta						
15	Revisão do refratário	Câmara de pós combustão Phagametro Módulos do reator Câmara de pós combustão Mta						

Legenda		Observações						
		Item de substituição						
		Item de reposição						
		Item de rotina						

 Esse item deve estar à disposição do técnico para substituição.  
 Esses itens devem estar à disposição do técnico para substituição se necessário moda da vista:  
 Forno: Bala: Reparo somente substituição se o problema não pode ser resolvido na manutenção preventiva.

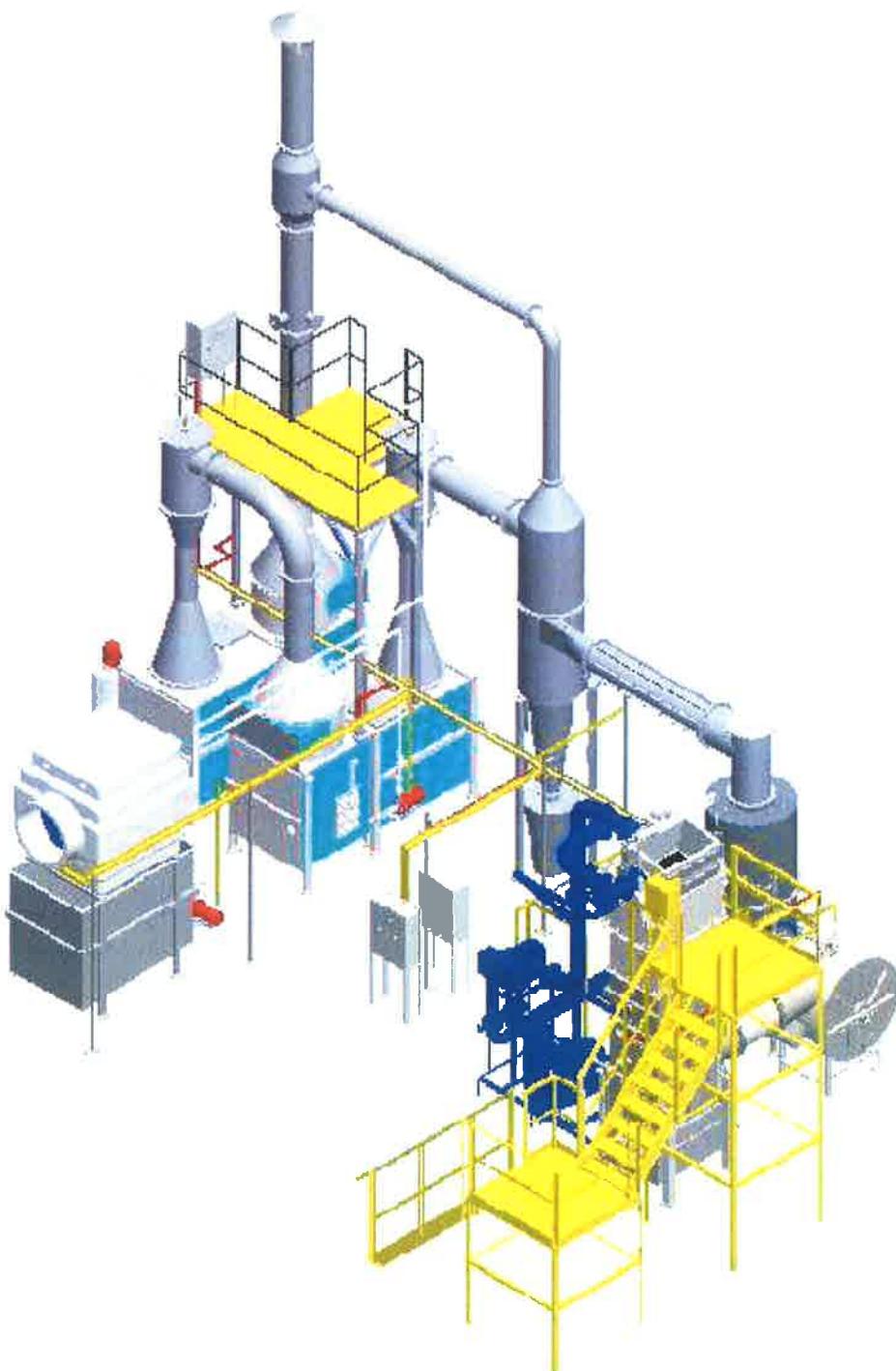
Observação: Deslocado: Corrigido: Fazendo

**Tabela 7: Lista de peças de reposição para o período de um ano de operação:**

QUANT.	ESPECIFICAÇÃO DO PRODUTO	Código
12	kg Gaxeta 3/4"	Cod: 00227
6	kg Gaxeta 1/2"	Cod: 00513
4	kg Gaxeta 1/4"	Cod: 00227
12	UNI Adesivo de Junta para motor	Cod: 00355
10	UNI Placas de isolação 3/8	Cod: 01845
4	UNI Termopar Tipo S	Cod: 00076
16	UNI Velas de Ignição	Cod: 00003760
2	UNI Filtro Regulador de Pressão 1/4" 0-2 bar c/manômetro	Cod: 00278
16	UNI Supressores para o cabo de Ignição	Cod: 00165
4	UNI Bico atomizador 60° 3,0GL/h	Cod: 00430
4	UNI Grelha 200SE	Cod: 00429
2	UNI Válvula Solenóide 24w	Cod: 02774
2	UNI Válvula de Processo 2/2 NF 1/2 220v	Cod: 02921
2	UNI Válvula de Processo 2/2V NF 1/4" 220V	Cod: 02485
2	UNI Transformador de Ignição 220V / 10Kv	Cod: 00079
12	UNI Sensores Palito	Cod: 01391
6	M Manta de Fibra Cerâmica 1"	Cod: 00034
4	UNI Vidro visor grande de 110mm	Cod: 00167
8	UNI Vidro visor Pequeno de 32mm	Cod: 00168

### 3.3. DESENHOS

Figura 29: Perspectiva do sistema



**Figura 30: Vista superior**

