

2.2.3 Pátio de Minérios e Outras Matérias-Primas

No pátio de minérios é feita a estocagem de minério de ferro, minério de manganês, calcário, fundentes e outros materiais oriundos do próprio processo.

O minério de ferro fino e granulado chegam à CST através da Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM) da CVRD, sendo descarregados por um “car dumper” com capacidade de 3.600t/h, as demais matérias-primas (fundentes) chegam à CST por intermédio de vagões e caminhões, são descarregadas em um hopper rodo-ferroviário com capacidade de 2800 t/h..

Tanto o virador de vagões como o hopper rodo-ferroviário são dotados de sistemas de aspersão d’água para controle das emissões de poeira.

Estas matérias-primas são transportadas até o pátio de minérios por meio de correias transportadoras, onde são estocados em pilhas em três pátios de dimensões de 50m x 650m cada um e capacidade total de carga igual a 1.500.000t.

O pátio de minérios é dotado de sistema de aspersão de água similar ao do pátio de carvão, que tem por objetivo evitar o arraste de materiais pela ação dos ventos.

Neste pátio, através de duas máquinas “Stacker/Reclaimer” (empilhadeira/ recuperadora) com capacidade de 3.600t/h e 2.500t/h, respectivamente, os materiais estocados alimentam sete silos de mistura com capacidade de 700m³ cada. A partir desses silos, as matérias-primas são transportadas para dois pátios de homogeneização, logo adjacentes ao pátio de minérios, com dimensões de 40m x 300m cada um e capacidade total de carga de 260.000t. Nesses pátios de homogeneização, os materiais são empilhados por uma máquina “Blending Staker”, com capacidade de 2.500t/h.

Os materiais homogeneizados são recuperados por outra, “Blending Reclainer”, com capacidade de 1.500T/h, e vão para os silos de estocagem que alimentam a unidade de sinterização através de sistema de correias transportadoras.

Também, a partir do pátio de minérios, o calcário e o minério de ferro são transportados por meio de correias transportadoras até os silos de alimentação dos Altos Fornos. O minério de ferro, antes de ser enviado para os Altos Fornos, é peneirado em duas peneiras vibratórias.

As correias transportadoras de alimentação da sinterização e dos Altos Fornos, são cobertas em todas as suas extensões, com enclausuramento dos pontos de transferência e de carga dos silos, a fim de se evitar emissões fugitivas de material particulado.

O sistema de descarregamento de vagões ferroviários “car dumper” e tremonhas, bem como o sistema de correias transportadoras até o pátio de minérios são adotados de sistemas de pulverização de água em forma de névoa por meio de bicos de “spray” convenientemente localizados para inibição do levantamento de material particulado durante a operação das correias e “car dumper”.

2.2.4 Coqueria

A unidade de produção de coque da CST (Cowuaria Convencional) é formada por três baterias do tipo “carl-still” com quarenta e nove fornos cada uma, cuja operação consiste em realizar uma destilação da mistura de carvão que a alimenta, a qual provoca a liberação de gases e a formação do produto denominado coque, que é poroso e constituído de altíssimo teor carbonoso. O gás produzido é o COG (“Coke Oven Gas”), que é resfriado de 800 °C para 80 °C através da borrifação de licor amoniacal, o qual absorve uma pequena quantidade da amônia existente no gás, sendo encaminhada para o coletor principal da coqueria e daí para as instalações de subprodutos da mesma unidade.

O COG é um combustível que, no processo integrado da CST é consumido em diversas unidades operacionais, incluindo o aquecimento dos próprios fornos de coque.

Na coqueria da CST, uma das baterias de fornos é equipada para consumir, COG ou uma mistura de COG e BFG (“blast furnace gas”) gerado nos Altos Fornos, enquanto as outras duas baterias de fornos utilizam apenas o COG.

A Figura 2.2.4-1 que se segue mostra uma vista da Coqueria da CST e a Figura 2.2.2-1 apresenta em perspectiva uma bateria de fornos de uma Coqueria.



Figura 2.2.4-1: Vista aérea da coqueria da CST.

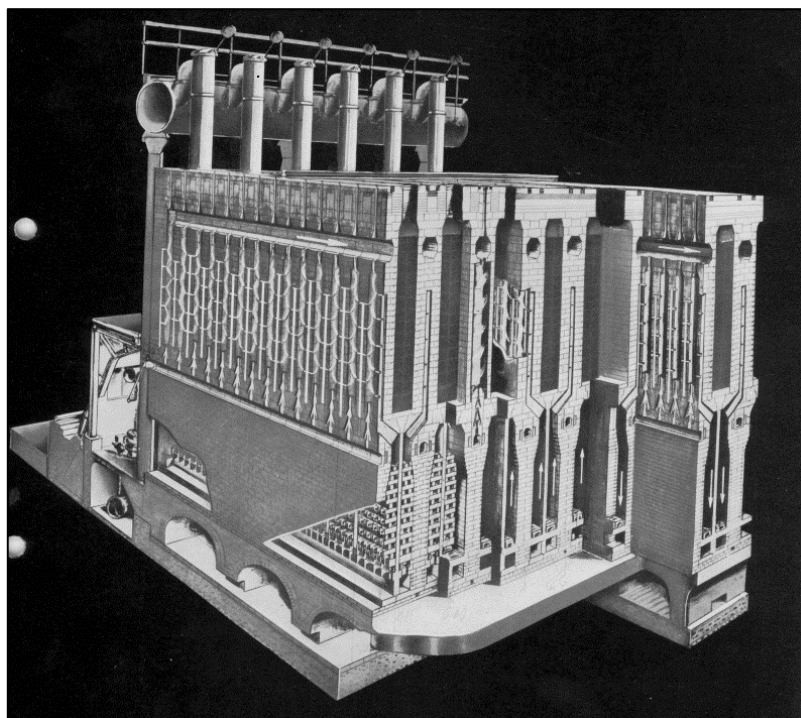


Figura 2.2.4-1: Perspectiva de uma bateria típica de fornos de coqueria.

O carregamento de carvão é feito por meio do carro sobre trilhos de carregamento, que é alimentado pelas torres da coqueria. Os fornos são carregados através de 5 silos de carregamento, cujas extremidades inferiores são dotadas de tremonhas de descarga que possuem válvulas borboletas. Estas válvulas são operadas por um controlador de nível, de modo a evitar o escapamento de gás e material particulado para a atmosfera. O sistema contempla também outro procedimento para evitar a emissão de poluentes para a atmosfera, o qual consiste da sucção realizada através de contrapressão de vapor de 13kgf/cm^2 para o coletor principal.

As baterias de fornos da CST são dotados de sistema de reversão que controla o aquecimento (gás, ar) do “lado-máquina” - LM e do “lado coque” - LC, através do fechamento e abertura de válvulas e tampas fixados em barramentos distintos, melhorando a distribuição térmica longitudinal e vertical.

A Coqueria da CST também possui portas com selagem para vedação dos fornos de coque, de forma a não permitir a emissão de partículas e gases para a atmosfera.

Neste tipo de bateria, “carl still”, os queimadores são multi-estágios, ocorrendo a combustão primária do combustível (COG ou COG + BFG) com os gases efluentes da combustão primária, enriquecidos sucessivamente com injeção de ar que promove a combustão total e que melhor distribui o calor resultante da combustão e, ao mesmo tempo, minimiza a emissão de monóxido de carbono e de NO_x .

O coque produzido nas baterias de fornos de coqueria sofre as seguintes operações, antes de alimentar os silos dos Altos Fornos e da sinterização:

◆ *Descarregamento de Coque*

O coque incandescente é empurrado para fora do forno por meio da máquina desenfornadeira.

O coque desenfornado é guiado para a caçamba de coque por meio do carro guia, o qual tem também a função de abrir as comportas do lado oposto ao “Pusher”.

A caçamba de coque transporta o coque incandescente para a unidade de apagamento a seco, sendo dotada de uma plataforma móvel sobre um trilho e a ela perpendicular um carro suporte que alimenta uma caçamba “coke container” que, após o recebimento do coque incandescente, é fechada para evitar a combustão do coque.

◆ *Unidade de Apagamento a Seco de Coque*

Esta unidade utiliza o sistema denominado “Coke Dry Quenching” - CDQ, para apagamento do coque, tendo capacidade para apagamento de 1.600.000t/a de coque e geração de vapor superaquecido à média pressão, numa taxa de 900.000t/a.

◆ *Tratamento de Coque*

Através da correia transportadora, o coque extinto frio, é encaminhado para o sistema de peneiramento (britagem). O coque bitolado, após o peneiramento, segue por correia transportadora, para os silos dos Altos Fornos (25 a 65mm) e os finos de coque (0 a 25mm) segue por correia transportadora para os silos da sinterização. A Figura 2.2.4-2 que se segue, mostra a área de tratamento de coque indicando, sob a forma de fluxograma, os processos envolvidos.

◆ *Limpeza do Gás de Coqueria*

O gás de coqueria - COG é obtido após o tratamento dos gases resultantes da destilação do carvão, que tem lugar nas instalações de subprodutos da coqueria, formadas de: decantação de alcatrão, resfriadores primários de gás, precipitadores eletrostáticos de alcatrão, lavador de amônia, destilação de amônia e concentração de água amoniacal, combustão de amônia, lavador de naftaleno e grupo frigorífico.

A produção da coqueria apresenta os seguintes valores: para uma tonelada de carvão, utiliza-se 167Nm³ de COG ou 764Nm³ de COG + BFG, produzindo 745Kg de coque e 350Nm³ de matérias voláteis, que são tratadas nas instalações de sub-produtos da coqueria.

Estas instalações foram projetadas para uma vazão de gás de 100.000Nm³/h e uma produção de alcatrão, em torno de 9,36T/h. Atualmente, a produção de alcatrão tem alcançado a média de 7,9 t/h.

