



ORDEM
DOS
ENGENHEIROS



ANO OE
ENERGIA E
CLIMA

Jornada de Segurança Industrial

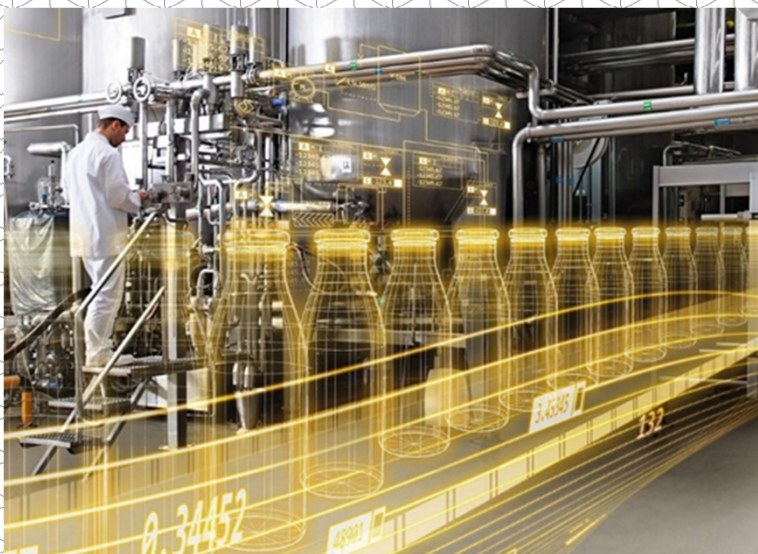
CEES - Comissão de Especialização em Engenharia de Segurança

Coimbra, 13 de Abril de 2023

Segurança Industrial – do projecto à exploração

José Ruivo Simões

Eng. Sénior especialista em Engenharia de Segurança



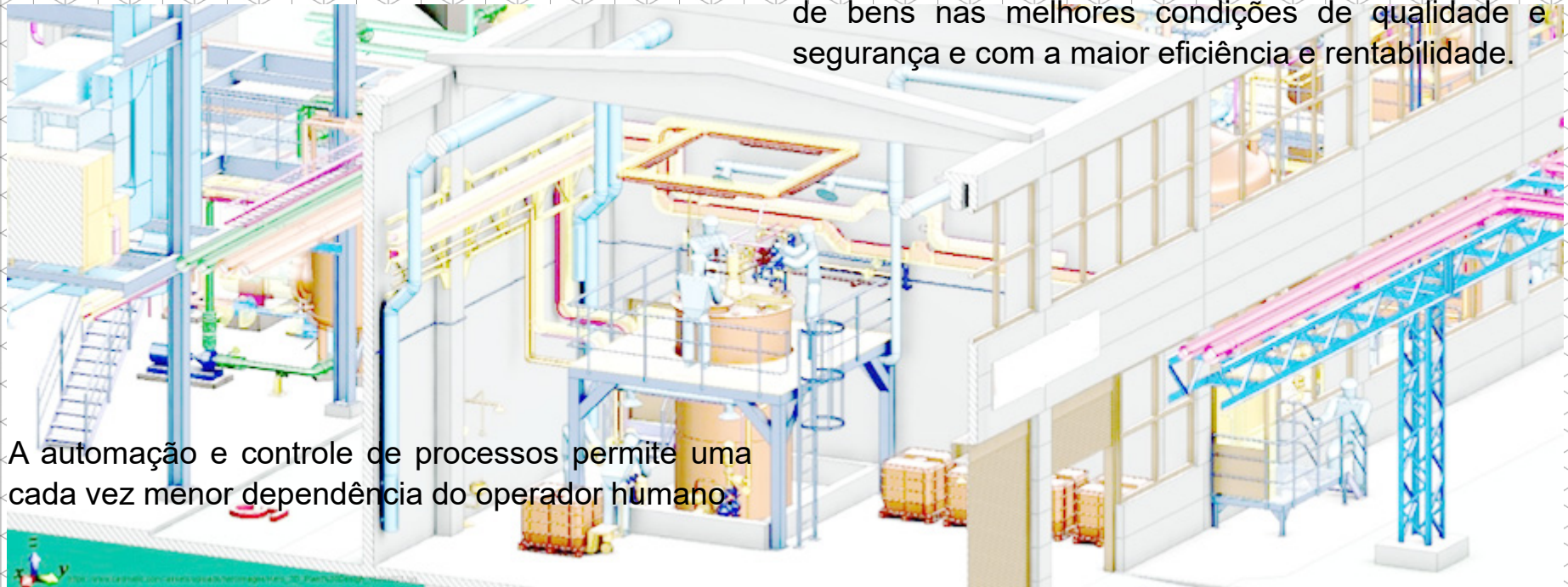
As instalações industriais – entenda-se indústria transformadora, “process industry” – conglomeram um sem número de processos tecnológicos e substâncias perigosas susceptíveis de provocar a ocorrência de eventos catastróficos com consequências graves para pessoas e bens.

A sempre crescente complexidade das tecnologias e dos processos industriais, com a ciência de base associada, torna indispensável o recurso à Engenharia.



O que é o projecto industrial ?

O projecto industrial integra todas as questões técnicas, humanas e económicas visando a produção de bens nas melhores condições de qualidade e segurança e com a maior eficiência e rentabilidade.



A automação e controle de processos permite uma cada vez menor dependência do operador humano.

Os operadores presentes no chão-de-fábrica devem actuar num ambiente controlado por máquinas.

A automação e a utilização crescente de inteligência artificial no controle de equipamentos de processo e mesmo do processo em si relega para um plano secundário as outrora determinantes questões de ergonomia.



Como se faz um projecto industrial ?

b) Informação relevante para a caracterização da atividade desenvolvida, designadamente:

