



Instituto Politécnico de Tomar
Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Joaquim Carlos Balasteiro Cardoso

Valorsul SA – Estação de Tratamento e Valorização Orgânica

Relatório de Estágio

Orientado por:

Professor Doutor Jorge Guilherme – IPT/ESTT

Relatório de Estágio apresentada ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção
do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica com
Especialização em Controlo e Eletrónica Industrial

RESUMO

No âmbito da dissertação de Mestrado, tendo tido a opção e possibilidade de tal., foi realizado um estágio curricular, tendo uma duração de um ano curricular, cerca de 1500 horas.

O estágio foi realizado na Empresa Valorsul – Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos das Regiões de Lisboa e do Oeste, sendo a empresa responsável pelo tratamento e valorização das cerca de 950 mil toneladas de resíduos urbanos produzidos, por ano, em 19 Municípios da Grande Lisboa e da Região Oeste. O estágio foi realizado numa das Unidades da Empresa – Estação de Tratamento e Valorização Orgânica (ETVO), sita na Serra da Mira, no Concelho da Amadora, unidade responsável pelo tratamento e valorização orgânica através dos restos de comida tratados e transformados em corretivo agrícola orgânico, sem aditivos químicos, para utilização na agricultura e jardinagem. Através do processo de “digestão anaeróbia”, é possível captar o gás da fermentação (biogás) e utilizá-lo na produção de energia elétrica. A oportunidade de estágio surgiu pelo fato de já ter vínculo com a empresa nesta unidade e pela possibilidade de o mesmo estar relacionado com o trabalho da Tese.

Palavras-chave: Valorsul, Energia Elétrica, Operação, Biogás, Manutenção, Operação, Motores, Controladores, Industrial, Resíduos.

ABSTRACT

Under the Master's thesis, having had the option and possibility of such. A traineeship was carried out, with a duration of one academic year, about 1500 hours.

The traineeship was held at the Company Valorsul - Valuation and Treatment of Solid Waste of the Regions of Lisbon and West, with the company responsible for the treatment and recovery of about 950 tons of municipal waste produced per year in 19 municipalities of Lisbon (Great Lisbon) and the Western Region. The traineeship was held in one of the Company's units - treatment and Organic Recovery Station (ETVO), located in the Serra da Mira, in the municipality of Amadora, drive controller and organic recovery through food waste processed into corrective organic farming without chemical additives for use in agriculture and gardening. Through the process of "anaerobic digestion", you can capture the gas from fermentation (biogas) and use it to electricity production. The internship opportunity came for the fact that it has already a link to the company and the relation of the daily work.

Keywords: Valorsul, Electric Power, Operation, Biogas, Maintenance, Operation, Motors, Controllers, Waste.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho, agradeço aos meus amigos do IPT, pela disponibilidade, pelo companheirismo e pelo incentivo nos momentos menos bons, nomeadamente o José Barreto e ao Hugo Magalhães, que me ajudaram sempre que foi necessário.

Aos Professores do Curso MEE, que nunca me negaram a sua ajuda sempre que a solicitei, em especial ao Professor Doutor Paulo Coelho pelo seu incentivo e esclarecimentos, ao meu Orientador de estágio Professor Doutor Jorge Guilherme pela disponibilidade demonstrada para me orientar sempre que tal foi necessário.

Este trabalho é dedicado ao meus FILHOS lindos, Pedro e Mariana, pois eles verdadeiramente sentem o esforço que o Pai faz para seguir sempre em frente e nunca desistir, entendendo que o trabalho, os erros e o esforço compensam-nos sempre. À minha esposa Isabel por me aturar, o que às vezes é difícil, e compreensão nos momentos mais difíceis nestes anos que compartilhamos juntos.

À Valorsul pela Oportunidade que me deu que efetuar o Estágio na ETVO

Ao meu PAI, meu companheiro e amigo e cujos valores ainda me fazem acreditar na Humanidade.

Dedico acima de tudo este estágio à pessoa que foi minha confidente ao longo da minha vida, com quem falei aquilo que nem a mim consigo dizer, à minha MÃE, que nos deixou fisicamente em 2016, cujo exemplo moldou a minha forma de pensar e ver o Mundo.

Índice

RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
AGRADECIMENTOS	ix
1. Entidade Acolhedora	1
1.1 Apresentação da Empresa.....	1
1.2 Localização da ETVO	4
1.3 Acionistas da VALORSUL	5
1.4 Funcionamento da Empresa.....	5
1.5 Organograma da Empresa.....	6
2. Gestão ambiental	9
2.1 PORTUGAL 2020.....	9
2.2 PERSU 2020	12
3. Estação de Tratamento e Valorização Orgânica	15
3.1 Apresentação	15
3.2 Funcionamento	16
3.2.1 Fluxograma	18
3.2.2 Descrição geral do processo	18
3.2.3 Áreas do Processo.....	20
3.2.4 Descrição específica do Processo	20
3.3 Descrição Geral do Estágio	23
3.4 Equipa de Operação.....	23
3.5 Equipa de Manutenção	24
3.6 Tarefas de Estágio.....	24
4. Sistemas Distribuídos de Controlo da ETVO	25
4.1 Sala de Controlo.....	26
4.2 Processo 1000	30
4.3 Processo 2000	32
4.4 Processo 3000	33
4.5 Processo 4000	34
4.6 Processo 5000	35
4.7 Processo 6000	36
4.8 Processo 7000	37

4.9	Unidades de Processo PUs.....	38
5.	Controladores PID.....	39
5.1	Teste Controladores PID.....	39
5.2	Método de Sintonização em Malha Fechada	40
5.3	Lista Controladores PID	41
5.5	Testes experimentais.....	42
5.4.1	Bomba P1017	43
5.4.2	Bomba Floculante P3002	48
5.4.3	Bomba Alimentação Sistema Centrifugação P3003 A/B	50
5.4.4	Bombas P3011 A/B compressão linha centrifugado	51
5.4.5	Bomba P5015 recirculação tanque externo para o tanque interno da ETAR	54
6.	Trabalho de campo	55
7.	Cogeração.....	63
8.	Deteção de Problemas de Processo e Otimização da ETVO.....	65
8.1	Possíveis Soluções de Otimização da ETVO	66
9.	Trabalhos Instrumentação Industrial.....	71
9.1	Calibração de Sensores.....	71
9.2	Calibração de válvulas	73
9.3	Protocolos de comunicação.....	74
9.4	Evolução da Instrumentação.....	76
10.	Conclusão	77
11.	Referências Bibliográficas.....	79
	Anexos.....	81
	Anexo 1	81
	Anexo 2	87
	Anexo 3	91
	Anexo 4	93
	Anexo 5	95
	Anexo 6	966

