

# P&ID - Piping & Instrument Diagram

## Fluxograma de Engenharia

### **Leitura e interpretação de Fluxogramas e Diagramas de Processo**

Muitos de nós podemos nos lembrar de experiências na infância, quando se desenhavam diagramas na areia ou em uma folha de papel para descrever alguma jogada ensaiada no futebol ou o lugar em que alguém estava escondido.

Podemos imaginar caçadores no retorno da caça gravando em alguma pedra singular mensagens ou lembretes para a próxima vez que se passasse por ali.

Um exemplo mais recente e atual pode ser encontrado em um esquema de representação de um circuito eletrônico que apresenta, por meio de símbolos pré-definidos, as relações funcionais entre os diversos componentes de um circuito. Com o auxílio do esquema de representação, um técnico eletrônico que seja conhecedor da tecnologia geral do produto e da simbologia adotada no esquema, poderá entender e até mesmo recuperar as condições operacionais do produto que acabou de ser apresentado a ele.

Os P&ID são diagramas que servem como ferramenta de comunicação e como registro de algo que deva ser guardado, da mesma maneira forma que os exemplos anteriores.

No início (década de 50), P&I significava “Piping and Instruments” (Tubulação e Instrumentos). A partir de determinada data, P&I passou a significar “Process and Instruments”. Há também a forma mais extensa, P&ID, onde D é diagrama. A norma ISA 5.1 é aplicada nos P&I. Em português é usado Diagrama de Processos e Instrumentação e/ou Fluxograma de Engenharia. Adoraremos este último.

O P&ID é uma extensão do Diagrama de Fluxo de Processo, exemplos dos quais podem ser vistos em tratados de processamento de minérios há mais de um século.

A primeira etapa para a produção do P&ID é a descrição do processo que se deseja automatizar. Ele deve conter todos os detalhes do processo, desde os insumos até os equipamentos. De uma maneira descritiva é apresentado um texto mostrando o andamento do processo de fabricação.

#### **1. Diagrama de Bloco de Fluxo de Processo**

A partir desta descrição é construído um Diagrama de Blocos de fluxo de processos (Block Flow Diagram) onde os tipos de equipamentos utilizados não são mostrados mas, somente as etapas de processo. No Diagrama de Blocos as várias operações unitárias (seqüência de processamento) são mostradas com interligações por flechas que indicarão a seqüência de etapas, sem a preocupação em expressar um tamanho dos equipamentos. Este Diagrama é muito útil porque permite manter o foco na seqüência do processo e necessidades de balanço de massas, sem maior

envolvimento nas considerações de equipamentos. Este diagrama apresenta uma limitação em virtude de ser necessária a seleção de equipamentos para a elaboração do balanço de massa completo.

A figura 1 apresenta um exemplo de um destes diagramas.