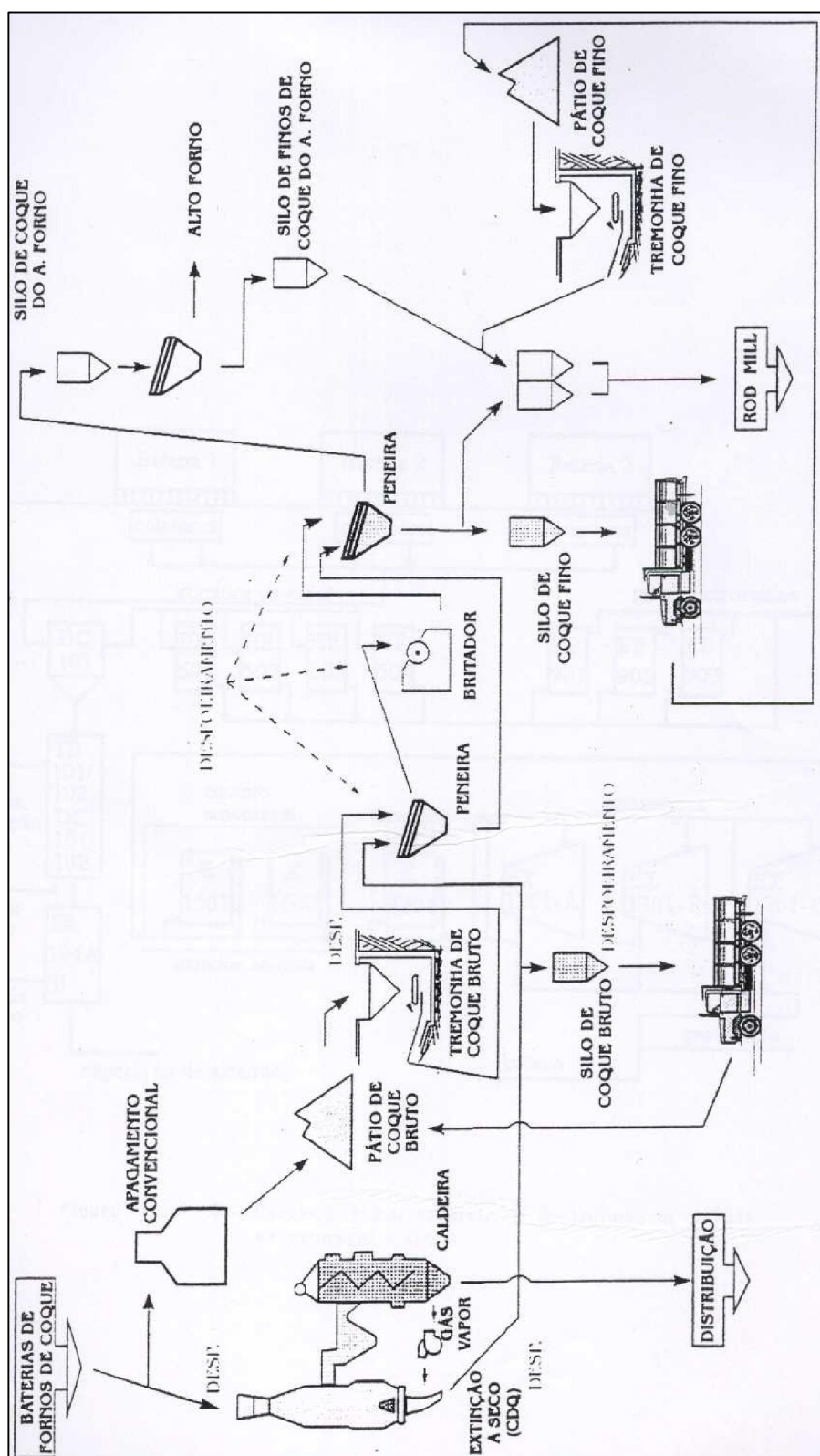


Figura 2.2.4-2: Fluxograma do Processo de Tratamento de Coque.

◆ *Precipitadores Eletrostáticos*

Nestas unidades do processo de limpeza do COG, têm-se três precipitadores eletrostáticos (EP-901 a EP-903), cuja finalidade é a de retirar as partículas de alcatrão que ainda estão em suspensão no interior da massa de COG.

◆ *Lavador de Amônia*

Em seu processo de limpeza, o COG, ao sair dos precipitadores eletrostáticos, onde é feita a retirada do alcatrão, segue para os lavadores de amônia (K-1501 e K-1502), ligados em série, cuja finalidade é a retirada da amônia do gás COG.

O gás em fluxo ascendente pelo lavador, recebe, em contra fluxo, um banho de água amoniacal proveniente da base do outro lavador. O gás semi-lavado, em seu curso normal, entra pela base do segundo lavador e, em fluxo ascendente, recebe em contra fluxo, um banho de água amoniacal proveniente das colunas de destilação de amônia e água desmineralizada. Após esta lavagem, o gás encontra-se dentro das especificações em relação aos teores de amônia.

◆ *Unidade de Destilação e Concentração de Amônia*

As colunas de destilação de amônia (K-1701 A/B) operam em paralelo, sendo alimentadas com água amoniacal proveniente do tanque de estocagem e dos filtros de cascalho. A amônia e outros gases são retirados por evaporação formando o vapor amoniacal que é conduzido para queima em câmara de combustão.

Neste processo ocorre a condensação de água rica em amônia fixa. Esta água se divide em dois fluxos; um segue para a ETB - Estação de Tratamento e outro, para o processo dos lavadores de amônia (TK-1501 e TK-1502).

◆ *Combustão de Amônia*

Os vapores de amônia produzidos pela coluna de destilação são conduzidos até a câmara de combustão, onde também entra o COG e o ar necessário à combustão. O gás resultante da combustão da mistura ($\text{NH}_3 + \text{COG} + \text{ar}$) atinge uma temperatura de cerca de 1.100°C , sendo aproveitado na geração de vapor saturado em uma caldeira a jusante da câmara de combustão, a qual é alimentada com água desmineralizada à taxa de aproximadamente 8,0t/h. Os gases resultantes da combustão são conduzidos até uma das chaminés das baterias de fornos.

◆ *Unidade de Lavagem de Naftaleno*

O COG, após seu resfriamento e, livre de alcatrão e amônia, é conduzido ao lavador de naftaleno (K-3201). Este equipamento tem por finalidade retirar do COG a maior quantidade possível de naftaleno nele contida. O gás em fluxo ascendente pelo lavador entra em contato com o óleo de lavagem em curso descendente que o retira do gás. O óleo é re-circulado, para melhor aproveitamento de sua capacidade de absorção.

◆ *Grupo Frigorífico*

A unidade de refrigeração utiliza o Freon R-11E em processo convencional de compressão, em que o fluido refrigerante (Freon R-11E) retira calor da água desmineralizada nos separadores da unidade frigorífica, resfriando-a, cedendo este calor à água do mar no condensador. O circuito do fluido refrigerante, como em qualquer processo convencional de compressão é fechado, não havendo contato direto do refrigerante com a água desmineralizada e nem com a água do mar.

◆ *Unidade Exaustora de Gás*

Após cumprir o circuito de purificação mostrado na Figura 2.2.4-3, o COG é succionado pelo grupo de exaustores e encaminhado ao gasômetro para distribuição às diversas unidades consumidoras da usina.

2.2.5 PCI – Unidade de Pulverização/Injeção de Carvão

Em maio de 1996 entrou em operação o PCI (Pulverized Coal Injection). O PCI permitiu a entrada em operação do Alto Forno 2 (AF#2) em junho de 1998 sem necessidade de ampliação da coqueria e nem de importação de coque, pois o combustível do AF#2 foi suprido com o PCI.

A Figura 2.2.5-1 que se segue, apresenta o fluxo de processo do PCI, onde se tem o sistema de correias transportadoras de carvão grosso que alimenta o silo dessa unidade, que por sua vez alimenta os dois moinhos, um com capacidade de moagem de 94 t/h e o outro com capacidade de moagem de 35 t/h de carvão mineral. Dos moinhos o carvão moído é conduzido para o silo, tendo sido antes peneirado para controle de granulometria, em que o rejeito do peneiramento retorna aos moinhos para nova moagem. Do silo, o carvão é pulverizado nos Altos Fornos 1 e 2 (AF#1 e AF#2) através de sistema de ventilação.

O PCI foi projetado para atender aos dois Altos Fornos, sendo basicamente constituído de sistema de transporte de carvão grosso (correias transportadoras, silo regulador, peneiras), sistema de moagem e secagem (moinho, classificador, aquecedor, exaustor, transportador) e sistema de injeção de finos (vasos de injeção, transporte pneumático).

O sistema de controle de emissões atmosféricas da unidade do PCI é constituído de filtros de mangas, cujo lançamento através de uma chaminé garantirá que a concentração de material particulado seja mantida a níveis inferiores a 50mg/Nm^3 .

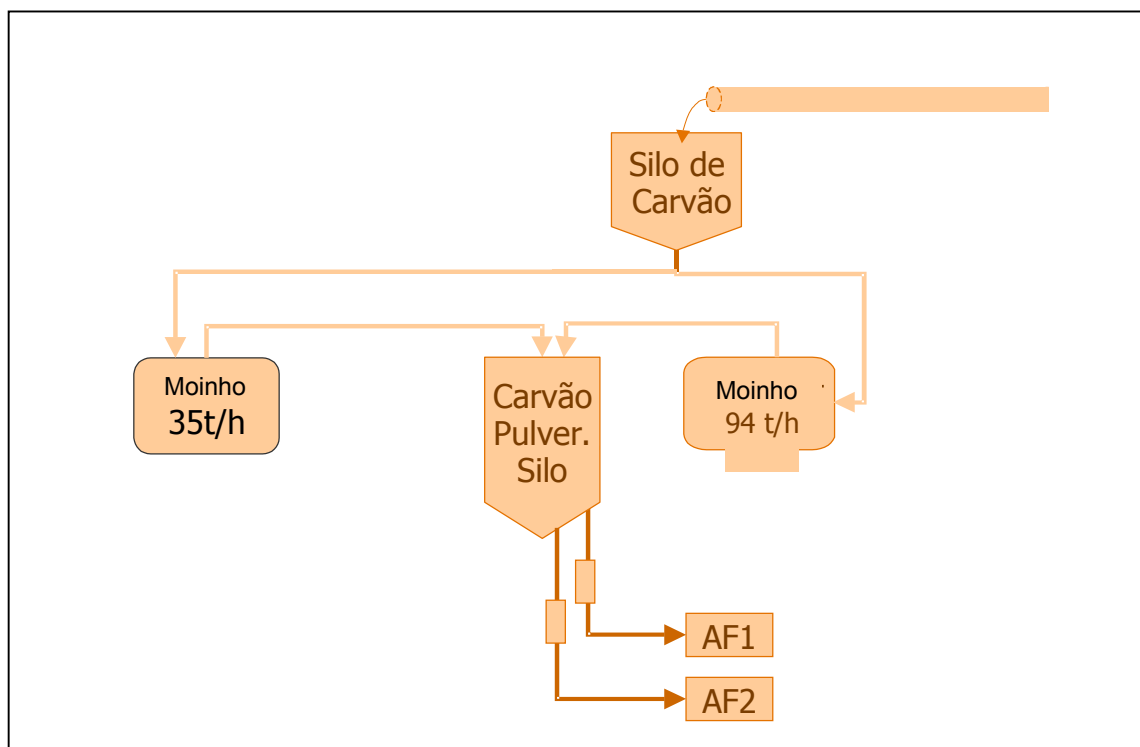


Figura 2.2.5-1: Fluxograma de Processo do PCI.

2.2.6 Sinterização

A sinterização alimenta atualmente os Alto fornos 1 e 2, constituindo-se na maior parcela da matéria-prima desses dois Altos Fornos. O empreendimento em análise não demandará qualquer alteração da sinterização, visto que a produção atual será suficiente para suprimento dos três Altos Fornos, complementada com um aumento considerável no consumo de pelotas.

A sinterização da CST é dotada de uma máquina de sinter, na qual a esteira (grelhas) é alimentada por dois tambores. Um tambor carrega a esteira com sinter de granulometria na faixa de 10 a 20mm para formação da camada de proteção das grelhas (camada de forramento), o qual retorna do processo após seleção por peneiramento. O outro tambor distribui a mistura sobre o leito formado para proteção das grelhas.