Índice de Figuras

Figura 1- Sistema Integrado Valorsul	1
Figura 2 - Área de Atuação da Valorsul	3
Figura 3 - Localização ETVO	4
Figura 4 - Acionistas da Valors	5
Figura 5 - Sistema de Gestão Integrada Inicial	6
Figura 6 - Organograma da Empresa	6
Figura 7- Investimento previsto PERSU 2020	10
Figura 8 - Vista Aérea da ETVO	15
Figura 9 – Layout ETVO	17
Figura 10 - Fluxograma Funcionamento	18
Figura 11 – Descrição química do processo	19
Figura 12 - Receção de resíduos orgânicos	22
Figura 13 - Pré - Tratamento	22
Figura 14 – Hidrolise,Digestão, Cogeração e ETar	22
Figura 15 – Desidratação e Túneis de Compostagem	22
Figura 16 - Maturação e Afinação de Composto	22
Figura 17 – Sala de Controlo	25
Figura 18 - DCS	25
Figura 19-Rede Profibus DCS com PLC s	26
Figura 20- Rede PLC 1	27
Figura 21 - PLC2	28
Figura 22 - Rede PLC3	28
Figura 23- Esquema Geral da Rede Profibus	29
Figura 24 – Receção e Linha de Secos	30
Figura 25 – Linha de Limpeza de Sacos	30
Figura 26 – Pulper	30
Figura 27 – Linha de Húmidos	30
Figura 28 – Tanque de Húmidos	31
Figura 29 – Tanque de Líquidos	31
Figura 30 – Tanque Hidrólise	31
Figura 31 – Alimentação Hidrólise aos Digestores	31
Figura 32 – Tanque de Drenagem	31
Figura 33 – Estação de Ar Comprimido	31
Figura 34 – Digestores Anaeróbicos	32
Figura 35 – Permutadores Calor Digestores	32
Figura 36 – Sistema Circulação Biogás	32
Figura 37 – Tanque Intermédio	33
Figura 38 – Sistema de Centrifugação	33
Figura 39 – Estação Flocculante	33
Figura 40 – Tanque Centrifugado	33
Figura 41 – Flare e Tanque de Condensados	34
Figura 42 – Sistema pressão Biogás	34
Figura 43 – Sistema Cogeração	34
Figura 44 – Sistema Aquecimento	34
Figura 45 - ETar	35
Figura 46 – Sistema Águas Residuais	35

Figura 47 – Sistema de Água de Serviço	35
Figura 48 – Alimentação aos túneis compostagem	36
Figura 49 – Vaivém alimentação túneis	36
Figura 50 – Túneis de compostagem	36
Figura 51 – Sistema de afinação composto	36
Figura 52 – Sistema ventilação	37
Figura 53 – Sistema de tratamento de ar	37
Figura 54 – Biofiltro aberto	37
Figura 55 – PU sistema filtração Etar (zenon)	38
Figura 56 – PU caldeira	38
Figura 57 – PU torre arrefecimento	38
Figura 58 – PU cogeração	38
Figura 58 – sistema controlador proporcional	40
Figura 59 – Período Crítico (retirado do manual de controlo	40
Figura 60 – Sistema Controlado por PID	42
Figura 61 – Diagrama blocos equivalente sistema PID	42
Figura 62 – Controlo Parâmetros PID bomba P1017	43
Figura 63 – Alimentação de Líquido através de Bomba P1017	43
Figura 64 – Input/Output	44
Figura 65 – Controlador PID Estação de Floculante	48
Figura 66 – Bomba Alimentação ao Sistema de Centrifugação	50
Figura 67 – Sistema de alimentação centrifugado	51
Figura 68 – Sistema de Tratamento de Águas	54
Figura 69 - Linha de Húmidos	55
Figura 70 – Martelos alimentação Húmidos	55
Figura 71 – Acionamento das centrífugas S3004	56
Figura 72 – Sistema de Centrifugação	56
Figura 73 - PU das centrífugas S3004 A/B	56
Figura 74 – Corpo da Centrífuga	56
Figura 75 – Enxofre dentro do Digestor	57
Figura 76 - Linha biogás dos digestores	57
Figura 77 – Leitura biogás dos digestores	57
Figura 78- Etar	58
Figura 79 – Recirculação ETar	58
Figura 80 – Quadro Torre arrefecimento	58
Figura 81 – Sistema anti espuma Etar	58
Figura 82 – Torre de arrefecimento	58
Figura 83 – Sistema de incêndios	60
Figura 84 – Sistema de água de serviço	61
Figura 85 - Túneis de compostagem	62
Figura 86 – Duração das fases túneis	62
Figura 87 - fase de higienização Túneis	62
Figura 88 – Motogeradores	63
Figura 89 – Quadro comando dos motores motogeradores	64
Figura 90 – sistema energia térmica	64
Figura 91 - caldeira	64
Figura 92 - Sensores capacitivos	67
Figura 93 – Sensores capacitivos estáticos	67

Figura 94 – Sensores capacitivos dinâmicos	68
Figura 95 – Funcionamento hidrociclone	68
Figura 96 – hidrociclone	68
Figura 97 – Extração contaminantes do interior do digestor	69
Figura 98 – Funcionamento resumido de um sensor diferencial	71
Figura 99 – Calibração de sensores de pressão diferencial	72
Figura 100 – Calibração em campo	72
Figura 101 - – Válvula com posicionador	73
Figura 102 – corte esquemático válvula com posicionador	73
Figura 103 – calibração posicionador de válvula	73
Figura 104 – conversor Hart posicionador de válvula	73
Figura 105 - protocolo HART	74
Figura 106 – protocolo Fieldbus	74
Figura 107 – Protocolo Profibus	74
Figura 108 – Integração de sistemas com vários protocolos de comunicação	75

Índice de Tabelas

Tabela 1 - novos equipamentos de valorização orgânica previstos	13
Tabela 2 - Caraterísticas Gerais ETVO	16
Tabela 3 – Método de Ziegler-Nichols em malha fechada	41
Tabela 4 – Parâmetros iniciais controladores PID	41