- i) Identificação e caracterização do(s) produto(s) (intermédios e finais) a fabricar;
- ii) Indicação da capacidade nominal da instalação (capacidade de produção para um período de laboração de 24 horas, 365 dias por ano, independentemente do seu regime, turnos, horário de laboração ou valor da produção efetiva para resposta à procura do mercado);
- iii) Descrição das matérias-primas e subsidiárias, com indicação do consumo anual e capacidade de armazenagem para cada uma delas;
- iv) Indicação das operações de tratamento de resíduos e respetivos códigos LER, se aplicável;
- v) Descrição dos processos e respetivos diagramas de fabrico;
- vi) Listagem das máquinas e equipamentos a instalar (quantidade e designação);
- vii) Indicação do número de trabalhadores, por género e por atividade (fabril, comercial, administrativo, etc.);
- viii) Quantificação dos equipamentos sociais disponíveis (instalações sanitárias, incluindo vestiários, balneários, lavabos e sanitários e, se for caso disso, refeitórios e locais de descanso);
- ix) Modalidade de organização dos serviços de segurança e saúde no trabalho adotada, de acordo com o previsto na Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro, alterada e republicada pela Lei n.º 3/2014, de 28 de janeiro, quando aplicável;
- x) Indicação da origem da água utilizada/consumida e, quando aplicável, sistemas de tratamento associados;
- xi) Identificação e caracterização qualitativa das fontes de emissão de efluentes gasosos, líquidos e geradoras de resíduos e, quando aplicável, sistemas de tratamento associados;
- xii) Identificação e caracterização das principais fontes de emissão de ruído, indicação das distâncias aos edifícios de habitação, hospitais e escolas mais próximos dos limites do estabelecimento industrial e, quando aplicável nos termos do RGR, a avaliação quantitativa do ruído para o exterior e medidas de prevenção e controlo, quando aplicável;
- xiii) Indicação dos tipos de energia utilizada explicitando o respetivo consumo (horário, mensal ou anual);
- xiv) Indicação dos tipos de energia produzida no estabelecimento, se for o caso, explicitando a respetiva produção (horária, mensal ou anual).

2 — O pedido de título digital de instalação ou de instalação e exploração de estabelecimento industrial ou a mera comunicação prévia a que se referem o n.º 1 são ainda acompanhados de planta, devidamente cotada e legendada, demonstrativa da conceção (*layout*) do estabelecimento industrial, a qual deve incluir a localização dos seguintes elementos:

- a) Máquinas e equipamento produtivo;
- b) Armazenagem de matérias-primas, de combustíveis líquidos, sólidos ou gasosos e de produtos acabados;
- c) Instalações de queima, de força motriz ou de produção de vapor, de equipamentos sob pressão e instalações de produção de frio;
- d) Instalações sanitárias, de caráter social e escritórios;
- e) Armazenagem de resíduos ou, quando aplicável, dos sistemas de tratamento de resíduos;

3 — No caso de estabelecimentos industriais de tipo 3 e de tipo 1 a que se refere a alínea e) do n.º 2 do artigo 11.º do SIR que, não se encontrando abrangidos pelos demais regimes ou circunstâncias previstas nas alíneas a) e d) do mesmo número, preencham, independentemente da sua localização, as condições definidas na parte 2-A do Anexo I do SIR, são dispensados:

- a) A indicação do consumo anual e a capacidade de armazenagem das matérias-primas e subsidiárias referidas na alínea ii) do n.º 1;
- b) Os diagramas de fabrico referidos na alínea v) do n.º 1;
- c) Os elementos de informação referidos nas alíneas xii) a xiv) do n.º 1;
- d) Os elementos de informação previstos nas alíneas x) e xi) do n.º 1 relativos à caracterização qualitativa de efluentes e de identificação dos sistemas de tratamento de água e de resíduos;
- e) Os elementos referidos nas alíneas c) e e) do n.º 2.

CAPÍTULO II

Elementos de informação específica

SECÇÃO I

Estabelecimentos de tipo 3

Artigo 8.º

Elementos instrutórios específicos

1 — A mera comunicação prévia a que estão sujeitos os estabelecimentos industriais de tipo 3, nos termos do artigo 33.º do SIR, é ainda acompanhada dos seguintes elementos instrutórios específicos:

- a) Termo de responsabilidade que se refere o n.º 3 do artigo 33.º do SIR, disponibilizado no «Balcão do empreendedor», nos termos do qual o interessado declara conhecer e cumprir as exigências legais aplicáveis à sua atividade em matéria de segurança e saúde no trabalho e ambiente, bem como, quando aplicável, as exigências em matéria de segurança alimentar e os limites de produção previstos na parte 2-A do Anexo I do SIR, ou;
- b) Termo de responsabilidade a que se refere a alínea c) do n.º 4 do artigo 8.º do SIR, disponibilizado no «Balcão do empreendedor», no caso de adesão, por parte do interessado, a condições técnicas padronizadas, nos termos do qual o interessado declara conhecer e cumprir integralmente as condições técnicas padronizadas em causa;
- c) Alvará de autorização de utilização do imóvel para fim industrial ou certidão comprovativa do respetivo deferimento tácito ou, no caso de atividade industrial constante da parte 2-A e B do Anexo I do SIR, alvará de autorização de utilização do imóvel que admita um dos usos previstos no n.º 3 do artigo 18.º do SIR.

2 — Sem prejuízo dos elementos adicionais previstos na legislação específica, sempre que exigíveis, nos termos da legislação aplicável, devem também acompanhar a mera comunicação prévia de estabelecimento de tipo 3:

- a) Título de utilização dos recursos hídricos, exceto no caso de instalação em ZER que dele já disponha;

O conteúdo mínimo de um projecto industrial encontra-se documentado, e.g., na Portaria n.º 279/2015, que é, no nosso país, uma referência obrigatória:

Decreto-Lei n.º 169/2012
Sistema da Indústria Responsável
Portaria n.º 279/2015,
Elementos Instrutórios do processo de Licenciamento Industrial

A habilitação para a prática de actos de engenharia, necessária para produzir e subscrever projectos de estabelecimentos industriais (Engenharia de Processo), encontra-se definida no Regulamento n.º 420/2015 - Atos de Engenharia por Especialidade, da Ordem dos Engenheiros.

Artigo 7.º

Caracterização geral do estabelecimento industrial

— Os pedidos de título digital de instalação ou de instalação e exploração de estabelecimento industrial ou a mera comunicação prévia, conforme aplicável, previstos no SIR, são acompanhados de uma memória descritiva que inclui, sem prejuízo do disposto no n.º 3, os seguintes elementos de caracterização geral do estabelecimento industrial:

a) Códigos CAE da(s) atividade(s) exercidas no estabelecimento;

b) Informação relevante para a caracterização da atividade desenvolvida, designadamente:

i) Identificação e caracterização do(s) produto(s) (intermédios e finais) a fabricar;

ii) Indicação da capacidade nominal da instalação (capacidade de produção para um período de laboração de 24 horas, 365 dias por ano, independentemente do seu regime, turnos, horário de laboração ou valor da produção efetiva para resposta à procura do mercado);

iii) Descrição das matérias-primas e subsidiárias, com indicação do consumo anual e capacidade de armazenagem para cada uma delas;

iv) Indicação das operações de tratamento de resíduos e respetivos códigos LER, se aplicável;

v) Descrição dos processos e respetivos diagramas de fabrico;

vi) Listagem das máquinas e equipamentos a instalar (quantidade e designação);

vii) Indicação do número de trabalhadores, por género e por atividade (fabril, comercial, administrativo, etc.);

viii) Quantificação dos equipamentos sociais disponíveis (instalações sanitárias, incluindo vestiários, balneários, lavabos e sanitários e, se for caso disso, refeitórios e locais de descanso);