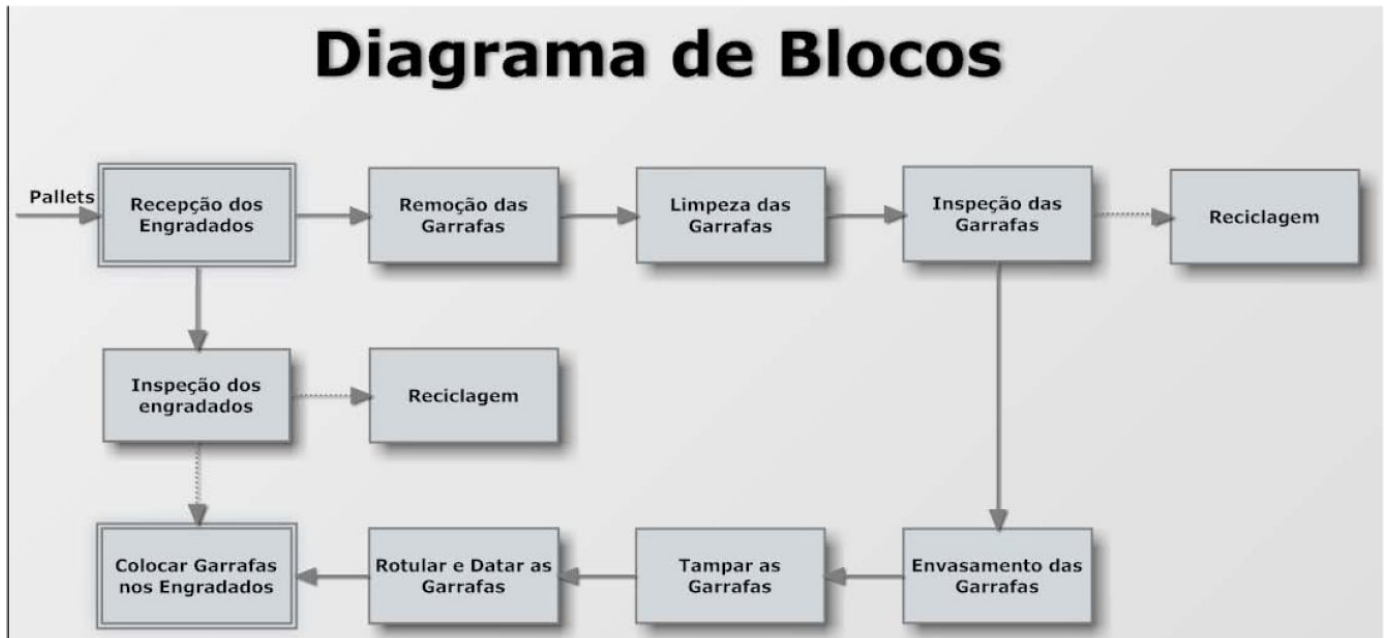


Figura 1 – Exemplo de Diagrama de Blocos de Fluxo de Processo.

## 2. Diagrama de Fluxo de Processo

A próxima etapa é a construção do Diagrama de Fluxo de Processo (*PFD, Process Flow Diagram ou Flow sheet*) ou Fluxograma de Processo em que os principais equipamentos do processo são mostrados através de símbolos de uso comum dos desenvolvidos para o processo em estudo.

Os Fluxogramas de processo mostram as operações unitárias de todo o processo industrial, seqüencialmente do início até o fim e devem incluir todos os equipamentos principais que serão instalados, além das principais tubulações ou esteiras de interligação dos mesmos.

Algumas orientações para a construção do PFD:

- Deverão ser usados símbolos gráficos para os equipamentos;
- Os equipamentos são numerados individualmente da mesma forma que para o Fluxograma Geral (que será feito em seguida);
- São mostrados os dispositivos internos dos equipamentos que são críticos para o processo como as bandejas e uma coluna de destilação;
- Os vários fluxos de processo são numerados e apresentam todas as características de respectivo balanço de massa, energia e propriedades físico-químicas para as condições de operação normal do projeto;

A figura 2 apresenta um exemplo de PFD.