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Caudal bomba P1017 para valores de $K_p=0.3$, $T_i=8000\text{ms}$, $T_d=2000\text{ms}$	45
Gráfico 2 – Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=0.3$, $T_i=8000\text{ms}$, $T_d=2000\text{ms}$	45
Gráfico 3 – Caudal bomba P1017 para valores de $K_p=0.3$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=2000\text{ms}$	46
Gráfico 4– Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=0.3$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=2000\text{ms}$	46
Gráfico 5 – Caudal e Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=5$, $T_i=50000\text{ms}$, $T_d=20\text{ms}$	47
Gráfico 6 – Caudal e Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=1$, $T_i=50000\text{ms}$, $T_d=20\text{ms}$	47
Gráfico 7 – Caudal bomba P3002 B para valores de $K_p=4$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=0\text{ms}$	48
Gráfico 8 – Controlador PID bomba P3002 B para valores de $K_p=4$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=0\text{ms}$	49
Gráfico 9 – Velocidade bomba P3002 B para valores de $K_p=4$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=0\text{ms}$	49
Gráfico 10 – Caudal bomba P3003 B	50
Gráfico 11 – Velocidade bomba P3011 A/B para valores de $K_p=20$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=2500\text{ms}$	51
Gráfico 12 – Controlador PID bomba P3011 A/ B para valores de $K_p=6$, $T_i=4000\text{ms}$, $T_d=1000\text{ms}$	52
Gráfico 13 – Pressão linha das bombas P3011 A/ B para valores de $K_p=6$, $T_i=4000\text{ms}$, $T_d=1000\text{ms}$	52
Gráfico 14 – Velocidade das bombas P3011 A/ B para valores de $K_p=6$, $T_i=4000\text{ms}$, $T_d=1000\text{ms}$	53
Gráfico 15 – Parâmetros linha das bombas P3011 A/ B para valores de $K_p=6$, $T_i=4000\text{ms}$, $T_d=1000\text{ms}$	53
Gráfico 16 – Caudal e Velocidade da bomba P5015 para valores de $K_p=1.2$, $T_i=4000\text{ms}$, $T_d=1200\text{ms}$	54
Gráfico 17 - gráfico geral túnel compostagem	62

Lista de Siglas e Abreviaturas

CDR – Combustíveis Derivados Resíduos

DCS – Controlo sistemas distribuídos

EGF – Empresa Geral do Fomento

EMAS - European Eco-Management and Audit Scheme

ETAR – Estação Tratamento Águas Residuais

ETVO – Estação de Tratamento e Valorização Orgânica

GEE - Gases com Efeito de Estufa

ISO – Organização Internacional para Padronização

PERSU – Plano Estratégico para Resíduos Sólidos Urbanos

PID – Proporcional Integral Derivativo

PLC – Controlador Lógico Programável

POSEUR – Programa de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos

PU – Unidade de Processo

RU – Resíduos Urbanos

RUB – Resíduos Sólidos Biodegradáveis

TM – Tratamento Mecânico

TMB – Tratamento Mecânico e Biológico

WF – Walking Floor

1. Entidade Acolhedora

1.1 Apresentação da Empresa



Figura 1- Sistema Integrado Valorsul

A Valorsul - Valorização e Tratamento de Resíduos Sólidos das Regiões de Lisboa e do Oeste, S.A. é a empresa responsável pelo tratamento e valorização das cerca de 950 mil toneladas de resíduos urbanos produzidos, por ano, em 19 Municípios da Grande Lisboa e da Região Oeste:

Alcobaca | Alenquer | Amadora | Arruda dos Vinhos | Azambuja | Bombarral | Cadaval | Caldas da Rainha | Lisboa | Loures | Lourinhã | Nazaré | Óbidos | Odivelas | Peniche | Rio Maior | Sobral de Monte Agraço | Torres Vedras | Vila Franca de Xira

A sua área de intervenção corresponde a menos de 4% da área total do país, mas valoriza mais de um quinto de todo o lixo doméstico produzido em Portugal. Esta imensa quantidade de resíduos é tratada e valorizada pela Valorsul através de um moderno Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Urbanos (RU) adequado ao crescimento e à composição do nosso lixo urbano. Aquilo que já não tem valor e por isso deitou para o lixo, na Valorsul volta a ser um recurso, uma matéria-prima capaz de se transformar numa nova caixa de cartão, numa nova garrafa de vidro, em energia elétrica, fertilizante para a agricultura ou em materiais para a construção de uma nova estrada. A Valorsul oferece soluções

completas e integradas para a gestão do ciclo de vida dos resíduos, abrangendo diferentes tipologias de recolha - indiferenciada, seletiva de materiais recicláveis e seletiva de matéria orgânica -, dispondo de tecnologias de ponta para o tratamento, valorização e destino final dos resíduos através de uma vasta rede de instalações espalhadas pelos 19 municípios onde opera. Dedicar-se ainda à recolha seletiva de materiais recicláveis na região Oeste, abrangendo 14 municípios do sistema;

O Sistema Valorsul inclui:

- 14 Municípios do sistema;
- 2 Centros de Triagem;
- 2 Estações de Tratamento e Valorização Orgânica;
- 1 Central de Valorização Energética;
- 1 Instalação de Tratamento e Valorização de Escórias;
- 2 Aterros Sanitários;
- 6 Estações de Transferência;
- 8 Ecocentros.

De acordo com a sua composição, os resíduos são encaminhados para o destino final mais adequado, tendo em conta o seu potencial. A Valorsul trata mais de 1/5 dos resíduos de Portugal Continental, sendo que inicialmente era composta pelos municípios na zona da Grande Lisboa, tendo mais adjudicado a Resioeste englobando os municípios desta região como descrito anteriormente. A empresa tem o seu funcionamento baseado nas mais recentes tecnologias aplicadas nas áreas dos resíduos respeitando as normas internacionais e numa procura de otimizar o mais possível os seus recursos.