Portaria n.º 279/2015,
Elementos Instrutórios do processo de
Licenciamento Industrial

Necessário para:

- Balanços de massa e energia
- SCIE (densidade de carga de incêndio)
- Identificação de Substâncias Perigosas
- ATEX
- SEVESO

Necessário para:

- Balanços de massa e energia
- Dimensionamento de utilidades
- Diagramas de processo (Flowchart)

v) Descrição dos processos e respetivos diagramas de fabrico;

2 — O pedido de título digital de instalação ou de instalação e exploração de estabelecimento industrial ou a mera comunicação prévia a que se referem o n.º 1 são ainda acompanhados de planta, devidamente cotada e legendada, demonstrativa da conceção (*layout*) do estabelecimento industrial, a qual deve incluir a localização dos seguintes elementos:

- a) Máquinas e equipamento produtivo;
- b) Armazenagem de matérias-primas, de combustíveis líquidos, sólidos ou gasosos e de produtos acabados;
- c) Instalações de queima, de força motriz ou de produção de vapor, de equipamentos sob pressão e instalações de produção de frio;
- d) Instalações sanitárias, de carácter social e escritórios;
- e) Armazenagem de resíduos ou, quando aplicável, dos sistemas de tratamento de resíduos;
- f) Origens de água próprias, locais de descarga de águas residuais e respetivos sistemas de tratamento, quando aplicável.



A elaboração de um projecto industrial é uma tarefa complexa, com inúmeros parâmetros. A coordenação de projecto é essencial desde a concepção da instalação.

Diretiva máquinas

Decreto-Lei n.º 103/2008,
Directiva n.º 2006/42/CE
Directiva máquinas

ISO 13857:2019

Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs

EN 1037:1995+A1:2008

Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up

SEVESO

Decreto-Lei n.º 150/2015,
Diretiva n.º 2012/18/UE

Lei n.º 123/2019

Regime Jurídico de SCIE

Portaria n.º 1532/2008,

Regulamento Técnico de SCIE

Despacho n.º 2074/2009

Critérios técnicos para determinação da densidade de carga de incêndio modificada



Directiva 2012/18/EU
Decreto-Lei n.º 150/2015

Portaria n.º 279/2015,

Elementos Instrutórios do processo de Licenciamento Industrial

Qualquer não conformidade com normas e regulamentos pode acarretar atrasos e prejuízos na execução do projecto e, posteriormente, defeitos na produção, bem como consequências graves na segurança e na performance ambiental

Portaria n.º 1456-A/95,

Sinalização de segurança e de saúde no trabalho

ESP/RSP

Decreto-Lei n.º 131/2019,
Regulamento de Instalação e de Funcionamento de Recipientes sob Pressão Simples e de Equipamentos sob Pressão

Despacho n.º 22 332/2001,

Instrução técnica complementar (ITC) para geradores de vapor e equiparados

Despacho n.º 1 859/2003,

Instrução técnica complementar (ITC) para recipientes sob pressão de ar comprimido

Decreto n.º 36270, 1947-05-09,

Regulamento de segurança das instalações para armazenagem e tratamento industrial de petróleo brutos, seus derivados e resíduos