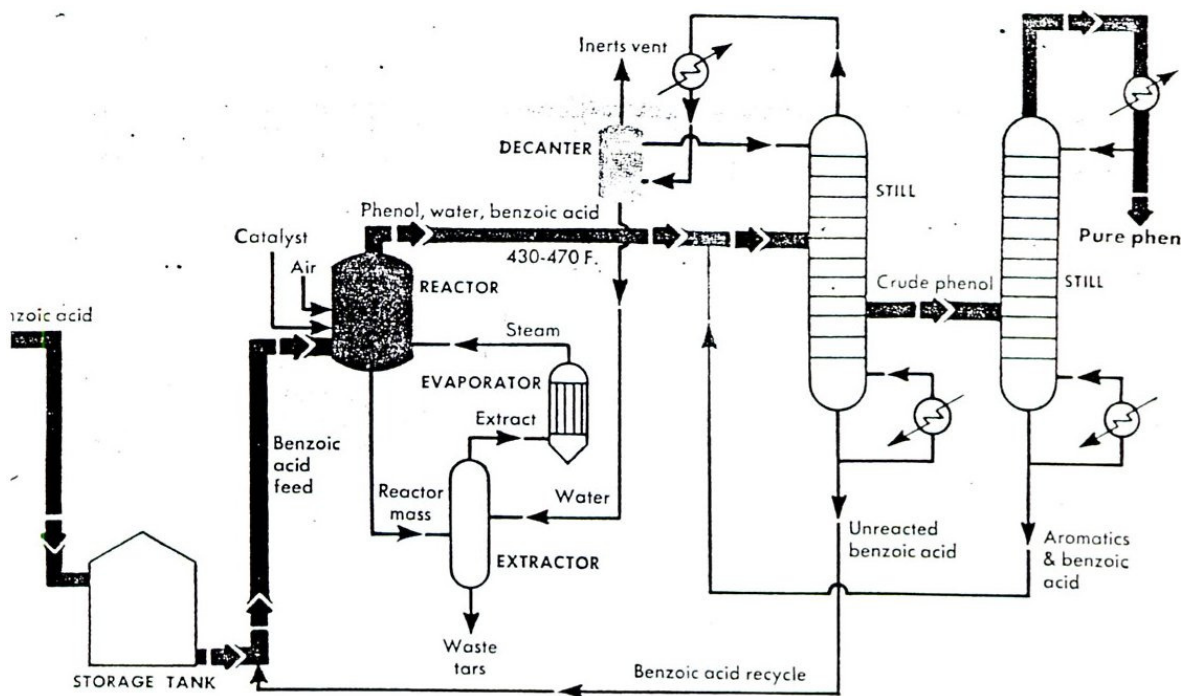


Figura 2 – Exemplo de Diagrama de Fluxo de Processo

### 3. Identificação funcional de um instrumento

A figura 3 apresenta a identificação funcional de um instrumento de controle de processo utilizado num P&ID, neste caso, um Controlador e Indicador de Temperatura.

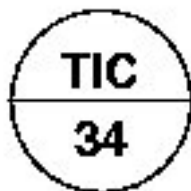


Figura 3 - Identificação funcional: **TIC-34**

A descrição da identificação é baseada na tabela I e, neste exemplo significa:

1. Identificação da Malha: **T 34**;
2. Número da malha: **34**;

### 3. Primeiras Letras: **T**

A primeira letra indica a variável medida ou aquela que inicia a ação do instrumento. Pode ser seguida de um caráter modificador.

### 4. Letras Subsequentes: **IC**

Indicam as seguintes funções, nesta ordem:

(a) Função passiva ou função de aviso/leitura.

Ex.: Restrição/Orifício, Conexão pontual, Alarme, Luz de Advertência, Indicador, Painel de Visualização (Glass), etc.

(b) Função ativa ou de saída. Ex.: Controlador, Chave, Transmissor, Computador, Atuador.

### Pontos Importantes:

1. A identificação funcional é feita de acordo com a função e não de acordo com a construção do instrumento. Ex.: LI para um sensor de pressão usado para indicar nível.
2. A primeira letra é escolhida de acordo com a variável medida ou que inicia a ação do instrumento, e não de acordo com a variável manipulada. Ex.: LV para uma válvula que manipula vazão para manter constante o nível de um tanque.
3. Os caracteres modificadores podem modificar as primeiras letras, quanto as letras subsequentes, mas sempre devem suceder a letra a qual estão modificando. Ex.: TDAL (Medição de temperatura diferencial, com alarme em nível baixo).

A forma externa (símbolo, ou *bubble*) de apresentar os instrumentos genéricos é apresentada na figura 4.













General instrument or function symbols			
	Primary location accessible to operator	Field mounted	Auxiliary location accessible to operator
Discrete instruments	1 	2 	3 
Shared display, shared control	4 	5 	6 
Computer function	7 	8 	9 
Programmable logic control	10 	11 	12 

Figura 4 – simbologia dos instrumentos genéricos no P&ID

Temos ainda equipamentos com diferentes níveis de detalhamento na sua representação, como:

1. Válvulas de controle (de acordo com o corpo da válvula);
2. Atuadores;
3. Dispositivos auto-controlados;
4. Ação de atuadores em caso de falha de energia.