Abaixo mostra-se a área de atuação da empresa

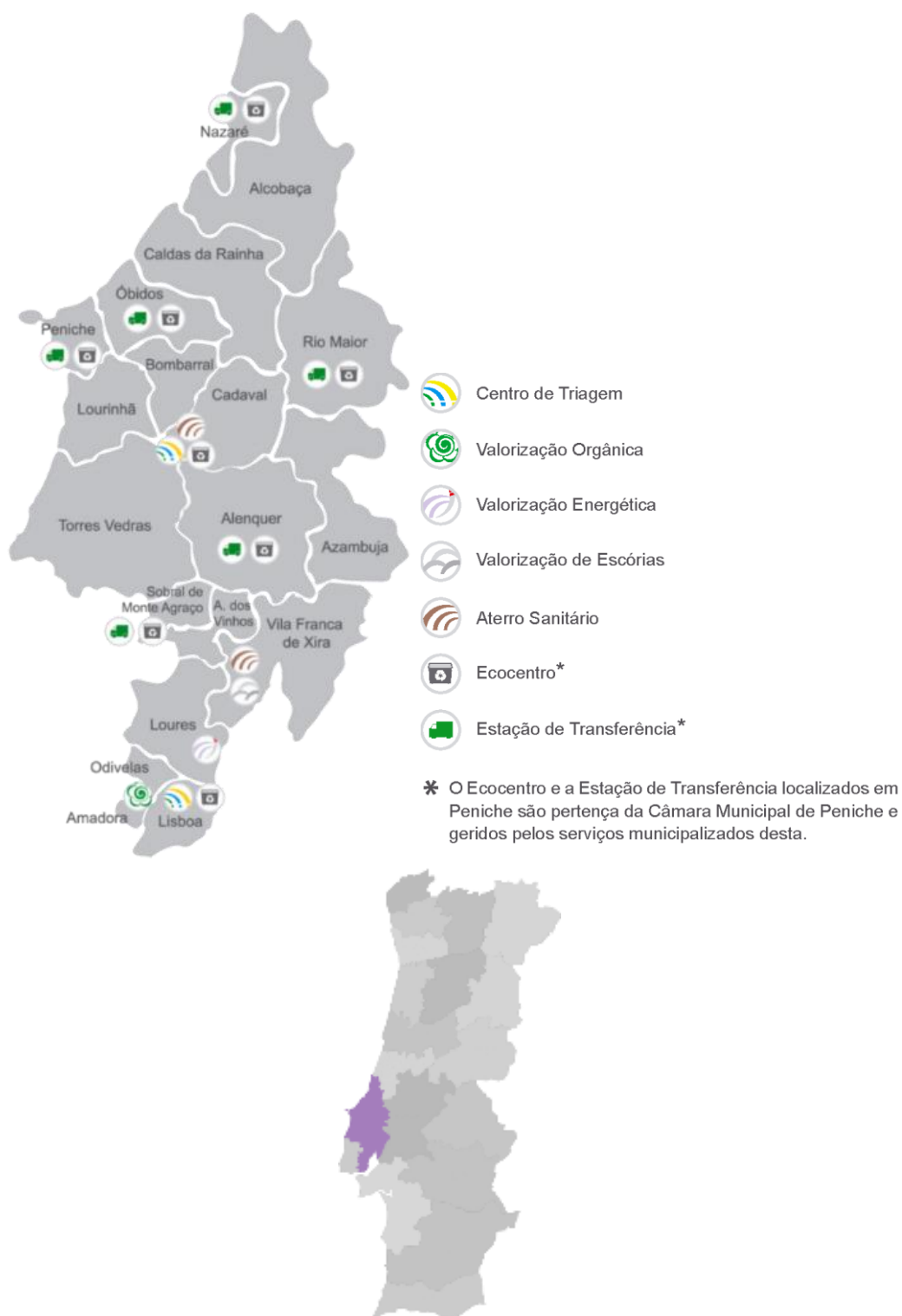


Figura 2 - Área de Atuação da Valorsul

1.2 Localização da ETVO

A Valorsul possui várias Unidades colocadas na zona da grande Lisboa e, aquando a adjudicação da antiga Empresa Resiosteste abrange também Municípios da zona Oeste do País, tendo a sua Sede na Plataforma Ribeirinha da CP, Estação de Mercadorias da Bobadela em São João da Talha, Concelho de Loures assim como a CTRSU (Central de Tratamento de Resíduos Sólidos e Urbanos), sendo que a ETVO se situa na Rua Fernando Maia, Serra da Mira, Mina de Água, no Concelho da Amadora.