A mistura final é composta do material (mistura) proveniente do pátio de minérios (pátio de homogeneização constituída de minérios, finos de calcário, manganês, fundentes, dentre outros), que são estocados em silos da sinterização e os finos de coque (granulometria entre 0 e 25mm) proveniente da coqueria que são estocados nos silos de coque da sinterização.

A carga da sinterização é dosada através de balanças que carregam correias transportadoras, as quais conduzem os materiais provenientes dos silos da sinterização (silos de coque e silos de matérias-primas provenientes do pátio de minério e da área de homogeneização, bem como finos diversos) até ao misturador, que se constitui de um tambor rotativo.

Além dos finos de coque que compõem a mistura, o gás de coqueria é utilizado para iniciar queima da carga, consumindo uma média de $1500\text{Nm}^3/\text{h}$ de COG. Um sistema de coifas distribuídas sob a máquina de sinterização suciona os gases resultantes da combustão da carga, homogeneizando a queima da mistura, vaporizando a água nela contida devida à umidade necessária para a aglomeração dos seus componentes e calcinando os carbonatos.

O produto resultante do processo de sinterização, ao sair da máquina de sinter, é beneficiado antes de ser encaminhado para os silos do Alto Forno.

- **Britador primário:** a carga é quebrada no britador primário com capacidade de 760 t/h para obtenção da bitola de 150mm , quando então é encaminhada ao resfriador;
- **Resfriador:** o sinter proveniente do britador primário se encontra com temperatura na faixa de 700°C a 800°C . O resfriador tem capacidade para resfriar 1.260 t/h de sinter, constituindo-se de vários setores de resfriamento, onde cinco ventiladores de ar frio de $7.800\text{ m}^3/\text{min}$ cada, promovem a passagem do ar através das camadas de sinter. O resfriador é dotado de um sistema de despoeiramento do tipo Precipitador Eletrostático Secundário para $16.000\text{ m}^3/\text{min}$, liberando uma concentração de pó inferior a 80 mg/Nm^3 . O material retido no Precipitador é encaminhado para compor a mistura de alimentação da sinterização. Através de um sistema de peneira, o sinter é classificado na faixa de 5 a 50mm , sendo encaminhado por sistema de correias transportadoras para os silos dos Altos Fornos. Parte do sinter, de granulometria entre 8 e 16 mm , é encaminhada de volta à máquina de sinterização para formação do leito de proteção das grelhas. O sinter de granulometria abaixo de 5mm retorna à mistura de matérias primas que alimenta o processo. A Figura 2.2.6-1 indica o fluxograma simplificado da sinterização.

O controle das emissões atmosféricas é feito como se segue:

- **Sistema de exaustão de gás:** constitui-se de três precipitadores eletrostáticos, com capacidade total de $38.000\text{ m}^3/\text{min}$ de gases a 150°C , possuindo dois exaustores principais com capacidade de $19.000\text{ m}^3/\text{min}$ cada um, cujas emissões de material particulado são inferiores a 80 mg/Nm^3 . O material retido nos precipitadores retorna ao processo de sinterização.
- **Sistema de despoeiramento da área da sinterização:** constitui-se do Precipitador Eletrostático Secundário, já descrito acima, o mesmo usado para despoeiramento do resfriador, com o ar a 70°C , sendo alimentado por um soprador de mesma capacidade, que lança ar para atmosfera com concentração de material particulado inferior a 80 mg/Nm^3 .
- A água consumida no processo da sinterização é suprida pela estação de tratamento de água da área do Alto Forno, sem geração de efluente.

ÁREA DE SINTERIZAÇÃO

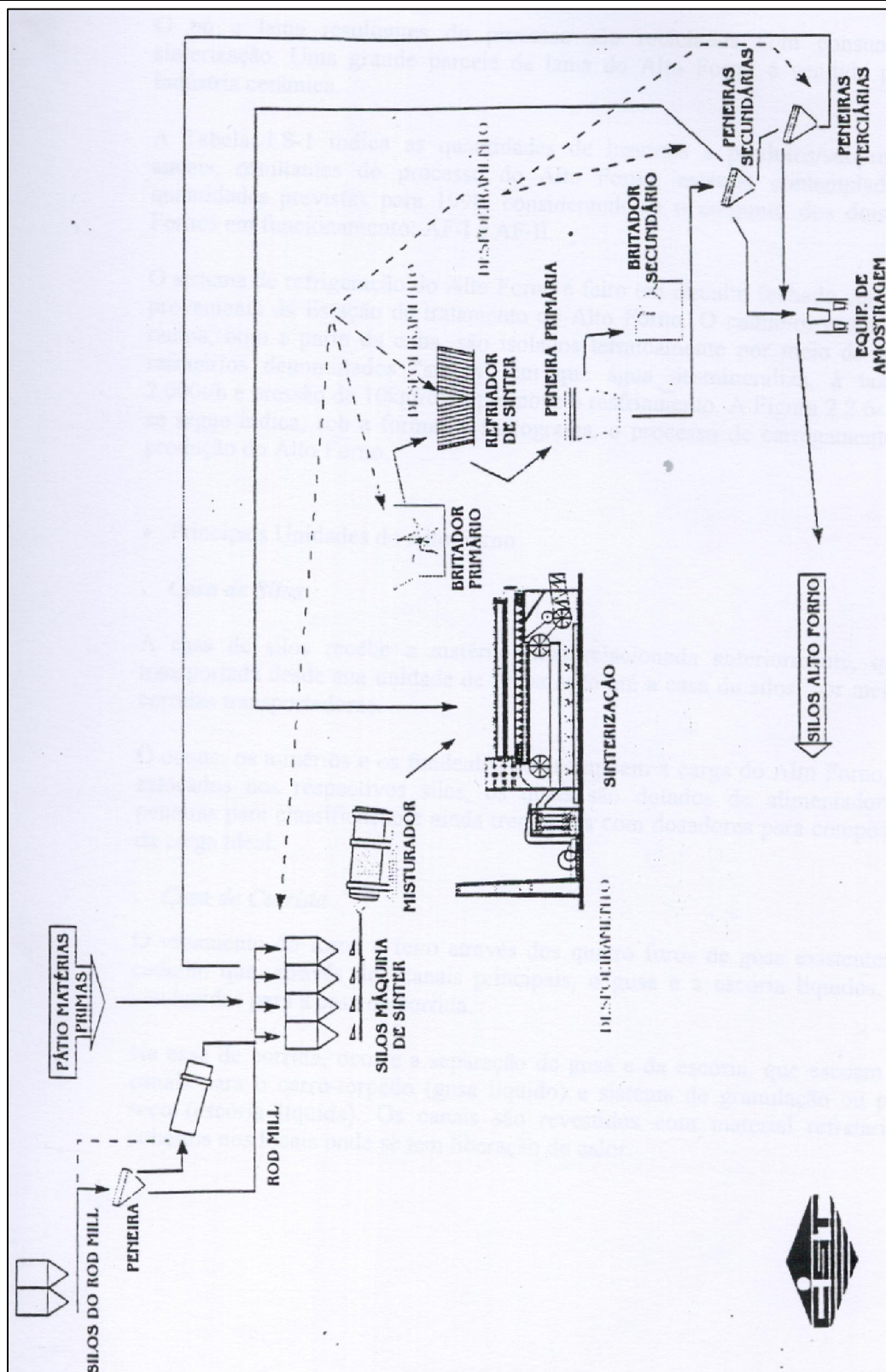


Figura 2.2.6-1: Fluxograma simplificado do processo da sinterização.

2.2.7 Altos Fornos Atuais (AF#1 e AF#2)

◆ *O Processo do Alto Forno*

De forma geral, o Alto Forno tem por finalidade a produção de ferro gusa a partir do minério de ferro (sinter, pelota e minério de ferro propriamente dito), fundentes (calcário, dolomita, serpentino e quartzo), combustíveis que são o coque, carvão pulverizado injetado na área das ventaneiras, o alcatrão e os gases BFG e COG e, ainda, ar pré-aquecido até 1.300°C, oxigênio e gases formados pela queima de carbono do coque percorrendo a carga no interior do Alto Forno de forma ascendente, reduzindo os óxidos da mesma.

Portanto, trata-se de um reator químico a contra-corrente, em que a carga, formada de camadas alternadas de minério e coque, carrega o forno por sua goela através dos silos localizados em seu topo e formando o “mix” adequado, desce por gravidade durante o processo, enquanto que a corrente de gases (ar soprado, oxigênio e demais gases liberados da queima do carbono contido no coque e no carvão pulverizado) é ascendente.

O Alto Forno, durante o seu funcionamento, divide-se em cinco regiões (zonas) distribuídas, verticalmente, de cima para baixo, como se segue:

- ◆ Zona A:Zona de sólidos
- ◆ Zona B:Zona coesiva (amolecimento e fusão dos sólidos)
- ◆ Zona C:Zona de gotejamento (fase líquida)
- ◆ Zona D:Zona do “Raceway” das ventaneiras
- ◆ Zona E:Cadinho

Esquemáticamente, a Figura 2.2.7-1, que se segue, dá uma idéia da distribuição da carga das principais zonas características da produção de gusa líquido em Alto Forno.