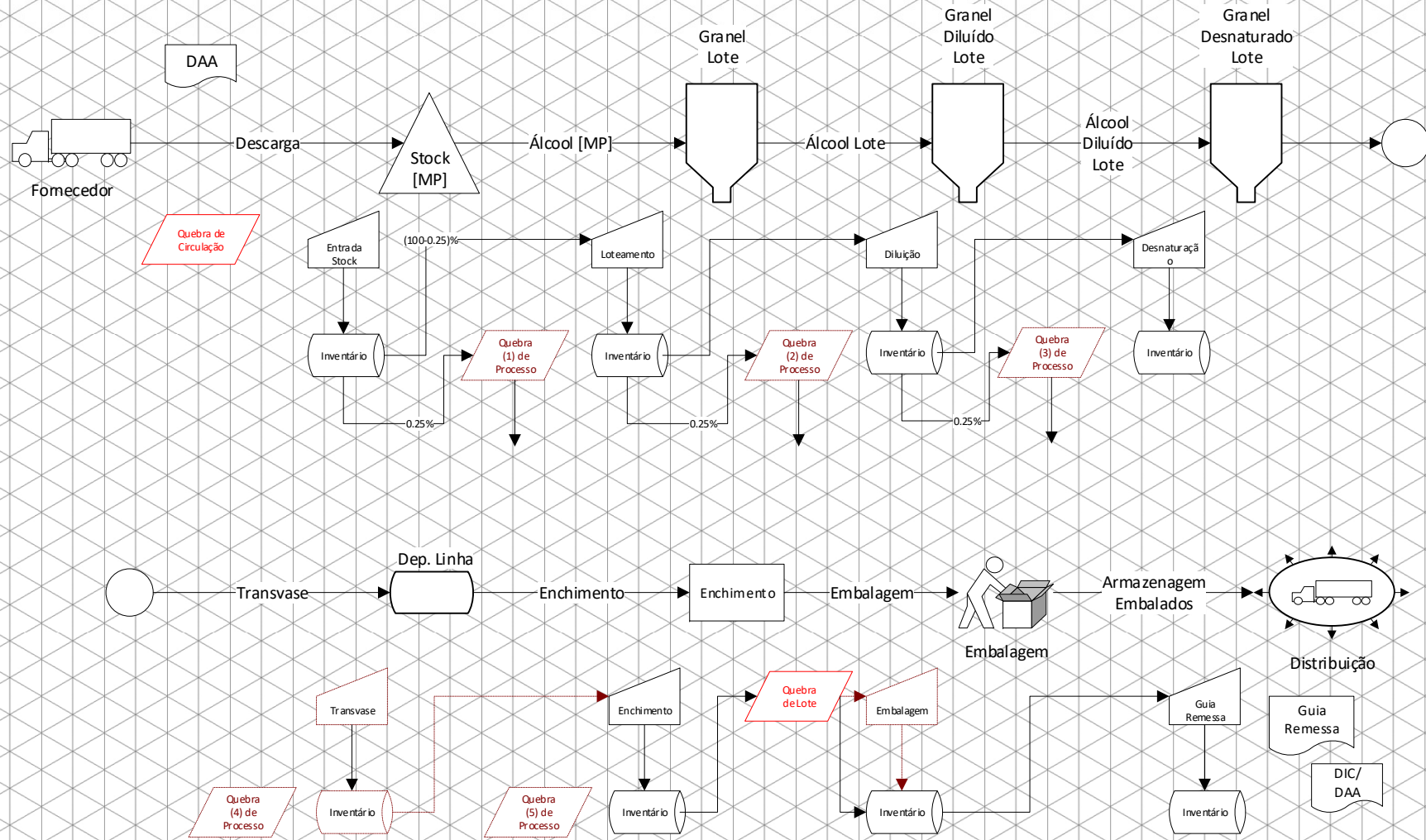
IEC 61508

Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems



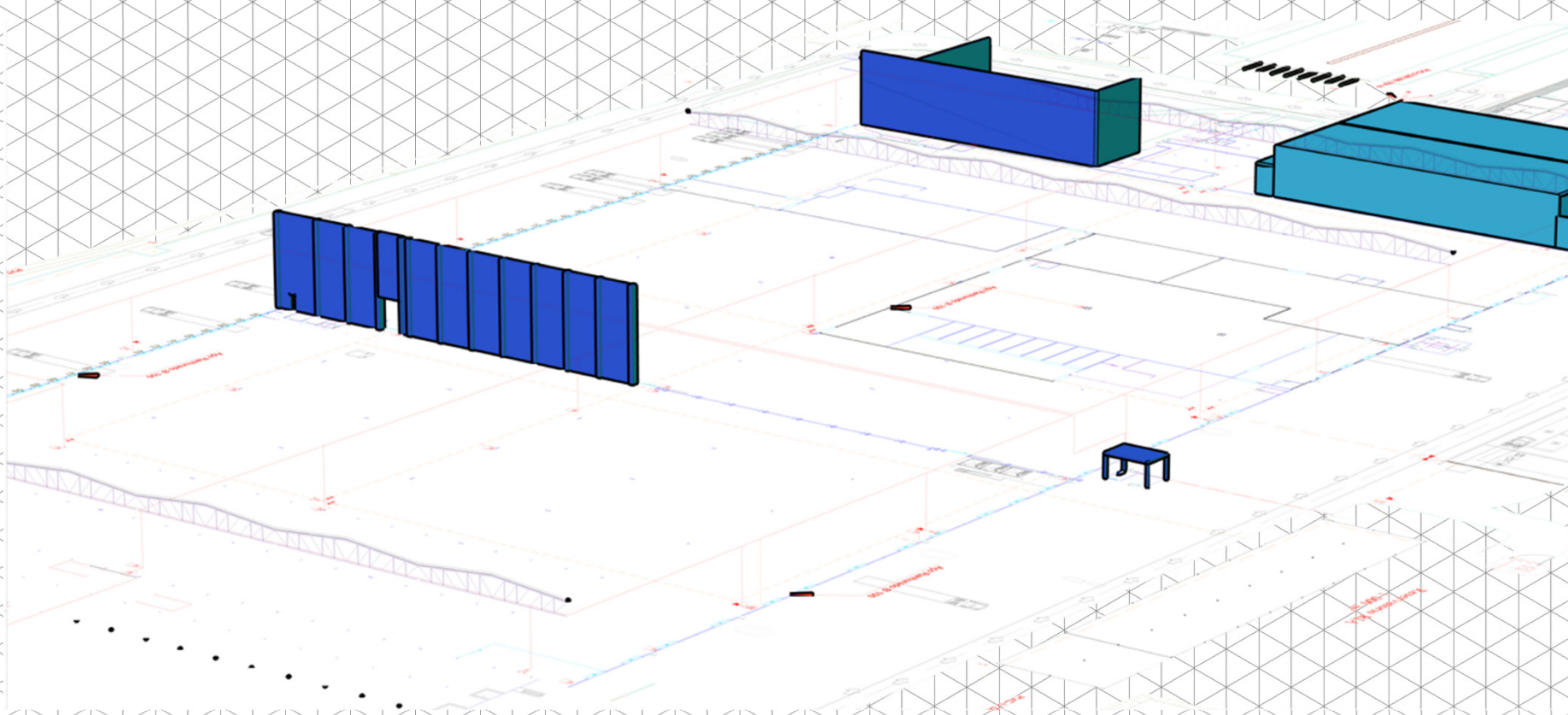
Regulamento (CE) n.º 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho