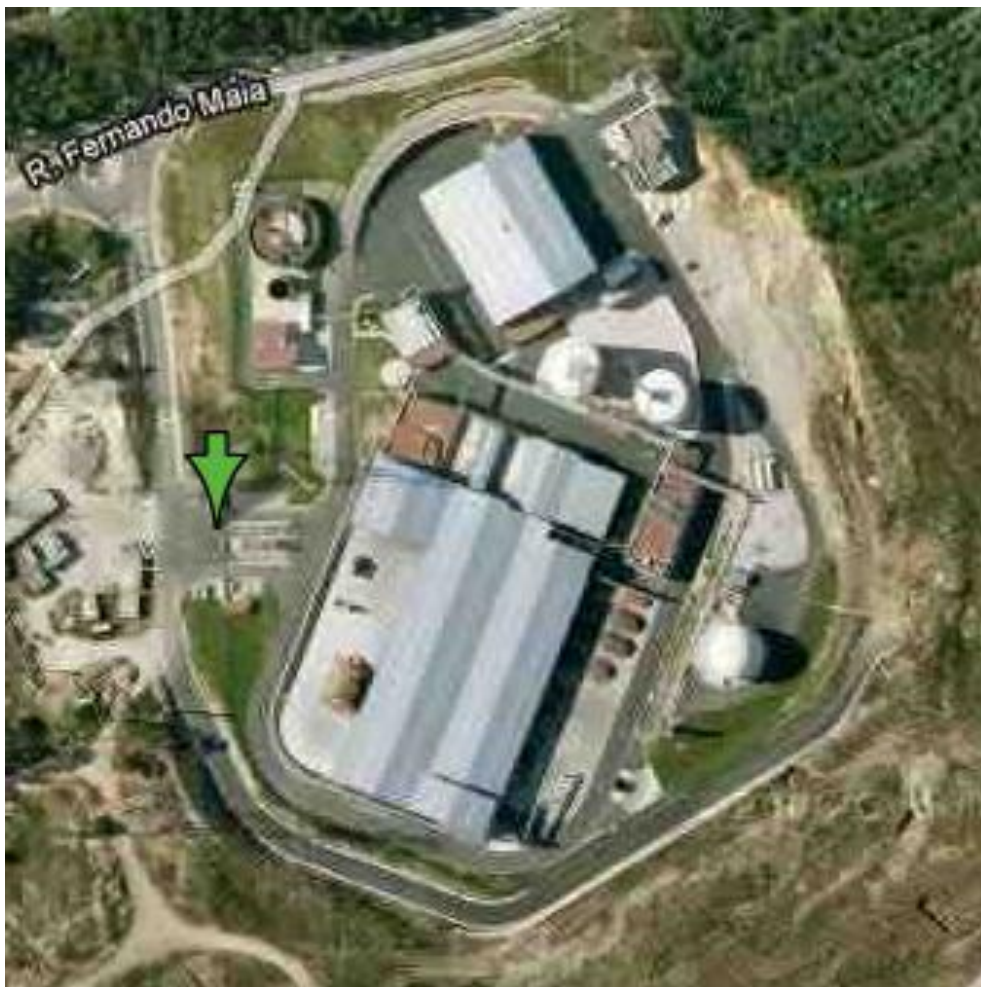


Figura 3 - Localização ETVO

1.3 Acionistas da VALORSUL

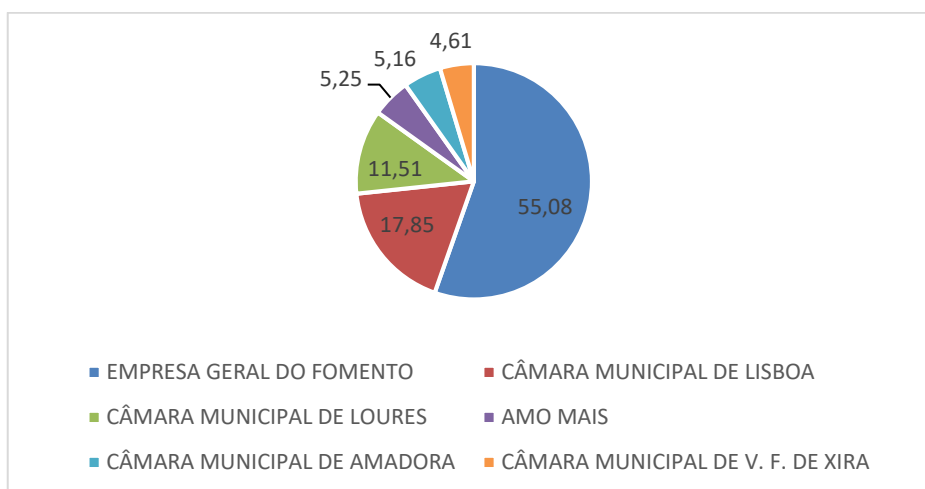


Figura 4 - Acionistas da Valorsul

1.4 Funcionamento da Empresa

A Valorsul funciona num sistema de gestão integrada, ou seja, todas as unidades têm diferentes valências, mas complementando-se entre si, de forma a potenciar o rendimento individual e coletivo da mesma, tendo como premissas o respeito pelo meio ambiente e que seja sustentável economicamente, para tal a empresa possui unidades de Triagem, Aterros Sanitários, Valorização Orgânica, Valorização Energética, Ecocentros, Valorização de Escórias, Triagem e Transferência. A empresa possui certificação nas normas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001, e é alvo periodicamente de auditorias tanto internas como externas.

A ETVO, onde se proporcionou o estágio para realização desta tese veio complementar a empresa numa área ainda em desenvolvimento em Portugal no tratamento de resíduos orgânicos. A empresa apresenta um conjunto de valências que se possam complementar entre si de modo a existir um maior controlo e aproveitamento dos resíduos. Como afirmado anteriormente, é importante que todo o sistema da empresa funcione de modo a diminuir o impacto ambiental dos resíduos em Portugal. O sistema de gestão integrada inicial da empresa apresenta-se na figura seguinte:

SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADA

Certificações:



Atividades realizadas nos seguintes sites:



Figura 5 - Sistema de Gestão Integrada Inicial

1.5 Organograma da Empresa

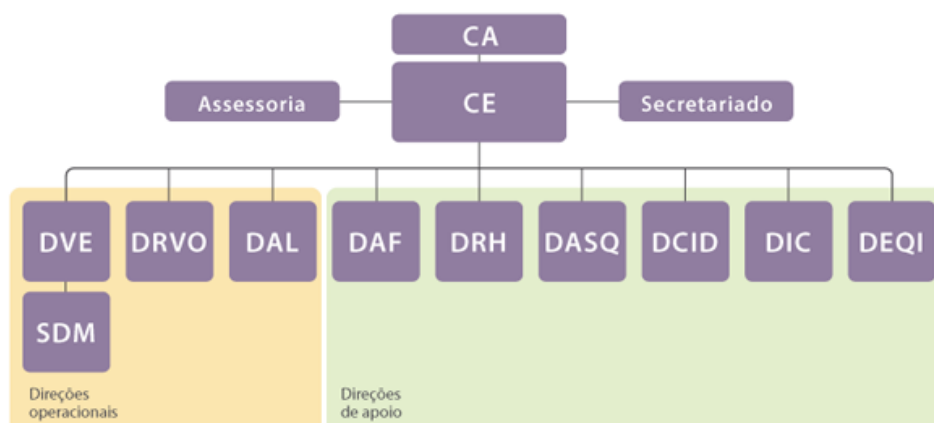


Figura 6 - Organograma da Empresa

- CA - Conselho de Administração
- CE - Comissão Executiva
- DVE - Direção de Valorização Energética
- SDM - Subdireção de Manutenção da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos
- DRVO - Direção de Reciclagem e Valorização Orgânica
- DAL - Direção de Aterros e Logística
- DAF - Direção Administrativa e Financeira
- DRH - Direção de Recursos Humanos
- DASQ - Direção de Sistemas de Gestão de Ambiente, Segurança e Qualidade
- DCID - Direção de Comunicação, Imagem e Documentação
- DIC - Direção de Informática e Comunicações
- DEQI - Direção de Estudos, Qualidade e Inovação

2. Gestão ambiental

A gestão ambiental, nomeadamente a nível de resíduos ainda está muito aquém das expectativas. No entanto, tem havido um esforço para que os mesmos sejam tratados convenientemente por parte dos responsáveis políticos e uma crescente sensibilização da população em geral. Existem diversas Unidades já implantadas no nosso País, como no caso particular da ETVO para tratamento de resíduos diferenciados. A otimização destas unidades é bastante importante, pois permitirá a possível sustentabilidade das mesmas com a valorização de matérias-primas inerentes ao seu funcionamento. Para que as metas sejam alcançadas na gestão ambiental à qual Portugal está sujeito, o nosso País está submetido a um programa até 2020 para que sejam cumpridas os objetivos e metas na gestão dos resíduos, o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (**PERSU 2020**), inserido no (**PORTUGAL 2020**).

2.1 PORTUGAL 2020

PORTUGAL 2020 trata-se do acordo de parceria entre Portugal e a Comissão Europeia que reúne a atuação dos 5 Fundos Europeus Estruturais e de Investimento - FEDER, Fundo de Coesão, FSE, FEADER e FEAMP - no qual se definem os princípios de programação que consagram a política de desenvolvimento económico, social e territorial para promover, em Portugal, entre 2014 e 2020. No âmbito da gestão ambiental, trata-se do POSEUR – Programa de Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos, sendo que está previsto um investimento neste programa, conforme consta no PERSU 2020, nas seguintes prioridades:

Prioridades PERSU 2020	Valor estimado (M€)
Aumento das retomas de recicláveis por recolha seletiva	120
Aumento da eficiência e da produtividade das instalações existentes	50
Conversão de instalações existentes: adaptação de TMs em TMBs e Novas infraestruturas de preparação para a reutilização e reciclagem de resíduos urbanos, incluindo valorização orgânica	90
Outras medidas (I&D, projetos piloto, capacitação, estudos, escoamento de sub-produtos, como o biogás)	60
Total	320

Figura 7- Investimento previsto PERSU 2020

São elegíveis dentro deste programa as seguintes tipologias:

- Ações para a prevenção da produção e perigosidade dos resíduos, nomeadamente através da atuação a montante, com promoção do consumo e produção sustentáveis e da reutilização de materiais;
- Programas e equipamentos com vista ao aumento da quantidade e qualidade da reciclagem multimaterial, nomeadamente através de: reforço das redes de recolha seletiva existentes; otimização e reforço das infraestruturas de triagem multimaterial; introdução de soluções alternativas e inovadoras que permitam aumentar significativamente a participação dos cidadãos e a eficiência dos sistemas de recolha e reciclagem multimaterial (recolha porta-a-porta, sistemas pay-as-you-throw – PAYT, novas soluções);
- Investimentos com vista ao aumento da valorização orgânica de resíduos, através do reforço, otimização e reconversão do tratamento mecânico e biológico atualmente instalado, e do apoio a sistemas e iniciativas de recolha seletiva de resíduos urbanos biodegradáveis (RUB), de compostagem doméstica de RUB e de valorização do composto;
- Investimentos com vista à erradicação progressiva da deposição direta em aterro, através do reforço e otimização da recolha seletiva e do tratamento mecânico e biológico instalado, e da selagem dos aterros, com recuperação ambiental e valorização energética do biogás;