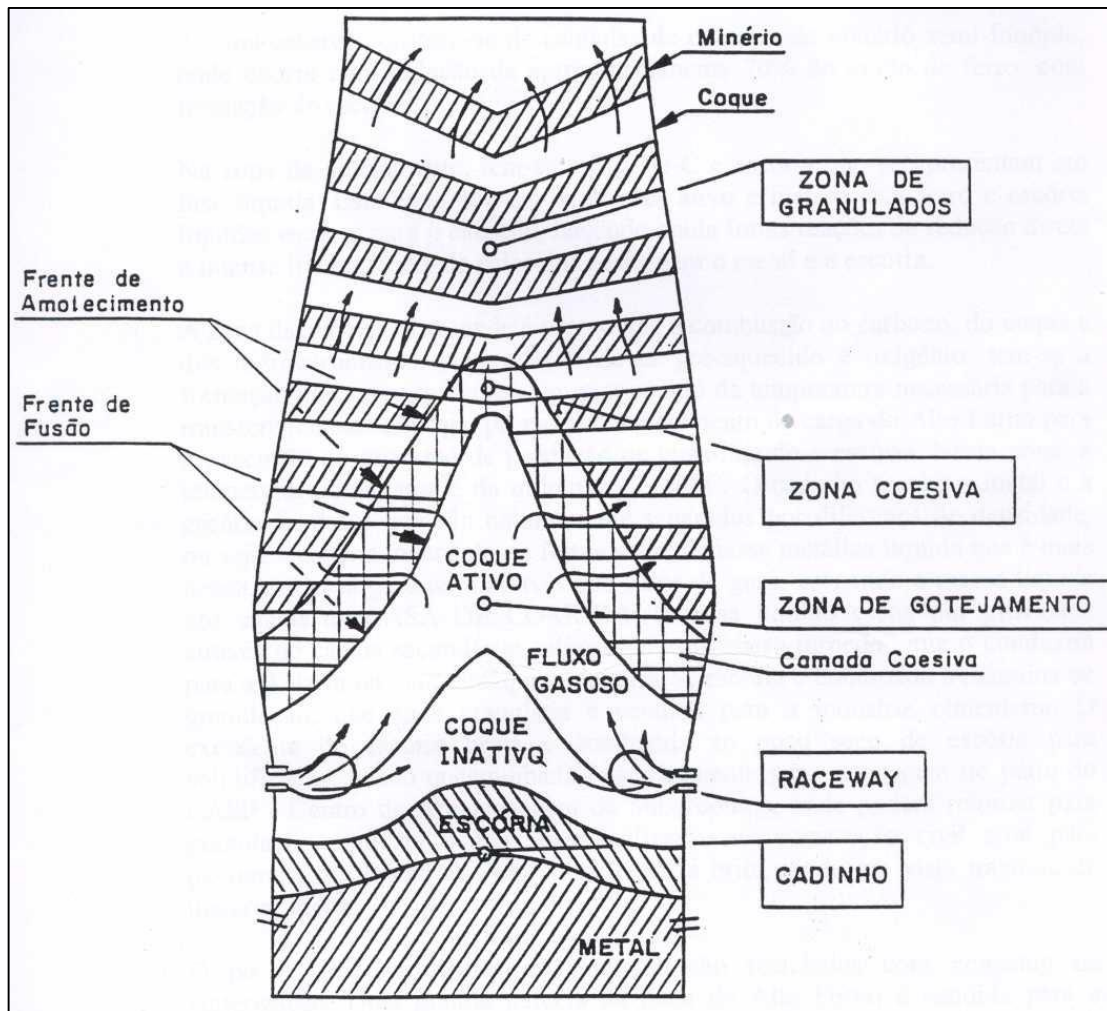


Figura 2.2.7-1: Distribuição da carga do Alto Forno.

Na zona de sólidos ou zona de granulados, ocorre um pré-aquecimento que promove a redução do óxido de ferro ainda em estado sólido, através de reação endotérmica próxima de 1.100°C.

A zona coesiva constitui-se de camadas de coque e de minério semi-fundido, onde ocorre uma redução de aproximadamente 70% do óxido de ferro, com formação de escória.

Na zona de gotejamento, tem-se a liga Fe-C e escória que se apresentam em fase líquida. Esta zona contém os coques ativo e inativo, e o ferro e escória líquidos escoam para o cadinho, havendo ainda fortes reações de redução direta e intensa transferência de calor dos gases para o metal e a escória.

A zona das ventaneiras, onde é promovida a combustão do carbono, do coque, do carvão pulverizado proveniente do PCI e dos hidrocarbonetos, pela injeção de ar pré-aquecido e oxigênio, tem-se a formação dos gases redutores e o atingimento da temperatura necessária para a transferência de calor que promove o aquecimento da carga do Alto Forno para a execução do processo de produção de gusa-líquido e escória. Nesta zona, a temperatura de chama é da ordem de 2.200°C. O cadinho recebe o metal e a escória fundidos que são naturalmente separados por diferença de densidade, ou seja, a escória menos densa flutua sobre a massa metálica líquida que é mais densa. A descarga é feita através dos furos de gusa, escoando a massa líquida nos canais da CASA DE CORRIDA. A massa de gusa líquido escoar por gravidade através de canais secundários, alimentando o “carro-torpedo” que o conduzirá para a Aciaria ou para a máquina de gusa. A escória é conduzida à máquina de granulação, que depois de granulada é vendida para a indústria cimenteira. O excedente de escória bruta é conduzida ao poço seco de escória para solidificação, sendo encaminhada posteriormente para estocagem no pátio do CASP - Centro de Armazenagem de Subprodutos, onde poderá retornar para granulação e/ou ser britada para utilização na construção civil e/ou para pavimentação de estradas em substituição à brita, tendo em vista tratar-se de material inerte.

O pó e lama resultantes do processo são reciclados com consumo na sinterização. Uma grande parcela da lama do Alto Forno é vendida para a indústria cerâmica.

As Tabelas 1.11-1 e 1.11-2 anteriores indicaram, respectivamente, as quantidades de insumos e produtos/subprodutos anuais da Planta da CST, resultantes do processo dos Altos Fornos, estando contempladas as quantidades previstas para 2006, considerando-se o conjunto dos três Altos Fornos em funcionamento: AF#1, AF-#2 e AF#3.

Os topos dos Altos Fornos são dotados, cada um, de sistema de duplo cone com válvulas de vedação de gás. Durante o carregamento da carga, as pressões no interior deles são cuidadosamente equilibradas e controladas para não ocorrer danos às suas estruturas.

A figura 2.2.7-2 apresenta na forma de fluxograma simplificado, o fluxo de produção de gusa no alto forno.



As carcaças dos fornos são, respectivamente, sustentadas em fundações, entretanto, os seus topos são sustentados por estruturas metálicas com base em quatro colunas em cada forno, sendo que as conexões entre os respectivos topos e as respectivas carcaças são feitas por cintas metálicas dotadas de juntas de expansão.

O sistema de refrigeração dos Altos Fornos são feitos em circuitos fechados com água proveniente da Estação de tratamento dos Altos Fornos. O cadinho, ventaneiras, rampa, bojo e parte da cuba de cada forno são isolados termicamente por meio de blocos refratários denominados “staves” em que água desmineralizada promove os respectivos resfriamento.

◆ *Principais Unidades do Alto Forno*

- Casa de Silos

A casa de silos recebe a matéria-prima relacionada anteriormente, que é transportada desde sua unidade de preparação até a casa de silos, por meio de correias transportadoras.

O coque, os minérios e os fundentes que compõem as cargas dos Altos Fornos são estocados nos respectivos silos, os quais são dotados de alimentadores e peneiras para classificação e ainda tremonhas com dosadores para composição da carga ideal.

Similarmente, os minérios e os fundentes são temporariamente estocados em silos dos respectivos Altos Fornos. Analogicamente ao fluxo de coque, após a classificação os finos de minérios são armazenados em unidades de armazenamento dos respectivos fornos e daí conduzidos para a sinterização.

O carvão pulverizado é injetado a partir do PCI diretamente nos fornos na região das suas respectivas ventaneiras.

- Casa de Corrida

Os vazamentos dos fornos são feitos através dos quatro furos de gusa existentes no cadinho de cada um que, através dos canais principais, o gusa e a escória líquidos, são conduzidos para a casa de corrida.

Nas respectivas casas de corrida, ocorre a separação do gusa e da escória, que escoam por canais para o carro-torpedo (gusa líquido) e sistema de granulação ou poço seco (escória líquida). Os canais são revestidos com material refratário e cobertos nos locais onde se tem liberação de calor.

O sistema de canais de cada forno compreende um canal principal onde o gusa é separado da escória por diferença de densidade, um canal secundário de gusa, um canal de gusa residual, uma bica basculante e um canal de escória. Cada furo de gusa é atendido por um sistema de canais, conforme a descrição feita acima.

As respectivas casas de corridas (uma para cada Alto Forno) são sistematicamente divididas em duas áreas, cada uma, em que cada área atende a dois furos de gusa.

- Sistema de Granulação de Escória

A escória é granulada pelo impacto de jatos d'água a alta pressão sendo, em seguida, submetida a uma forte agitação em tanque apropriado que contém água e escória, de onde é bombeada para as tremonhas de desidratação, sendo daí embarcada em caminhões e enviada para a indústria cimenteira compradora.

Este processo de granulação de escória tem lugar em cada área (duas) da casa de corrida. A água utilizada nesse processo é recuperada em tanque de sedimentação e, após refrigeração é reutilizada, formando um circuito fechado. O pó resultante da decantação é enviado para as tremonhas de desidratação, não se tendo, portanto, resíduos e/ou efluentes em tal sistema.

- Máquina de Moldar Gusa – Unidade da Aciaria

O gusa líquido é conduzido pelos canais próprios em cada área da casa de corrida e vazado nos carros-torpedos que são encaminhados em ferrovias internas até a Aciaria. Quando a Aciaria não se encontra em condições de receber uma carga qualquer de gusa líquido, o carro-torpedo é encaminhado para a máquina de moldar gusa.

O gusa líquido é então moldado em blocos característicos de 37 kg cada um, utilizando-se jatos d'água no processo de resfriamento que promove a solidificação do metal. A água utilizada é então encaminhada para refrigeração e reaproveitada no processo e, portanto, não gera efluente líquido.

- Regeneradores

O AF#1 é dotado de 4 regeneradores e o AF#2 de 3, cuja finalidade é aquecer o ar soprado nas ventaneiras de cada Alto Forno e enriquecimento de oxigênio. Isto também ocorrerá com o Alto Forno#3.

Os regeneradores têm capacidade de aquecer o quantidade de ar necessário ao processo de cada Alto Forno, à temperatura máxima de 1.300°C, consumindo BFG (gás de Alto Forno) e COG (gás de coqueria).

Os gases resultantes da combustão destes combustíveis (COG e BFG) aquecem a câmara do regenerador de cada forno, que é revestida por refratário, promovendo troca de calor com o ar frio que passa por seu interior, regenerando, portanto, parte da energia térmica transferida dos gases de combustão do COG e BFG.

Os elementos auxiliares na operação do regenerador, como válvulas e juntas de expansão, são resfriados com a utilização de água suprida pela Estação de Tratamento de Água da área do Alto Forno, a qual é recirculada, formando um circuito fechado, conseqüentemente, sem a geração de efluentes.

- Sistema de Despoeiramento

O sistema global de despoeiramento da área de cada Alto Forno se constitui de três sistemas independentes que abrangem a casa dos silos, o topo do Alto Forno e a casa de corrida.

A casa dos silos possui um filtro de mangas devidamente dimensionado para o despoeiramento requerido. Após passarem pelo sistema de filtragem, o ar limpo (concentração de material particulado inferior a $100\text{mg}/\text{Nm}^3$) é conduzido a uma chaminé que o lança na atmosfera.

O topo de cada Alto Forno é dotado de lavador Venturi devidamente dimensionado, cujos gases lavados são encaminhados a uma chaminé para lançamento na atmosfera, com concentração de material particulado inferior a $100\text{mg}/\text{Nm}^3$.

Cada área da casa de corrida (duas áreas em cada Alto forno) é dotada de um filtro de mangas devidamente dimensionado, em que os gases limpos são lançados para a atmosfera com concentração de material particulado inferior a $100\text{mg}/\text{Nm}^3$.

- Sistema de Limpeza de Gás de Alto Forno (BFG)

O gás BFG produzido em cada Alto Forno, antes de ser encaminhado para o gasômetro e distribuído para as unidades consumidoras, sofre um processo de limpeza para retirada de contaminantes, que basicamente se constitui de pó gerado no processo de redução do minério de ferro e carregado pelo gás em seu fluxo, à medida que é produzido no interior do de cada Alto Forno.

O sistema de limpeza consta de um coletor primário de pó e de dois lavadores Venturi em cada Alto Forno, com concentração de material particulado em sua entrada, igual a $15\text{g}/\text{Nm}^3$. O pó retirado pelo coletor de pó é consumido na sinterização.