Exemplo de Flow Chart funcional para registos ISO 9001

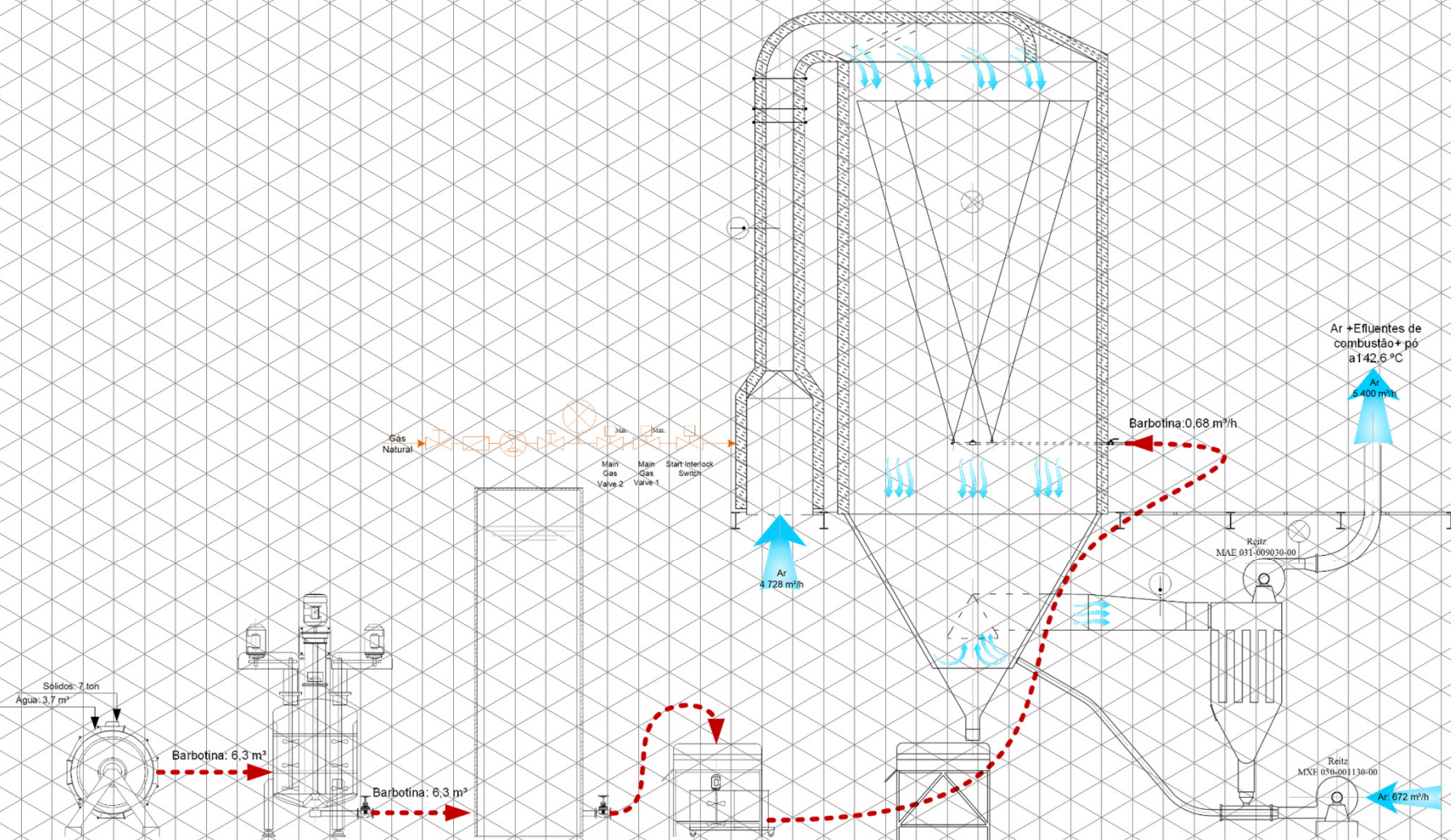




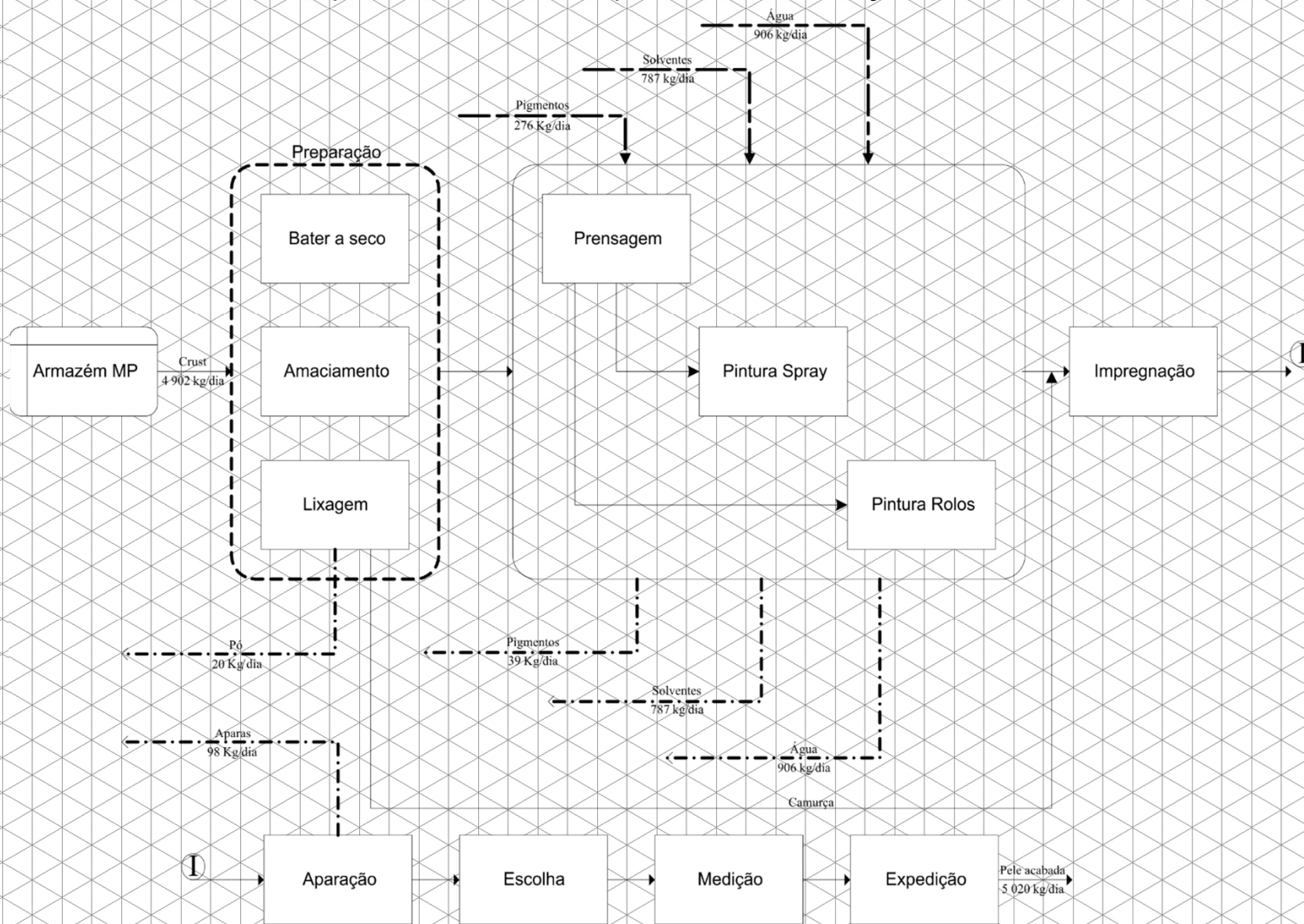
Exemplo de projecto (layout) em 3D



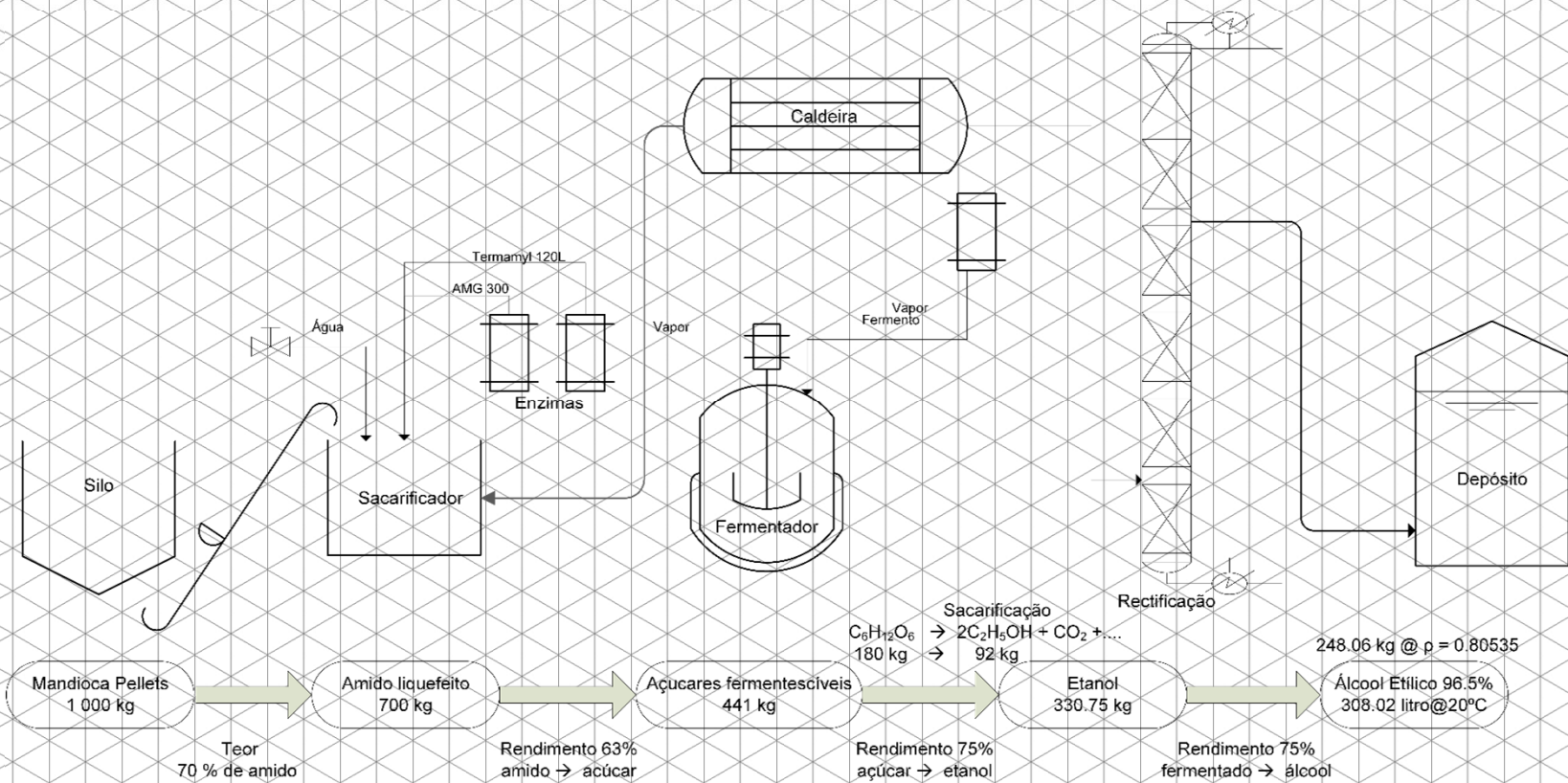
Exemplo de Flow Chart com Balanço de massa



Exemplo de Flow Chart simplificado com Balanço de massa



Exemplo de Flow Chart com Balanço de massa e rendimento



© 2021 United Nations. All rights reserved worldwide.

Como classificar os perigos ?

ANNEX 3

Section 4

CODIFICATION OF HAZARD PICTOGRAMS

A3.4.1 Introduction

A3.4.1.1 *Pictogram* means a graphical composition that may include a symbol plus other graphic elements, such as a border, background pattern or colour that is intended to convey specific information.

A3.4.1.2 This section contains the recommended code assigned to each of the pictograms prescribed by the GHS for sectors other than transport.

A3.4.1.3 The pictogram code is intended to be used for reference purposes. It is not part of the pictogram and should not appear on labels or in section 2 of the safety data sheet.

A3.4.2 Codification of pictograms