- Investimentos com vista ao desvio de aterro dos refugos e rejeitados das unidades de tratamento mecânico e biológico de RU, passíveis de valorização energética, nomeadamente através do seu processamento e transformação em Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR);
- Programas E iniciativas que contribuam para o desenvolvimento de mercados sólidos para as matérias-primas secundárias (recicláveis) e combustíveis secundários (refugos, rejeitados e CDR);
- Programas E investimentos com vista à redução de emissões de GEE das atividades de recolha e gestão de resíduos e à captação e valorização do biogás produzido nas infraestruturas do setor;
- Investimentos tendentes à melhoria da eficácia e capacidade institucional e operacional do setor, assegurando a sustentabilidade dos diferentes agentes; o reforço legal, regulatório e fiscalizador; a responsabilização e capacitação técnico-financeira dos sistemas de gestão de resíduos e dos municípios; e a melhoria na informação e reporte de dados;
- Investimentos com vista à integração (para otimização) da recolha seletiva e indiferenciada, à partilha de infraestruturas e serviços e à certificação das instalações e dos sistemas/serviços de gestão de resíduos (incluindo as obras de construção de novas infraestruturas), segundo normas internacionais de gestão da qualidade (ISO 9001) e gestão ambiental (ISO 14001 ou EMAS);
- Ações de educação e sensibilização com o enfoque nos primeiros patamares da pirâmide de gestão de resíduos (prevenção, reutilização e reciclagem);
- Ações de acompanhamento no terreno, capacitação e comunicação essenciais para a concretização efetiva do Plano de Ação do PERSU 2020, com monitorização regular, para o cumprimento de metas e obrigações legais junto de todas as partes interessadas (sistemas, municípios, entidades, empresas e cidadãos), e para o pleno cumprimento das metas e legislação nacional e comunitárias aplicáveis ao país.

2.2 PERSU 2020

A gestão ambiental, nomeadamente a nível de resíduos ainda está muito aquém das expectativas. No entanto, tem havido um esforço para que os mesmos sejam tratados convenientemente por parte dos responsáveis políticos e uma crescente sensibilização da população em geral. Existem diversas Unidades já implantadas no nosso País, como no caso particular da ETVO para tratamento de resíduos diferenciados. A otimização destas unidades é bastante importante, pois permitirá a possível sustentabilidade das mesmas com a valorização de matérias-primas inerentes ao seu funcionamento. Para que as metas sejam alcançadas na gestão ambiental à qual Portugal está sujeito, o nosso País está submetido a um programa até 2020 para que sejam cumpridas os objetivos e metas na gestão dos resíduos, o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos (PERSU 2020). Este plano visa combater o desperdício e a valorização dos resíduos em Portugal cumprindo as regras comunitárias a que o nosso País está sujeito. No caso particular dos resíduos orgânicos, o qual incide a envolvente do estágio, o PERSU 2020 prevê um aumento da capacidade de valorização orgânica e diz que a mesma não poderá ser atingida apenas com o aumento da reciclagem material, já que a própria definição da meta tem em conta os resíduos biodegradáveis. Após uma fase de grande expansão da capacidade instalada de valorização orgânica, os novos investimentos que resultem da aplicação do PERSU 2020 devem ser pontuais e em linha com o princípio da utilização eficiente dos recursos disponíveis (nomeadamente infraestruturas) e o princípio da distribuição proporcional do esforço entre os sistemas de gestão de RU. Neste sentido, apesar da não definição de opções tecnológicas para os sistemas, a análise integrada do sistema nacional como um todo, o conhecimento do ponto de partida e plano de investimentos de cada sistema e o diálogo estabelecido com os sistemas no âmbito dos trabalhos do PERSU 2020, permitiram concluir sobre um conjunto de sistemas e equipamentos passíveis de reforçar a valorização orgânica, melhorando o desempenho individual dos sistemas e global nacional, no sentido do cumprimento das metas de preparação para reutilização e reciclagem e de desvio de RUB de aterro. No âmbito dos sistemas multimunicipais participados pela EGF, o aumento da capacidade de valorização orgânica está em linha com o compromisso daquela empresa em assumir o cumprimento da sua quota-parte das metas através de uma afetação às suas participadas, tendo em conta as capacidades unitárias mais económicas, o afastamento de

cada empresa face às metas nacionais, a robustez económica e capacidade de endividamento e financiamento de cada empresa, bem como a capacidade de acomodar os aumentos de tarifa decorrentes de novos investimentos, pelo que previram-se aumentos de capacidade de valorização orgânica em três sistemas com participação da EGF. Na Algar e na Resulima prevê-se que este aumento seja feito em combinação com as instalações já previstas de tratamento mecânico. No caso da Valorsul, o aumento de capacidade é feito através da instalação de um equipamento de tratamento mecânico-biológico.

Sistema	Tipologia de equipamento	Descrição	Capacidade
Algar	Tratamento Biológico	Adição de linha de tratamento biológico a instalação de TM	110 kt RU /a
Resulima	Tratamento Mecânico-Biológico	Conversão de projeto de TM em TMB	110 kt RU /a
Valorsul	Tratamento Mecânico-Biológico	Construção de instalação de TMB	120 kt RU/a

Tabela 1 - novos equipamentos de valorização orgânica previstos

3. Estação de Tratamento e Valorização Orgânica

3.1 Apresentação

A ETVO é uma Unidade pertencente à empresa Valorsul, onde são processados restos de comida de algumas das cantinas, restaurantes e mercados da área metropolitana de Lisboa (norte), ou seja, são tratados e transformados em corretivo agrícola orgânico, sem aditivos químicos, para utilização na agricultura e jardinagem. Através do processo de "digestão anaeróbia" é possível captar o gás da fermentação (biogás) e utilizá-lo na produção de energia elétrica.