O processo de limpeza do BFG tem seu curso com a utilização dos dois lavadores Venturi associados em série com retirada intermediária de parte do gás.

O lavador Venturi primário recebe o gás do coletor de pó e, à sua saída, o circuito é bifurcado onde parte do gás parcialmente limpo é conduzido para o topo do Alto Forno para equalização primária de pressão, enquanto que o restante do gás é conduzido para o lavador Venturi secundário que reduz a sua concentração de material particulado para $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ sendo então, distribuído para as unidades consumidoras.

- Sistema de Água do Alto Forno

A ETA (Estação de Tratamento de Água) do Alto Forno opera em circuito fechado, alimentando, além do Alto Forno e os seus regeneradores, também a unidade de sinterização e o pátio de minérios.

A água utilizada nas diversas unidades alimentadas por esta ETA é coletada, refrigerada e recirculada, não gerando efluentes.

Nesta unidade específica, além da remoção dos resíduos sólidos contidos na água de limpeza do gás dos fornos, também são removidos os resíduos sólidos provenientes dos sistemas de despoeiramento da casa dos silos, do topo do Alto Forno e da casa de corrida.

2.2.8 Unidade de Calcinação

A unidade de calcinação tem por objetivo promover o beneficiamento do calcário bruto recebido de Minas Gerais e Espírito Santo (Cachoeiro de Itapemirim). Ao ser recebido, o calcário passa por processo que de lavagem e classificação para alimentação dos dois fornos de calcinação existentes na referida unidade.

O calcário descarregado na tremonha de recepção é transportado até os silos de calcário por meio de correias transportadoras. Dos silos, o calcário segue para o sistema de beneficiamento, sendo lavado e classificado num classificador, na bitola entre 0 e 30mm. Os finos (0 a 10mm) resultantes do processo de classificação são encaminhados para a sinterização, enquanto que o calcário bitolado alimenta os dois fornos de calcinação existentes em tal unidade.

Os fornos são idênticos, horizontais e rotativos, em que os gases de combustão passam por uma câmara de pré-aquecimento do calcário, localizada numa de suas extremidades. Esta câmara é alimentada por sistema de correias transportadoras dotadas de balança. Na outra extremidade do forno, estão localizados os queimadores que promovem a calcinação da carga utilizando a combustão de COG.

Após o desenformamento, o calcário passa por um resfriador que utiliza corrente forçada de ar, a qual é canalizada para o forno e utilizada como ar de combustão.

A cal calcinada é então classificada e encaminhada para a Aciaria, sendo utilizada nos convertedores LD. Os rejeitos (granulometria inferior a 6mm) são estocados em silos para utilização em outras unidades e/ou comercialização.

A lavagem do calcário é feita com água re-circulada e, portanto, dela não existe efluente. A água é coletada e conduzida para o espessador, de onde segue para um tanque de equalização e daí retorna para o lavador. O resíduo retido no espessador alimenta um filtro a vácuo de onde segue para a sinterização, que o consome em seu processo. A água resultante do processo de filtração é conduzida para o tanque de equalização, retornando ao processo de lavagem do calcário. A Figura 2.2.8-1 apresenta o fluxograma do processo da unidade de calcinação.

- Sistema de Despoeiramento da Unidade de Calcinação

Os pontos de descarga das correias transportadoras, classificador e resfriador são dotados de sistema de coleta de partículas que alimentam um filtro de mangas de modo que as emissões atendam o limite estabelecido pela IEMA/SEAMA.

Na usina de calcinação, o sistema de despoeiramento consiste de ciclone, que retém as partículas de maior diâmetro, seguido por filtro de mangas que retém as partículas menores de forma que as emissões atendam o limite estabelecido de 50mg/Nm³. Cada forno possui o seu sistema de despoeiramento, que são independentes e similares.

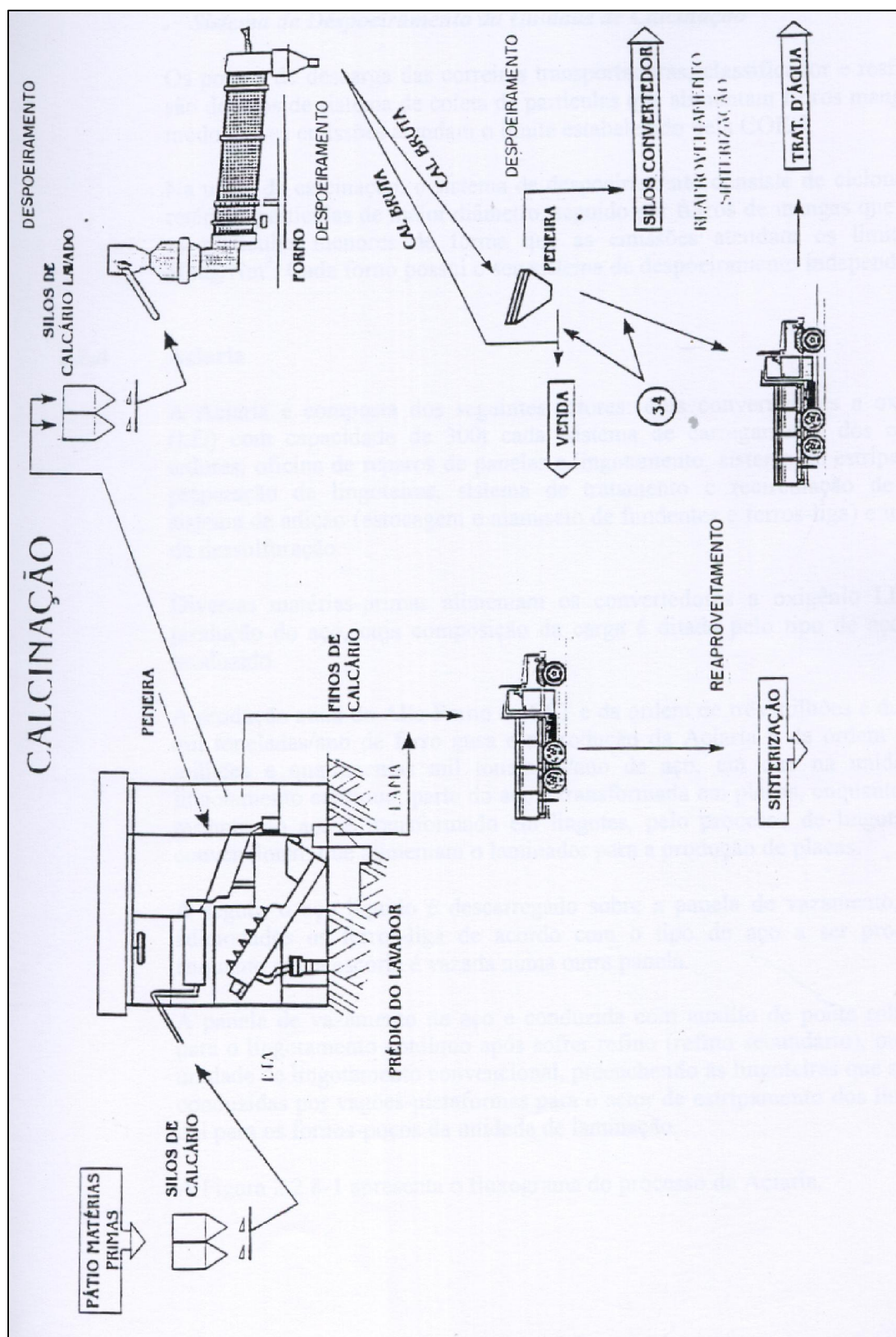


Figura 2.2.8-1: Fluxograma simplificado do processo de calcinação.

2.2.9 Aciaria

A Aciaria atual é composta dos seguintes setores: dois convertedores a oxigênio (LD) com capacidade de 310t cada, sistema de carregamento dos convertedores, oficina de reparos de painéis e lingotamento contínuo, sistema de tratamento e recirculação de água, sistema de adição (estocagem e manuseio de fundentes e ferros-liga), duas unidades metalúrgicas secundárias constituídas de sistema de desgaseificação de aço: RH com capacidade de aquecimento de 315 t e capacidade de produção de 2,8 Mt/ano e sistema de ajuste da composição química do aço através da adição de ligas metálicas IR-UT com capacidade de aquecimento de 316 t e capacidade de produção de 2,7 Mt/ano e, ainda, uma estação de injeção de Cálcio-Silício, utilizada de forma complementar as duas estações.

Diversas matérias-primas alimentam os convertedores a oxigênio LD para produção do aço, cuja composição da carga é ditada pelo tipo de aço a ser produzido.

Em geral, as matérias-primas são o ferro-gusa líquido produzido nos Altos Fornos, sucatas de aço, aditivos formados de cal, fluorita, minério de ferro e ainda ferros-liga e Ca-Si.

A produção atual dos dois Altos Fornos da CST é da ordem de 5.188.540 t/ano de ferro gusa e a produção da Aciaria é da ordem de 5.104.000 t/ano de aço, em que na unidade de lingotamento contínuo são formadas placas de aço para exportação e alimentação do LTQ.

Antes de descarregar gusa líquido no convertedor LD, o carro-torpedo passa pela unidade de dessulfuração de gusa, quando é soprada mistura à base de carbureto de cálcio em pó (granulometria menor que 1,0mm) através de uma lança vertical. O agente dessulfurante é arrastado por nitrogênio, que é injetado na massa de gusa e, nesse processo, tem-se a dessulfuração da massa de gusa líquido, a qual ocorre no próprio carro-torpedo. Os gases gerados no processo de dessulfuração são captados através de uma coifa que veda a abertura do carro-torpedo, sendo então canalizado para um filtro de mangas.

Os convertedores LD são carregados de gusa líquido e sucata, recebendo a seguir oxigênio gasoso através do sistema de sopro da lança de oxigênio, que queima as impurezas contidas no metal líquido, quando são adicionados fundentes e minério de ferro que controla a temperatura máxima da carga, a qual não deve ultrapassar 1750°C.

Os convertedores e as lanças de oxigênio são refrigerados por fluxo de água tratada que opera em um circuito fechado, o qual consiste de reservatório, bombas e torre de refrigeração.

A seguir, o aço líquido é descarregado sobre as painéis de vazamento para o tratamento do aço nas unidades metalúrgicas secundárias (o RH para desgaseificação do aço e o IR-UT para adicionamento dos ferros-liga, de acordo com o tipo de aço a ser produzido), enquanto que a escória é vazada numa outra panela.

As painéis de vazamento de aço são conduzidas com auxílio de ponte rolante para o lingotamento contínuo onde são produzidas as placas. A Figura 2.2.9-1 apresenta o diagrama de fluxo de produção da Aciaria atual.