TABELA - I

## SIGNIFICADO DAS LETRAS DE IDENTIFICAÇÃO

ESTA TABELA SE APLICA A IDENTIFICAÇÃO FUNCIONAL DOS INSTRUMENTOS, OS NÚMEROS ENTRE PARÊNTESES REFEREM-SE ÀS NOTAS NAS PÁGINAS SEQUENTES:

	PRIMEIRA LETRA VARIÁVEL MEDIDA OU INICIADORA (5)	LETRAS SUBSEQUENTES			
		MODIFICADORA DA PRIMEIRA LETRA	FUNÇÃO PASSIVA OU DE INFORMAÇÃO	FUNÇÃO ATIVA OU DE SAÍDA	MODIFICADORA DAS LETRAS SUBSEQUENTES
A	ANALISADOR (4)	—	ALARME	—	—
B	CHAMA	—	—	—	—
C	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA	—	—	CONTROLADOR (9) (Ver item 3.2.5)	—
D	DENSIDADE	DIFERENCIAL (5)	—	—	—
E	TENSÃO ELÉTRICA	—	ELEMENTO PRIMÁRIO	—	—
F	VAZÃO	RAZÃO (5)	—	—	—
G	DIMENSÃO LINEAR	—	VISOR (7)	—	—
H	COMANDO MANUAL	—	—	—	ALTO (5,12,13)
I	CORRENTE ELÉTRICA	—	INDICADOR	—	—
J	POTÊNCIA	VARREDURA AUTOMÁTICA (5)	—	—	—
K	TEMPO OU PROGRAMA	—	—	ESTAÇÃO DE CONTROLE (10)	—
L	NÍVEL	—	LÂMPADA PILOTO	—	BAIXO (5,12,13)
M	UMIDADE	—	—	—	MÉDIO (5,12)
N	—	—	—	—	—
O	—	—	ORIFÍCIO DE RESTRIÇÃO(8)	—	—
P	PRESSÃO OU VÁCUO	—	PONTO DE TESTE	—	—
Q	QUANTIDADE OU EVENTO	INTEGRADOR OU TOTALIZADOR (5)	—	—	—
R	RADIOATIVIDADE	—	REGISTRADOR OU IMPRESSORA	—	—
S	VELOCIDADE OU FREQUÊNCIA	SEGURANÇA (9)	—	CHAVE (9)	—
T	TEMPERATURA	—	—	TRANSMISSOR	—
U(1)	MULTIVARIÁVEL	—	MULTIFUNÇÃO	MULTIFUNÇÃO	MULTIFUNÇÃO
V	VISCOSIDADE	—	—	VÁLVULA (Ver item 3.2.5)	—
W	PESO OU FORÇA	—	POÇO	—	—
X (2)	NÃO CLASSIFICADA	—	NÃO CLASSIFICADA	NÃO CLASSIFICADA	NÃO CLASSIFICADA
Y	—	—	—	RELÉ OU SOLENÓIDE (9,11)	—
Z	POSIÇÃO	—	—	ELEMENTO FINAL DE CONTROLE NÃO CLASSIFICADO	—