Figura 8 - Vista Aérea da ETVO

Este projeto visa tratar o mais possível, dentro da realidade do nosso país os resíduos orgânicos de modo a que o seu impacto seja reduzido o mais possível. É importante que este tipo de resíduo seja o mais livre de contaminantes antes de ser depositado nesta unidade, tal não acontece nas melhores condições por várias questões desde educação ambiental, sensibilização da sociedade, meios disponíveis para tal, etc. Apesar de tudo isto, a alimentação da ETVO é previamente selecionada e orientada para otimizar este tipo de resíduo. As suas características gerais são apresentadas no quadro seguinte:

Área ocupada:	3 ha
Origem dos RSU:	Restaurantes, cantinas, mercados, hotéis e outros centros produtores.
Resíduos aceites/tratados:	Resíduos orgânicos
Produtos tratados e valorizados:	Energia elétrica bruta (kWh/ano): 8.000.000 - 12.000.000 Autoconsumo elétrico (kWh/ano): 4.000.000 - 6.000.000 Composto (Mg/ano): 9.800 - 14.700
Processo de tratamento:	Digestão anaeróbia.
Capacidade máxima de processamento:	40.000 toneladas por ano numa primeira fase; 60.000 toneladas por ano numa segunda fase.
Data de entrada em funcionamento:	3 de fevereiro de 2005

Tabela 2 - Características Gerais ETVO

3.2 Funcionamento

A ETVO tem como objetivo o tratamento e valorização de resíduos orgânicos através de processo tecnológicos que permitam que estes resíduos sejam tratados convenientemente e consequentemente evitar a sua deposição em aterros ou na CTRSU. Pretende-se também uma otimização de todo o processo de modo a haver, um aproveitamento do Biogás produzido para produção de energia elétrica, evitando a queima deste para a atmosfera e do composto produzido para posterior aproveitamento agrícola. Este tipo de unidade possui ainda custos consideráveis laterais para o seu correto funcionamento, pelo que é de todo o interesse que a otimização da mesma seja contínua, respeitando o ambiente e uma procura incessante de redução de custos e aproveitamento de recursos. De seguida é dada uma visão geral do seu funcionamento e mais à frente, mais específica.