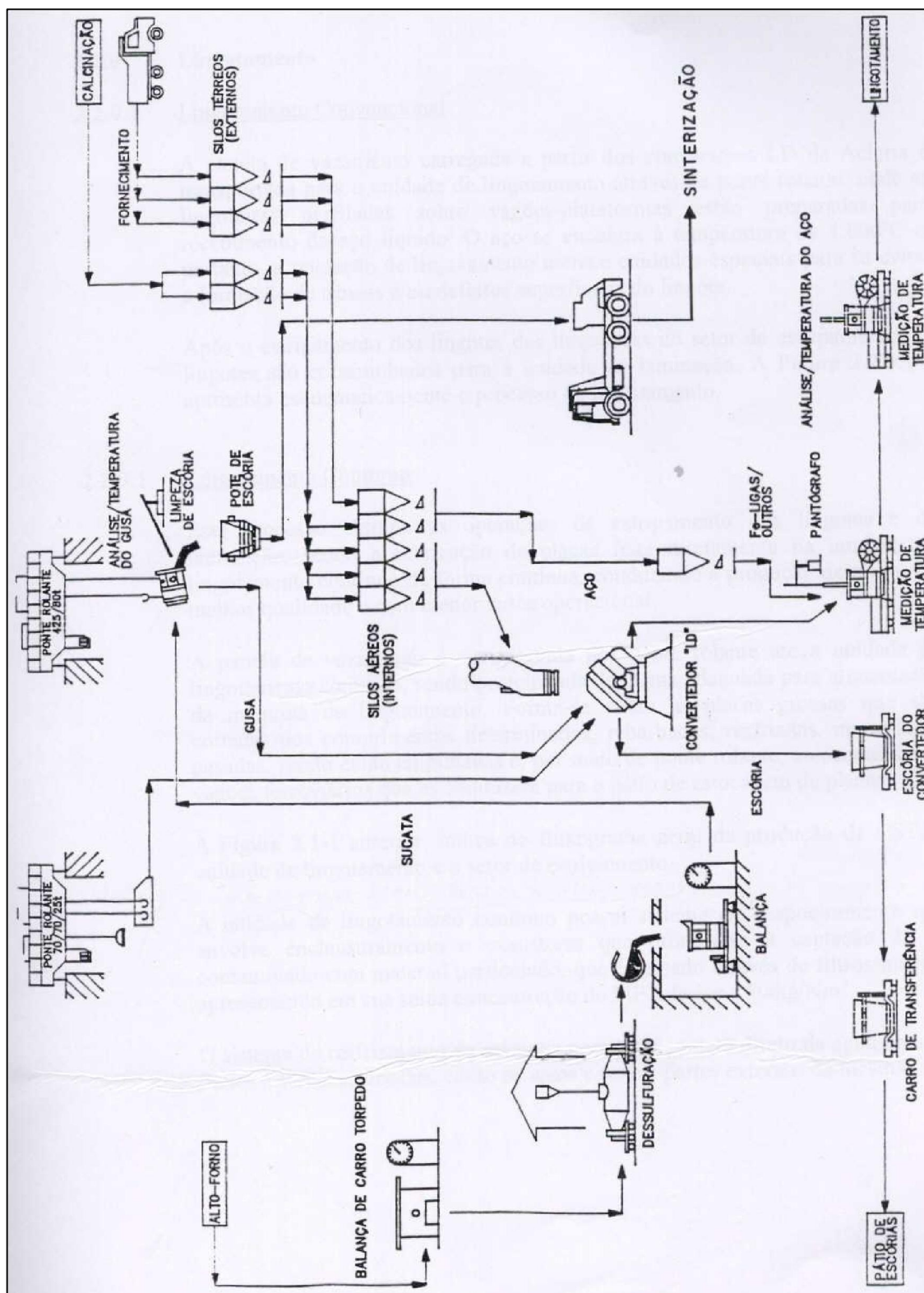


Figura 2.2.9-1: Fluxograma simplificado.

A limpeza dos gases gerados no processo da Aciaria é feita por um sistema primário formado de um pré-resfriador e dois lavadores Venturi que retêm as partículas finas contidas nos gases gerados nos convertedores. Para os gases gerados em outras etapas do processo, como a transferência do metal líquido do carro-torpedo para a panela de gusa, retirada de escória na panela de gusa e o carregamento do metal no convertedor, tem-se um sistema secundário que consiste de dois filtros de mangas.

A limpeza de água de lavagem de gases é feita por hidrociclone, seguido de um processo de floculação e clarificação em clarificador. O lodo gerado neste processo é transferido para um tanque de acúmulo, enquanto que a água resultante do processo retorna ao sistema de lavagem de gases, formando um circuito fechado. O lodo acumulado no tanque é bombeado para a ETL - Estação de Tratamento de Lama, onde é filtrado em filtro-prensa, sendo a torta resultante encaminhada para a sinterização, onde é reutilizada, e o efluente dos filtros retornam ao processo.

2.2.10 Lingotamento Contínuo

Atualmente a CST possui duas máquinas de Lingotamento Contínuo que, como o próprio nome já indica, as mesmas realizam a produção de placas de aço de forma contínua. Trata-se de um processo moderno incorporando tecnologia atualizada e que imprime à placa produzida melhor qualidade, tanto em termos dimensionais com a precisão requerida, como em termos da qualidade do aço que não sofre tratamento termo-mecânico como ocorre no processo de laminação.

A Figura 2.2.10-1, que se segue, apresenta uma unidade de lingotamento contínuo da CST, com os seus detalhes.

A panela de vazamento é transportada por ponte rolante até a unidade de lingotamento contínuo, sendo posicionada de forma adequada para alimentação da máquina de lingotamento. Forma-se então as placas grossas que são cortadas nos comprimentos determinados, rebarbadas, resfriadas, marcadas e pesadas, sendo então empilhadas e, por meio de ponte rolante colocadas sobre vagões ferroviários que as conduzem para o pátio de estocagem de placas.

A Figura 2.2.1-2 anterior indica no fluxograma geral de produção de aço da CST, as duas unidades de lingotamento contínuo.

A unidade de refino secundária, situada logo antes da máquina de lingotamento contínuo possui sistema de despoeiramento que envolve enclausuramento e exaustores que promovem a captação do ar contaminado com material particulado, forçando-o através de filtro de mangas, apresentando em sua saída concentração de MP (material particulado) inferior a $50\text{mg}/\text{Nm}^3$.

O sistema de resfriamento das máquinas permite o contato direto da água com as partes a serem resfriadas, como os veios e outras partes externas da mesma.

A água utilizada é conduzida para o poço de carepas e, após a sedimentação dos sólidos, é enviada para separador água-óleo e daí para tratamento.

Em outro sistema, denominado de sistema de resfriamento primário, a água não entra em contato com as partes a serem resfriadas, sendo resfriados os moldes e as partes internas da máquina. A água após sofrer tratamento por filtração é resfriada, armazenada e então conduzida para consumo em outras unidades da CST.

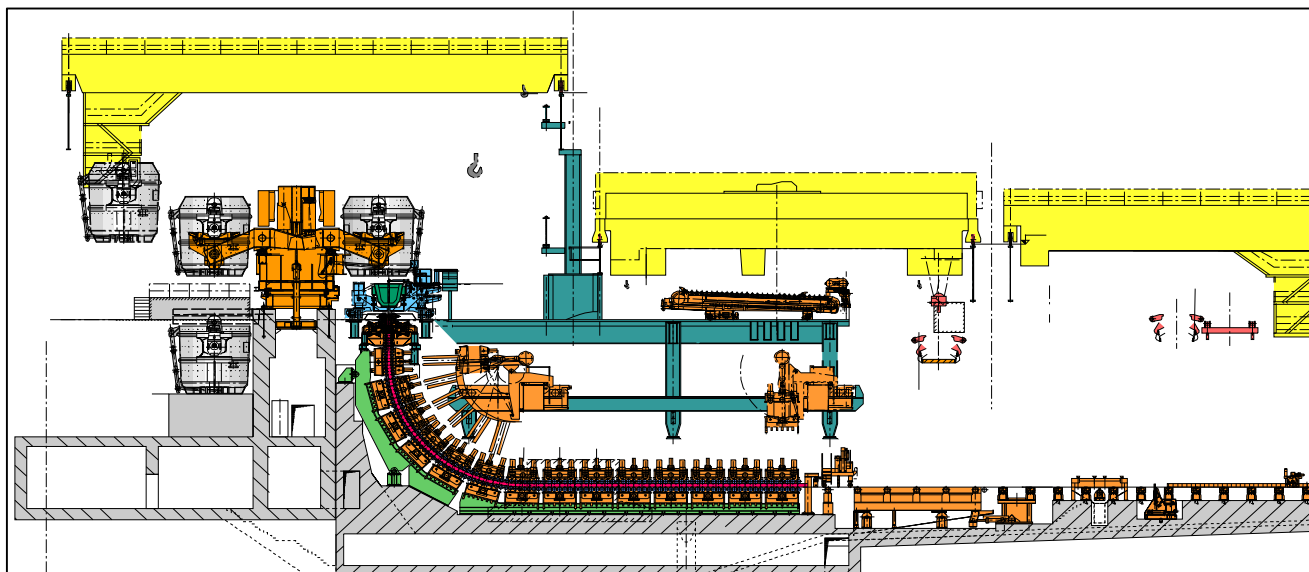


Figura 2.2.10-1: Uma das Unidades de Lingotamento Contínuo da CST

2.2.11 Laminador de Tiras a Quente

No Laminador de Tiras a Quente tem-se um processo industrial de conformação mecânica que não envolve qualquer transformação metalúrgica, constituindo-se num processo industrial que agrega valor ao aço produzido na CST, utilizando como matéria-prima as placas de aço por ela produzida.

As principais unidades que compõem o LTQ são:

- Mesa de transferência de placas, que recebe as placas dos Lingotamentos Contínuos I e II e as transfere para o forno de reaquecimento de placas, direcionado em coincidência com a linha de laminação;
- Linha de Laminação de Tiras a Quente, composta de:
 - Forno de reaquecimento de placas;
 - Primeiro descarepador;
 - Laminador esboçador;
 - "CoilBox" - bobinadeira intermediária;
 - Tesoura de ponta;
 - Segundo descarepador;
 - Cadeiras de acabamento;
 - Setor de resfriamento de tiras;
 - Bobinadeira;
 - Laminador de acabamento.

▪ Equipamentos Complementares:

- ☐ Linha férrea;
- ☐ Pontes rolantes;
- ☐ Galpões;
- ☐ Sistema de energia elétrica;
- ☐ Trocadores de calor;
- ☐ Sistema de resfriamento direto;
- ☐ Sistema de resfriamento indireto;

▪ Sistemas de Controle Ambiental:

- ☐ Sistema de controle automatizado das condições de queima dos combustíveis no forno de reaquecimento de placas;
- ☐ Sistema de coleta de material particulado no trem de acabamento (cadeiras de acabamento) do LTQ;
- ☐ Precipitador eletrostático;
- ☐ Poços de acumulação de carepas;
- ☐ Estação de tratamento e resfriamento de água;
- ☐ Sistema de tratamento de água de contra lavagem de filtros de cascalho;
- ☐ Sistema de coleta e remoção de óleos e graxas na oficina de cilindros;
- ☐ Sistemas de tratamento de esgotos.