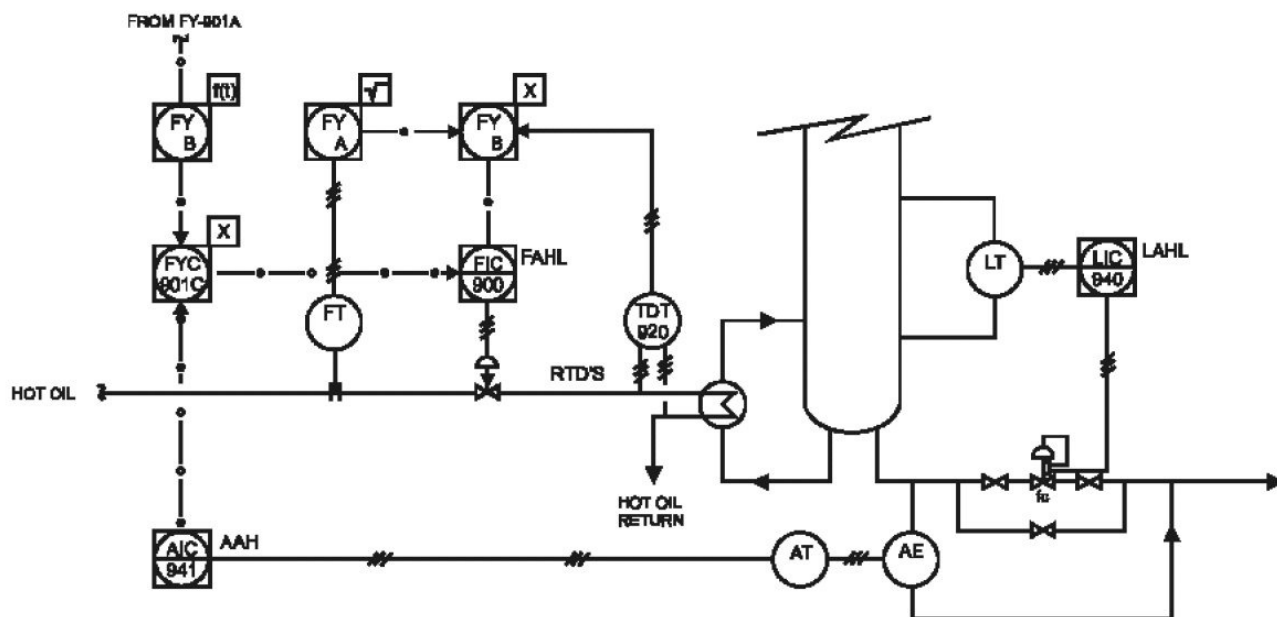


Figura 5 - Diagrama P&ID

## Diagrama Lógico

O P&ID apresenta o diagrama de fluxo de processo com os sensores e atuadores que possibilitam a automação do processo. Este conjunto (equipamentos de processo mais sistemas de controle) não caracterizam um modo único de funcionamento. A planta automática atua de um modo quando inicia o seu funcionamento, de outro modo quando está trabalhando em regime estável e outro quando surge um problema que obriga a paralisação do funcionamento automático. A retomada do funcionamento é diferente do início da operação da planta, quando não existe nenhum insumo nos equipamentos.

A forma de funcionamento do “hardware” instalado na fábrica automática é dado pelo Diagrama Lógico. Trata-se a um esquema semelhante a um diagrama lógico tradicional onde as operações antecedentes determinam o funcionamento dos equipamentos posteriores. Ou seja, determinada bomba ou esteira só entrará em funcionamento se antes acontecerem determinadas ações concomitantemente ou separadamente. A figura 6 apresenta um exemplo de diagrama Lógico.