A3.4.2.1 GHS pictograms for sectors other than transport are assigned a unique alphanumeric code as follows:

- (a) the letters "GHS" and
- (b) a sequential number "01" to "09" as assigned in accordance with Table A3.4.2.

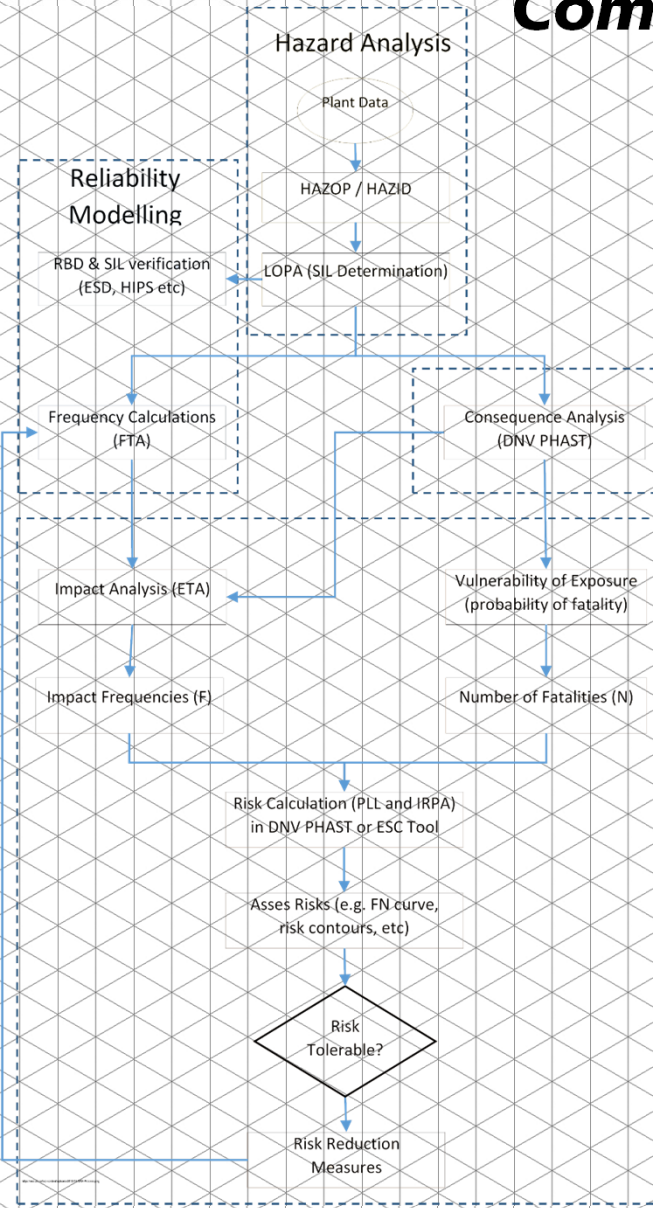
Table A3.4.1

Code	Hazard pictogram	Symbol
GHS01		Exploding bomb
GHS02		Flame
GHS03		Flame over circle
GHS04		Skull and crossbones
GHS05		Exclamation mark
GHS06		Health hazard
GHS07		Environment

De uma forma sucinta, pode utilizar-se como base a classificação do Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), complementada com outros perigos específicos.



Como avaliar o risco ?



O risco inclui a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado – pela concretização de um ou vários perigos com consequências danosas para pessoas e/ou bens – e a consequência dessa ocorrência.

Existem vários métodos de avaliação do risco, tanto quantitativos (*Quantitative risk assessment-QRA*) como qualitativos (*Qualitative risk analysis*).

O objectivo é avaliar em que situações um determinado limiar de risco é atingido e que medidas implementar para que não seja ultrapassado.