O fluxograma de processo indicado na Figura 2.2.11-1 dá uma boa idéia da trajetória da placa desde sua saída dos Lingotamentos Contínuos I e II até a entrada do LTQ e todo o seu percurso através da linha de laminação até a saída da bobina. Assim tem-se:

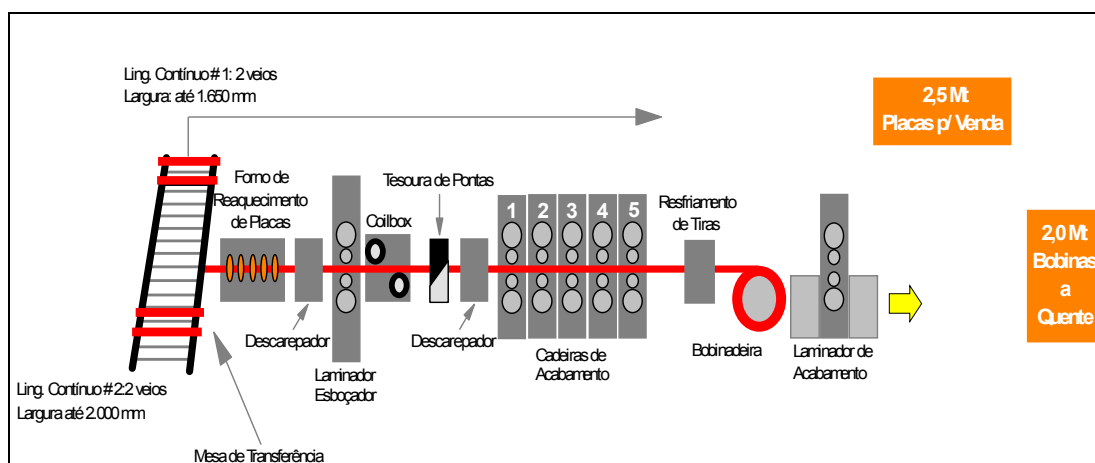


Figura 2.2.11-1: Fluxo de laminador de Tiras a Quente (LTQ).

♦ *Mesa de Transferência de Placas*

A mesa de transferência de placas liga as saídas dos Lingotamentos Contínuos 1 e 2 ao pátio interno do galpão do LTQ, com desvio das placas que são encaminhadas para o pátio de estocagem de placas de onde são encaminhadas para o Porto de Praia Mole para embarque.

As placas laminadas no LTQ (2,4 milhões de toneladas/ano) vão para o forno de reaquecimento de placas para atingirem a temperatura requerida pelo processo de Laminação de Tiras a Quente;

♦ *Forno de Reaquecimento de Placas*

No forno, a placa é aquecida até a temperatura de 1250 °C pela combustão da mistura de gás de coqueria (COG) e gás de Alto Forno (BFG). As proporções de consumos de COG e o BFG ocorrem, respectivamente, com 48% de BFG e 52% de COG. Os quais são misturados no forno de aquecimento das placas.

♦ *Primeiro Descarepador*

Ao deixar o forno a placa é encaminhada para o primeiro descarepador onde as carepas são retiradas com jatos d'água do sistema de resfriamento direto, cujo efluente gerado é coletado numa canaleta de drenagem de diversas áreas do laminador cobertas por tal sistema de resfriamento. A canaleta conduz esse efluente para o poço de carepas do laminador.

♦ *Laminador Esboçador*

Saindo do descarepador a placa entra no laminador esboçador para a primeira redução de espessura da placa.

A espessura da placa ao entrar no laminador esboçador é de 250 mm, sendo aí laminada até atingir espessura entre 25 e 40 mm.

♦ *Bobinadeira Intermediária ("Coilbox")*

No "coilbox" a placa na espessura adquirida é bobinada a fim de conservar energia térmica no processo e homogeneizar a temperatura. A seguir, ao deixar o "coilbox" o esboço (chapa entre 25 e 40 mm) é desenrolado para dar continuidade ao processo do LTQ.

♦ *Tesoura de Ponta*

Seguindo a linha de laminação, depois de desenrolado, o esboço passa pela tesoura de ponta para que sejam retiradas as extremidades/rebarbas.

♦ *Segundo Descarepador*

Na seqüência, o esboço passa por um novo descarepador e sofre um processo similar ao ocorrido no primeiro descarepador, com a diferença que a carepa retirada é bem mais fina e homogênea. Uma calha de drenagem que cobre a área do segundo descarepador, dentre outras áreas do laminador que usam a água do sistema de resfriamento direto, conduz o efluente para o poço de carepas. Dessa bacia intermediária o efluente é encaminhado para a Estação de Tratamento e Resfriamento de Água.

♦ *Cadeiras de Acabamento*

Deixando o segundo descarepador o esboço entra num conjunto de laminadores denominados de cadeiras de acabamento ou trem de acabamento, que se constitui de cinco laminadores sequenciais que promovem a diminuição gradativa da tira e o seu acabamento, colocando-a nas especificações geométricas finais.

Na entrada das cadeiras de acabamento a espessura da placa é de 25 a 40 mm, na saída a espessura final da tira é de 1,2 a 12,7 mm, largura entre 700 a 1880 mm e peso máximo de 40 t. A temperatura da tira ao deixar as cadeiras de acabamento (ou trem de acabamento) apresenta um valor de 860 °C.

♦ *Setor de Resfriamento de Tiras*

Ao deixar as cadeiras de acabamento, a tira de aço, em alta velocidade, passa pelo setor de resfriamento da linha do LTQ, sendo resfriada com água até a temperatura de 600 °C. Novamente, a água é recolhida pela calha de drenagem que cobre a área do circuito laminar.

♦ *Bobinadeira e Laminador de Acabamento*

Na sequência a tira é bobinada em forma final, passando a seguir pelo laminador de acabamento de onde seguirá para o galpão de resfriamento.

♦ *Equipamentos Complementares*

- Linha Férrea

O LTQ é servido por um trecho de linha férrea que liga a saída do galpão do LTQ até o galpão existente do antigo estripamento, onde a placa ficará estocada para resfriamento e daí para dois galpões da antiga laminação.

- Pontes Rolantes

O manejo das placas na mesa de transferência para o forno e na saída do LTQ para o vagão ferroviária é realizado através de pontes rolantes. Existem pontes rolantes no galpão central ao longo da linha do LTQ e no galpão lateral que abriga a oficina de cilindros, dentre outros, de modo que o manejo das placas e peças de equipamentos seja facilitado.

- Galpões

As atividades do LTQ são desenvolvidas em três galpões paralelos. A bobina pronta, à saída do LTQ, sofre um lento processo de resfriamento protegida das intempéries, a fim de não sofrer alteração de suas especificações exigidas pelo mercado consumidor. Esse resfriamento é realizado em outro galpão.

Após o resfriamento, a bobina de tiras a quente é enviada para dois galpões para acabamento, embalagem e despacho.

- Sistema de Energia Elétrica

Com respeito ao consumo de energia elétrica o LTQ consome uma potência de 32 MW, que na média de consumo não apresenta demanda da ESCELSA.

A tensão nominal nos barramentos das diversas unidades operacionais da Usina, como: Aciaria, Sinterização, Utilidades, etc., é de 13,8 kV, sendo que cada unidade possui sua própria subestação, para rebaixamento de tensão de 138 kV para 13,8 kV. A alimentação elétrica na CST desde a subestação de entrada/saída até a subestação da unidade respectiva é feita para algumas das unidades em linhas subterrâneas (cabo a óleo) e para outras em linhas aéreas. A subestação do LTQ segue o modelo existente, sendo alimentada por cabos aéreos.

- Trocadores de Calor

Compõem a lista de equipamentos auxiliares do LTQ alguns trocadores de calor que usam as águas provenientes do sistema de tratamento indireto. Essas águas passam pelos referidos trocadores de calor com a finalidade de refrigeração de motores elétricos, sistemas hidráulicos e lubrificação, compressores, dentre outros.

- Sistema de Resfriamento Indireto

Consiste num sistema de resfriamento da água de processo do LTQ, usada para resfriamento das vigas e dos instrumentos de medição e monitorização do forno, bem como, conforme já descrito acima, também usada nos trocadores de calor para refrigeração de motores elétricos, sistemas hidráulicos e lubrificação, compressores, etc. Esta água não entra em contato direto com as placas e bobinas, somente com os equipamentos/instrumentos em que ela é usada para refrigerar, daí o nome resfriamento indireto.

É um sistema composto de torre de resfriamento, bombas, filtros e tanques, sendo a água reaproveitada pelo sistema que opera em circuito fechado.

- Sistema de Resfriamento Direto

É um sistema que resfria e trata a água com a finalidade de retirar carepas das placas e tiras na fase de acabamento, promover o resfriamento dos cilindros dos laminadores, mesa de rolos e da tira laminada, em contato direto com os elementos que esteja resfriando.

Este sistema é composto de torres de resfriamento, bombas, filtros, tanques e poço de carepa. Essa água usada é encaminhada à estação de tratamento d'água e resfriamento nas respectivas torres, após o que retorna ao processo.

2.2.12 UTILIDADES

◆ *Sistema de Fracionamento de Ar e Ar Comprimido*

- Fracionamento de Ar

Todo oxigênio e nitrogênio gasosos consumidos nas diversas unidades da usina são produzidos na unidade de fracionamento de Ar, também denominada de FOX (Fábrica de Oxigênio). A CST possui atualmente três unidades de fracionamento de Ar, estando em início de implantação da FOX 4 que faz parte do Projeto de Otimização para produção de 5,0 Mt/ano de aço contemplando produção de placas para exportação para o mercado internacional e também para a produção de bobinas conforme já destacado anteriormente.

A produção desta unidade é da seguinte ordem de grandeza, destacadas na Tabela 2.2.12-1 que se segue:

Tabela 2.2.12-1: Produção de Oxigênio e Nitrogênio Gasoso da CST nas FOX 1,2 e 3.

PRODUTO	VAZÃO Nm ³ /h	PUREZA %	PRESSÃO SAÍDA mmH ₂ O
Oxigênio Gasoso	43000	99,5	aprox. 2000
Nitrogênio Gasoso	57000	99,9	

O setor de fracionamento de ar constitui-se de três conjuntos com processo semelhante, em que os equipamentos componentes situam-se no interior de uma caixa termicamente isolada.

O ar succionado pelos compressores passa por filtros a uma vazão aproximada de 120.000 Nm³/h em cada planta. É então comprimido e resfriado em alguns “estágios para que se tenha a temperatura e pressão desejadas, após esta etapa é enviado para os equipamentos que farão a separação dos gases do ar (oxigênio, nitrogênio, argônio).

Os equipamentos que constituem os três conjuntos do setor de fracionamento do ar são: trocador de calor, coluna de retificação inferior, coluna de retificação superior, três turbinas de expansão, três bombas de circulação de oxigênio líquido, três recipientes de absorção de hidrocarbonetos e outras impurezas, reativador de descongelamento de depósitos de gelo seco formados nas paredes do trocador de calor.

O oxigênio e o nitrogênio líquidos produzidos são armazenados em tanques junto à área das unidades de fracionamento de ar, para daí serem distribuídos às unidades consumidoras da usina.

O oxigênio e nitrogênio gasosos produzidos nas 3 unidades entre 1500 e 2000 mmH₂O são conduzidos a compressores centrífugos para serem distribuídos às áreas consumidoras. Existem 3 compressores de oxigênio de 13000 Nm³/h e 25Kg/cm² cada e 3 compressores de nitrogênio.