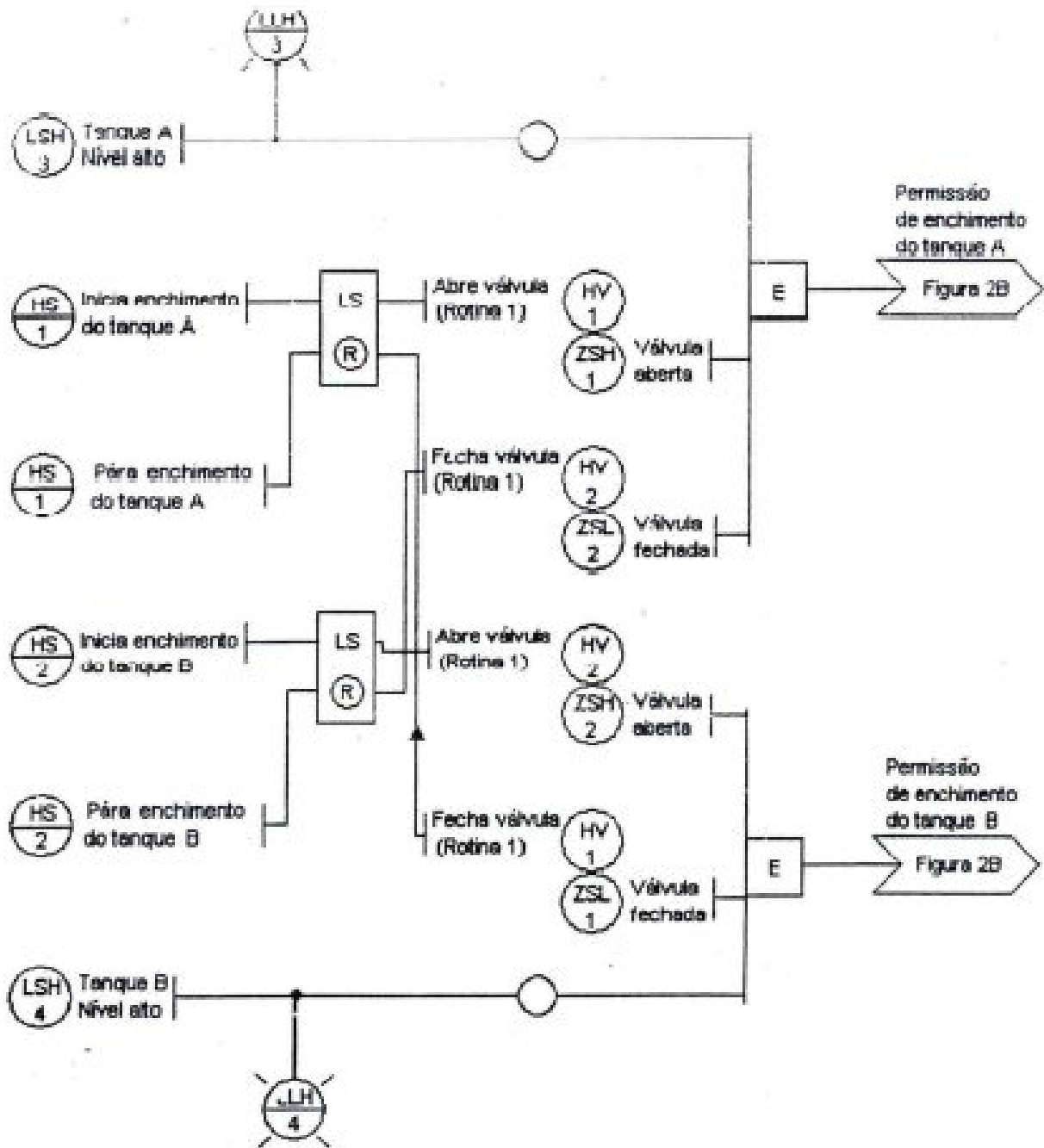


Figura 6 – Exemplo de um Diagrama Lógico



## Tabela de Causa e Efeito ou Tabela de Intertravamento

O Diagrama Lógico (DL) indica os modos de funcionamento da planta automática. O problema aparece quando ocorre algum problema com este funcionamento. Uma válvula que não abre, um nível de um tanque que não é atingido no tempo previsto, uma ação que não ocorre ou uma falha que interrompe o processo automático precisam de uma ação automática de correção ou interrupção do processo.

A Tabela de Causa e Efeito apresenta todas as ações previstas em decorrência de qualquer problema que possa ocorrer na planta automática. A princípio, qualquer falha, interrupção ou problema deveria ter uma reação desencadeada por esta falha. Desde a emissão de um aviso na Interface Homem-Máquina até a paralisação do(s) equipamento(s). A figura 7 apresenta uma Tabela de Intertravamento.

Número		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fluxograma (XYZ -3404)		0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	0 35	
EFEITO	TAG					XY-020	XY-021	XY-022	XY-023	XY-024	XY-025	PV-014	PDV-003	PDV-005	
CAUSA	EVENTO	Corte de Fom de Energia Elétrica (DL-2700 1A)	Corte de Fom de Energia Elétrica (DL-2700 1A)	Desliga AB -122 208 AB	Desliga A B- 2700/AB	Fecha XV-020	Abre XV-021	Fecha XV-022	Fecha XV-024	Fecha XV-025	Abre XV-026	Abre Damper	Fecha PDV-003	Fecha PDV-005	
EVENTO	TAG														
Nível muito baixo de HC no DL-2700-1A	LSLL-004	X				X									
Nível muito baixo de HC no DL-2700-1B	LSLL-006		X			X									
Corrente Elétrica alta no DL-2700-1A	ISHH-001	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Corrente Elétrica alta no DL-2700-1B	ISHH-002		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Pressão muito alta a jusante da PDV-008	PSHH-004												X		
Pressão muito alta a jusante da PDV-009	PSHH-006													X	

Figura 7 – Tabela de Intertravamento

## Ficha de especificação de Equipamentos

Cada equipamento, sensor e atuador possui uma ficha com as suas especificações. Esta ficha é importante para a manutenção da fábrica automática.