		Likelihood				
		1 Rare	2 Unlikely	3 Possible	4 Likely	5 Almost Certain
Consequences	5 Catastrophic	5	10	15	20	25
	4 Major	4	8	12	16	20
	3 Moderate	3	6	9	12	15
	2 Minor	2	2	6	8	10
	1 Negligible	1	2	3	4	5

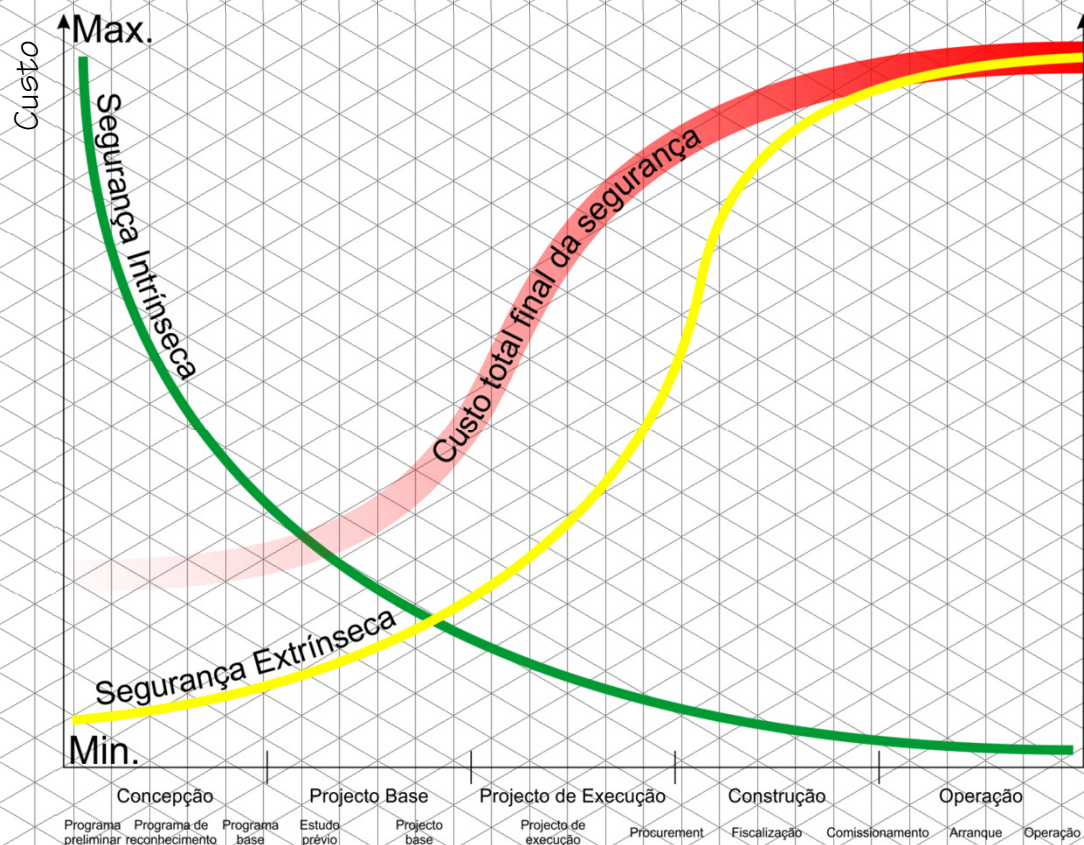
Risk = ■ Low ■ Moderate ■ High ■ Extreme

As medidas de segurança podem organizar-se numa hierarquia consoante a sua eficácia e a oportunidade da sua aplicação.

Hierarquia de Medidas de Segurança



Tipicamente as medidas de segurança serão tanto mais eficazes quanto mais cedo forem definidas, preferencialmente na fase de concepção do projecto.



O custo destas medidas será inicialmente superior mas com o tempo este custo será diluído. As medidas definidas à posteriori poderão inicialmente ser menos onerosas mas apresentam custos muito mais elevados durante a exploração.

O futuro da Engenharia de Segurança



A Indústria 4.0 e a IA irão redefinir todo o ambiente de trabalho na indústria, de formas que ainda não são claras. A possibilidade de reconfigurar rapidamente o chão de fábrica e os próprios processos de maneiras eventualmente inovadoras e não testadas relega para o passado os manuais de operação e as respectivas instruções de segurança, o que coloca um desafio inédito à engenharia de segurança.

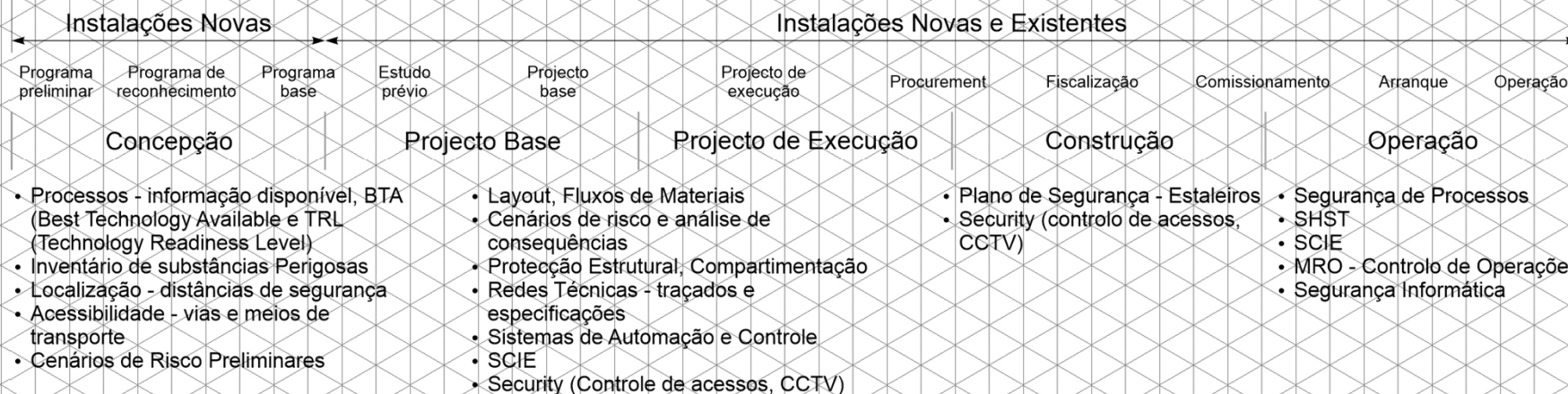
Isto introduz um novo paradigma: o planeamento prévio. De facto será muito difícil modificar a posteriori o “comportamento” dos sistemas complexos necessários à indústria do futuro se eles não incorporarem desde a concepção todos os elementos necessários à segurança.