Uma parcela de oxigênio e nitrogênio gasosos é liquefeita em um liquefador e armazenada em 01 tanque de 3.200t de capacidade para utilização em casos de emergência. Neste caso, o líquido é bombeado e evaporado, para então ser distribuído.

- Sistema de Ar Comprimido

Ar comprimido a 7kgf/m^2 e 42°C é produzido com a utilização de dois compressores de vazão igual a $30.000\text{ Nm}^3/\text{h}$ cada, após ter sofrido filtragem no processo de captação da atmosfera.

O ar comprimido é então distribuído pela rede de tubulações internas até as áreas consumidoras.

◆ *Sistema de Recirculação e Refrigeração de Água da Unidade de Fracionamento de Ar*

A água de refrigeração opera em circuito fechado com vazão da ordem de $4.800\text{ m}^3/\text{h}$. Esta água é recuperada e resfriada em torres, retornando ao processo e fechando o circuito. A água de “make up” necessária neste sistema, é da ordem de $70\text{ m}^3/\text{h}$.

◆ *Casa de Força*

A casa de força utiliza os gases combustíveis excedentes da usina (BFG e COG), além do alcatrão, para produção de vapor, o qual expande em três turbinas imprimindo rotação em seu eixo (energia mecânica) que é aproveitada para acionar três geradores elétricos (alternadores) e dois sopradores que alimentam os Altos Fornos 1 e 2, com ar enriquecido de oxigênio. Este sistema é denominado TGS (Turbina-Gerador-Soprador), constituído de três Centrais Termelétricas.

Este sistema TGS da casa de força da CST é constituído de três conjuntos de caldeiras, três turbinas a vapor, três geradores (alternadores), dois sopradores (um dos quais fica de reserva) e três condensadores.

O Projeto de Modernização da CST em fase implantação, também contempla uma quarta Central Termelétrica, denominada de CTE#4, com potência nominal de 75 Mw, que permitirá a CST produzir toda energia elétrica que consome, mesmo com o LTQ em plena operação estabilizando ainda mais o balanço elétrico da empresa.

- Geradores de Vapor (Caldeiras)

Cada caldeira produz 260 t/h de vapor superaquecido à pressão de 88 kgf/cm^2 e 513°C , havendo pequena variação no caso da Caldeira #3 (260 t/h , 100 Kgf/cm^3 , 540°C)

- Turbinas a Vapor

As três CTE's mais a turbina de topo do AF#1, geram uma potência elétrica total de 197 MW, mantendo a CST auto-suficiente em energia elétrica.

As turbinas são alimentadas por vapor superaquecido a 88 kgf/cm^2 e 513°C , acionando os três geradores e os sopradores dos Altos Fornos. Possuem linhas de extração de vapor, onde algumas linhas alimentam trocadores de calor para pré-aquecimento de água de alimentação da caldeira e

outra linha de extração, que alimenta o sistema de vapor a baixa pressão (15kgf/cm^2 e 210°C), consumido no processo da usina.

- Geradores

Os três geradores têm capacidade de entregar à usina uma potência elétrica máxima de 211 MW. Eles são blindados, refrigerados a ar, rotor montado no eixo da turbina e estator (induzido) fixo à carcaça.

- Sopradores

Os sopradores são acoplados aos eixos dos geradores. Um deles fica de reserva e, portanto, desacoplado, podendo o acoplamento ser feito a qualquer instante, conforme a necessidade. A capacidade de cada soprador é da ordem de $500.000\text{Nm}^3/\text{h}$.

- Condensadores

São do tipo horizontal, de fluxo axial com dois passes de refrigeração, constituindo-se na fonte fria do circuito térmico. O líquido condensado retorna a caldeira, com pressão de operação alcançada por sistema de bombas. Desta forma fecha-se o circuito da água (fluido de trabalho) em que o desvio ocorrido na quarta linha de extração de vapor da turbina, bem como as perdas, são repostas ao circuito (“make up”) com a água desmineralizada. A extração de vapor nas outras três linhas retorna ao processo, na entrada do condensador.

A refrigeração do condensador é feita com água do mar com vazão de $49.900\text{ m}^3/\text{h}$, que não entra no processo e, portanto, sem qualquer contaminação é retornada ao mar, apresentando uma elevação de temperatura em torno de 4°C .

A água do mar também é utilizada para refrigerar as juntas de expansão, óleos lubrificantes, água de resfriamento dos mancais dos eixos da turbina, gerador, soprador e ainda refrigeração do ar de resfriamento da turbina e do gerador.

- Emissões Atmosféricas

As três caldeiras da Casa de Força queimam BFG e COG, que no processo de sua produção, respectivamente, AF#1, AF#2 e na coqueria, são lavados, e portanto contendo teores mínimos de impurezas. Desta forma, os lançamentos para atmosfera, tendo em vista a baixa concentração de MP, são realizados diretamente através das chaminés das caldeiras. Portanto, as concentrações de MP nas emissões dessas fontes, situam-se abaixo de 80 mg/Nm^3 .

- Subestação de Força

As subestações recebem a energia elétrica gerada internamente e, quando necessário, nos picos de demanda interna da CST, a energia elétrica originária da ESCELSA, distribuindo-a, através do sistema interno de distribuição, a energia elétrica necessária às diversas unidades que compõem a planta siderúrgica da empresa.

Estas subestações são dotadas de quatro linhas de entrada com tensão de 138kV. Duas destas linhas de entradas são aéreas e provenientes do sistema de distribuição da ESCELSA, enquanto que as

outras duas linhas são subterrâneas (cabo a óleo) provenientes da geração da Casa de Força da CST, sendo uma linha para cada turbo-gerador, o terceiro gerador é interligado via linha aérea.

A tensão nominal nos barramentos das diversas unidades operacionais da Usina, como: Aciaria, Sinterização, Utilidades, Laminação, é de 13,8kV, em que cada unidade possui uma subestação própria, para rebaixamento de tensão às condições requeridas pelas unidades consumidoras.

Desta forma, tem-se seis saídas para alimentação das subestações das seguintes unidades: Sinterização, Utilidades e a Fábricas de Oxigênio (FOX) por cabo a óleo, subterrâneo, em 138kV; Aciaria e Laminação por cabos aéreos em 138kV.

Nas subestações das diversas unidades do complexo industrial, o rebaixamento é feito como se segue:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| ▪ Alto Forno | 1 trafo de 35/50 MVA - 138/13,8kV; |
| ▪ Aciaria: | 1 trafo de 35/50MVA - 138/13,8kV; |
| ▪ Sinterização: | 2 trafos de 35/50MVA - 138/13,8kV; |
| ▪ Laminação: | 3 trafos de 20/30MVA - 138/13,8kV; |
| ▪ Utilidades: | 1 trafo de 35/50MVA - 138/13,8kV; |
| ▪ Fracionamento de Ar (FOX): | 1 trafo de 35/50MVA - 138/13,8kV. |

Além destas, existem no complexo, outras subestações, em geral alimentando circuitos de baixa tensão 220V e 117V.

- Oficinas de Manutenção e Almoxarifados

As oficinas de manutenção são mecânicas e elétricas, cujas finalidades são a realização da manutenção adequada dos equipamentos das diversas unidades operacionais da usina.

Em geral, são realizados serviços eletro-mecânicos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva, além da recuperação de peças danificadas ou fabricação de peças de difícil aquisição no mercado local ou nacional.

Apenas as oficinas de caldeiraria e usinagem são centralizadas, as outras são distribuídas para atendimento de todas as unidades. Cada unidade, dependendo do seu porte, tem uma oficina para o seu atendimento, situada, geralmente na área da própria unidade.

Os serviços das oficinas são otimizados, onde se procede a coleta seletiva de resíduos, buscando maximizar a sua reciclagem. Os rejeitos não recicláveis são adequadamente acondicionados e encaminhados para a área específica do CASP, visando a reciclagem em outras unidades.

O atendimento é eficiente, com a qualidade necessária, com busca constante de maior produtividade. Isto é bastante evidenciado nas paradas programadas para manutenção das respectivas unidades.

Na usina também existem almoxarifados para estocagem de materiais e peças de reposição. Mas, em geral, diversos tipos de materiais e peças são estocados no Almoxarifado Geral, enquanto que o Almoxarifado de Refratários só estoca refratários e o Pátio de Estocagem de Ferro-Ligas só estoca os ferro-ligas.

◆ *Tratamento de Água*

A água doce consumida na CST é fornecida pela Concessionária Estadual de Água – CESAN, sob a forma de água bruta captada no Rio Santa Maria da Vitória. Na CST realiza-se um primeiro tratamento dessa água para alimentação das unidades industriais e também para o “make up” de suprimento das perdas por evaporação, vazamentos, etc. Um segundo tratamento é realizado em parte de tal água para torná-la potável, de forma a suprir as necessidades humanas desse tipo de água nas diversas unidades/setores/escritórios, internas ao sítio da empresa.

Grande parte da água utilizada nos processos industriais da CST é recirculada após o devido tratamento. Além disso, a CST implantou há alguns anos um Programa de minimização de perdas que tem dado excelentes resultados, reduzindo a cada ano o consumo de água fornecida pela CESAN. Para o presente empreendimento, a CST aumentará o consumo de água da CESAN, atingindo o nível de 2550 m³/h (250 para Heat Recovery), ou seja, ocorrerá um aumento de aproximadamente 21% em relação ao consumo atual.

Um outro tipo de água consumido pela CST em alguns de seus processos industriais é de água captada no mar (água salgada). A própria CST tem um sistema de captação/recalque e distribuição de água salgada que é, até o momento, usada exclusivamente para refrigeração de alguns componentes de algumas unidades da empresa. Em sua maior parte, a água salgada é utilizada para condensação do vapor que sai das caldeiras das CTE's, o que é realizado nos condensadores. Outras unidades também utilizam em menor escala a água, assim distribuída internamente, para refrigeração sem contato direto.

A água salgada opera em circuito aberto, ou seja, os processos que a utilizam o fazem sem contado com qualquer outro fluido, retornando ao mar através da drenagem pluvial da CST que também recebe os efluentes de suas várias unidades após os devidos tratamento, inclusive os esgotos sanitários do Complexo Siderúrgico de Tubarão. No item 3 deste Capítulo I, são apresentados em maior detalhe os efluentes líquidos da planta da CST em Tubarão.

◆ *Tratamento de Efluentes*

Conforme já fora visto nos subitens anteriores, as diversas unidades industriais tratam seus efluentes antes da disposição no canal que os conduz até a lagoa de equilíbrio/decantação que, através de uma barragem os lançam no canal de efluentes e então para o mar.

Os esgotos domésticos, que também são devidamente tratados em sistemas adequadamente dimensionado, são lançados no mesmo canal que conduz o efluente total da CST para a citada lagoa de equilíbrio/decantação e daí para o mar.

Com o novo empreendimento – Projeto 7,5 Mt/ano, parte do efluente da CST será captado no canal central de efluentes antes do recebimento dos esgotos sanitários, tratado e reutilizado no processo industrial da CST.