- A utilização intensiva de meios de automação e controlo vem deslocar o problema da segurança cada vez mais para o início do projecto.
- O controlo passa em grande parte para o software, apoiado uma rede de sensores, transdutores e actuadores, o que obriga a um conhecimento minucioso do processo antes de escrever o software.
- A crescente complexidade dos processos industriais obriga a que todas as falhas possíveis tenham que ser previstas antecipadamente em pormenor, pois em caso de ocorrência nefasta não haverá tempo de análise disponível para preparar uma resposta.
- A integração de toda a informação em redes de dados industriais levanta questões relacionadas com a robustez destas redes, exigindo-se a garantia de que o controle de processos não possa ser interrompido por defeitos.
- A segurança informática é uma preocupação crescente, ampliada pela percepção de que a tomada de controle de tecnologias intrinsecamente perigosas pode servir interesses funestos, como seja o terrorismo.

Vantagens da Engenharia de Segurança

A Engenharia de Segurança no projecto industrial promove o equilíbrio entre a optimização dos processos e o limiar da segurança, materializado na quantidade de risco que se está disposto a assumir. Isto exige a determinação do risco e um profundo conhecimento do processo.

Engenharia de Segurança

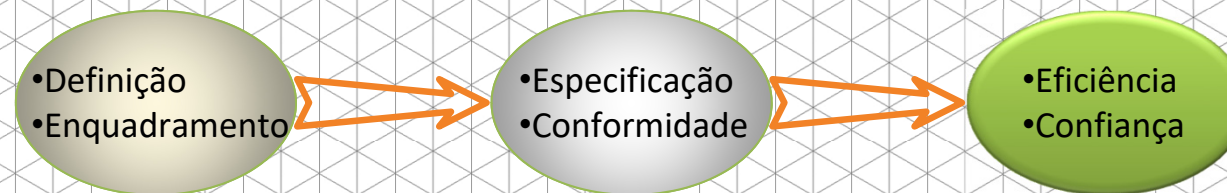


A Segurança Industrial não é um corpo homogéneo; as suas disposições encontram-se dispersas por um grande número de leis e regulamentos e sob tutela de organismos do estado diversos:

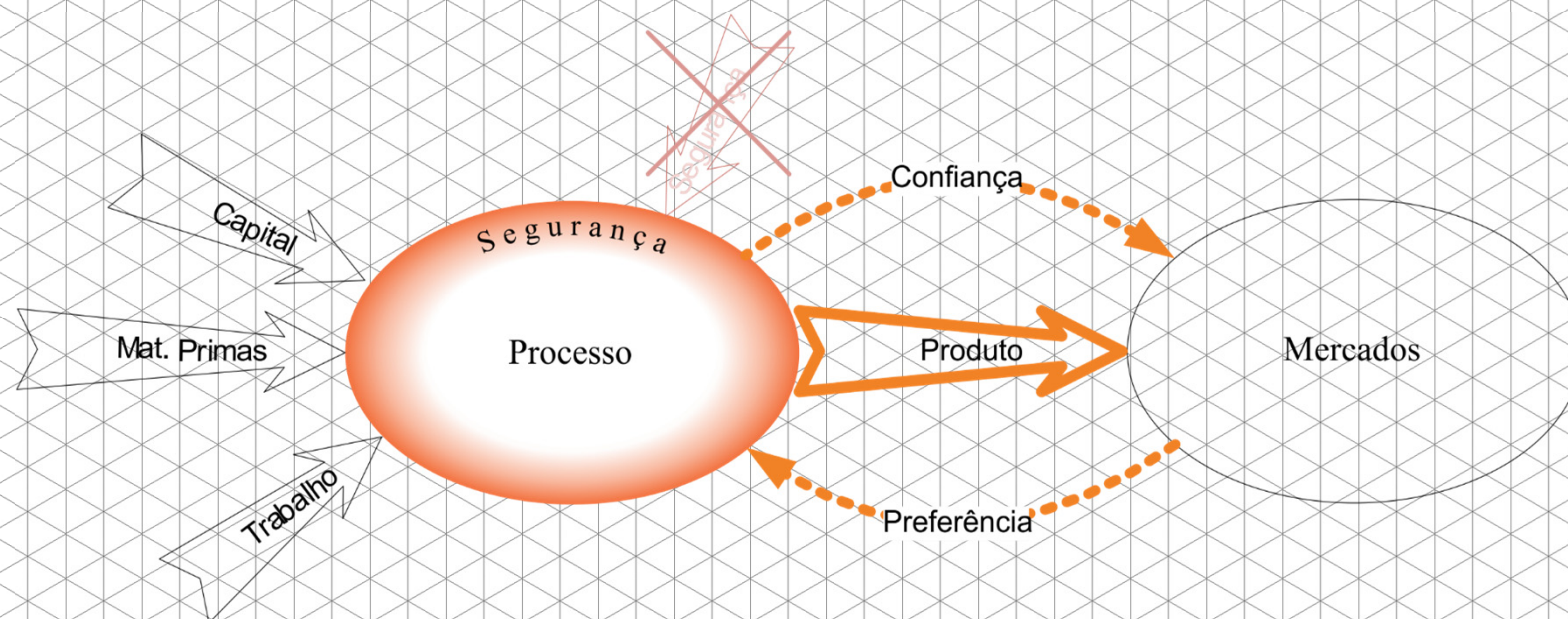
- IAPMEI
- Autarquias
- APA
- ANEPC
- ACT
- DGEG
-

É crucial que as diferentes peças do projecto sejam coerentes e apresentem o mesmo nível de segurança em todas as vertentes, o que se torna atingível apenas com a participação de profissionais com elevadas qualificações.

Vantagens da Engenharia de Segurança



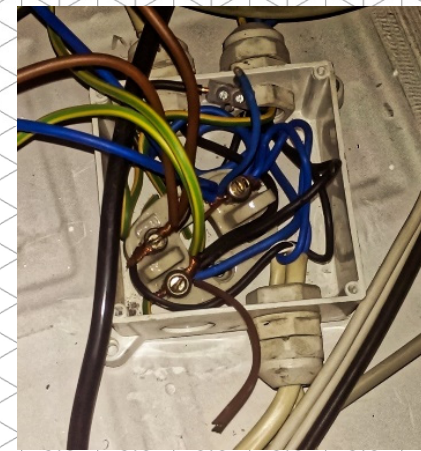
A inclusão da segurança como parte determinante na concepção e projecto industrial é garante de confiança e preferência dos clientes e fornecedores,



A segurança a posteriori é um mito, não existe se não for parte integrante do projecto desde a concepção da instalação até à exploração.



Risco ? O que pode correr mal ?





Jornada de Segurança Industrial



Obrigado pela Vossa atenção.