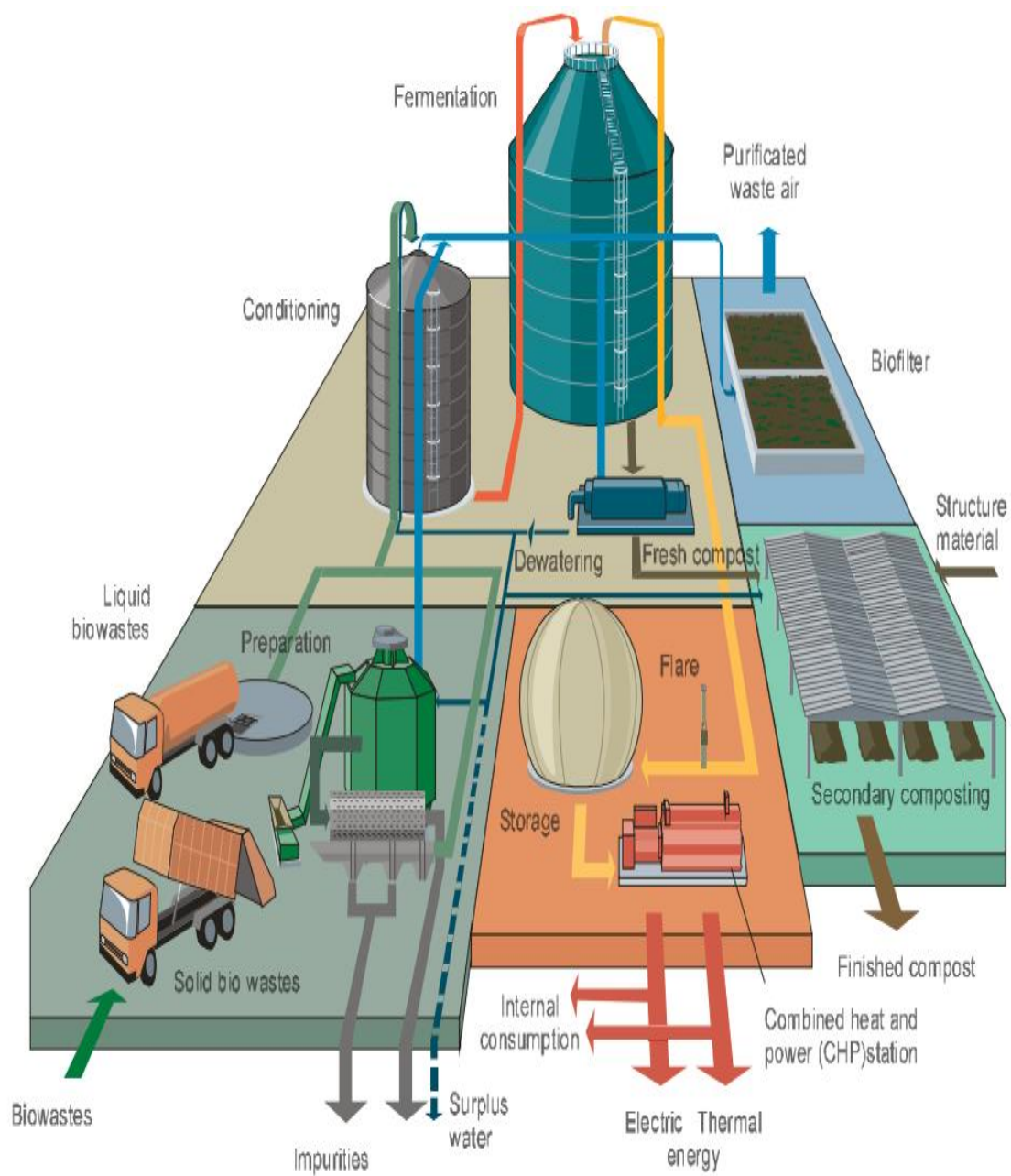


Figura 9 – Layout ETVO

3.2.1 Fluxograma

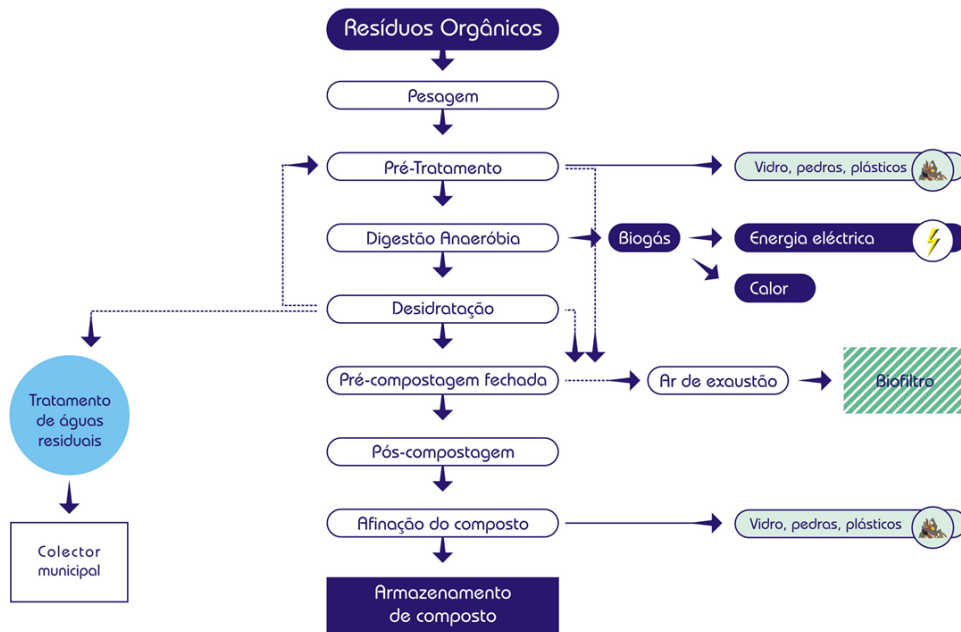


Figura 10 - Fluxograma Funcionamento

3.2.2 Descrição geral do processo

Os resíduos são descarregados a partir de áreas de descarga (halls de receção), confinadas e dotadas de portas duplas de isolamento adequadas ao acesso de viaturas e com extração de ar para controlo de emissão de odores. Segue-se um pré-tratamento dos resíduos, com o objetivo de remover materiais indesejáveis (vidros, pedras, plásticos, etc.), trituração e mistura com água de processo. A polpa assim obtida é submetida a uma fase de hidrólise e de seguida bombeada para dois reatores de digestão anaeróbia. O biogás produzido é conduzido e armazenado num reservatório com uma capacidade de 2150 m³ e posteriormente utilizado em dois motogeradores, com uma potência nominal de 836 kW cada, para a produção de energia elétrica. Após um período médio de 22 dias nos digestores, o produto digerido é desidratado por centrifugação e passa a uma fase de pré-compostagem em túnel fechado, com arejamento forçado, seguindo-se uma pós-compostagem (maturação) em área aberta, coberta. O período total de retenção é de 12

semanas (2 semanas em pré-compostagem e 10 semanas em maturação). Todo o ar contaminado da instalação é recolhido e tratado em bio filtros, com o objetivo de evitar a propagação de odores na ETVO e na vizinhança. Não sendo o objetivo do estágio, mas para um maior enquadramento do mesmo, é apresentado uma descrição sucinta em termos de processo tanto mecânico como químico na figura seguinte:

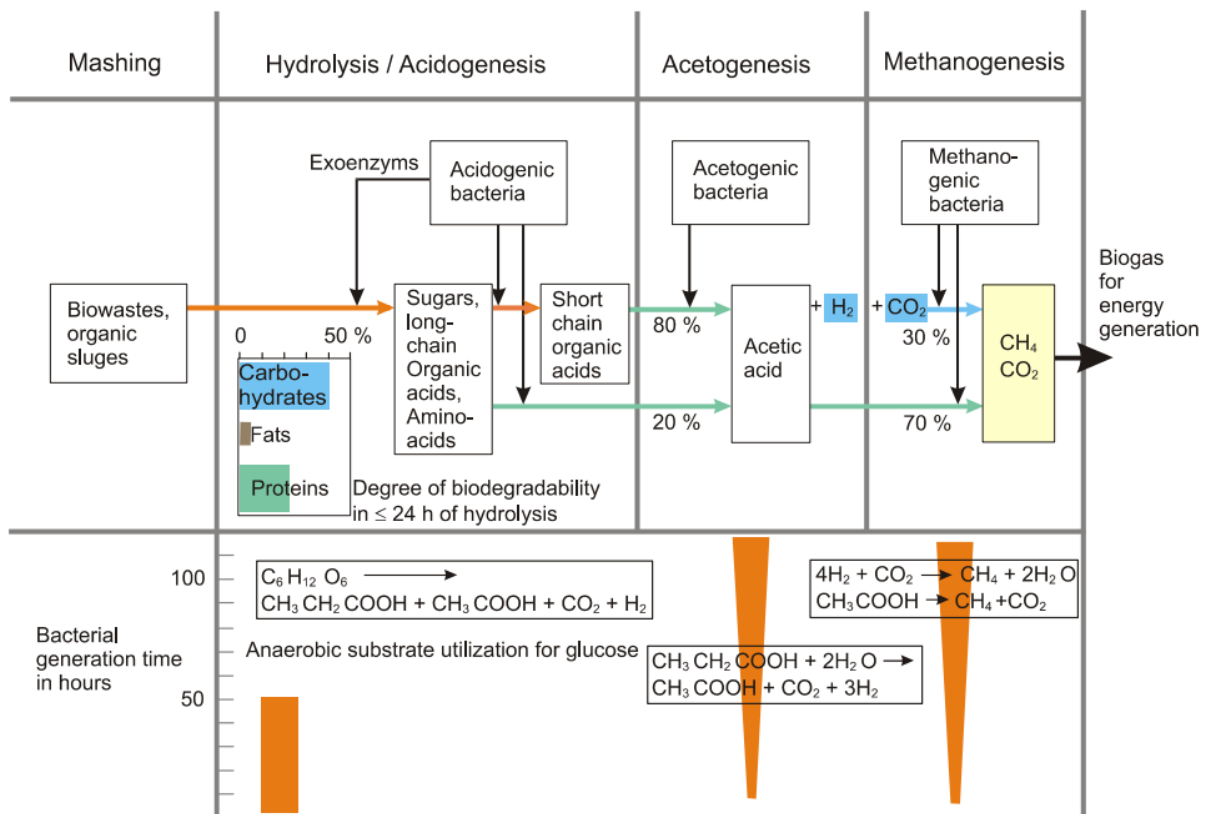


Figura 11 – Descrição química do processo

3.2.3 Áreas do Processo

A ETVO compreende as seguintes áreas:

- a) Receção e pré-tratamento dos resíduos;
- b) Hidrólise;
- c) Digestão anaeróbia;
- d) Valorização de biogás (produção de energia elétrica);
- e) Compostagem;
- f) Estabilização e afinação do composto;
- g) Armazenamento de composto;
- h) Pré-tratamento de efluentes líquidos
- i) Pré-tratamento de odores

3.2.4 Descrição específica do Processo

Os resíduos biodegradáveis são recolhidos seletivamente, entre outros, em restaurantes, cantinas e mercados e transportados até à ETVO. À entrada da unidade os camiões são pesados e realizado o respetivo registo, dirigindo-se em seguida para os cais de descarga. A partir destes cais são efetuadas as descargas dos resíduos orgânicos para duas fossas de receção. A área onde estão inseridos o cais de descarga é designada por área de receção de resíduos ou simplesmente Receção e é constituída por 5 portas seccionais que permitem o acesso aos cais de descarga e duas portas que permitem o acesso ao hall de caracterização física de resíduos. As portas 1, 2 e 3 permitem o acesso à fossa na linha de secos e as portas 6 e 7 à fossa na linha de húmidos. Entre as portas seccionais e cada uma das fossas, existem ainda portas rápidas que dão acesso direto às fossas, criando-se assim uma área de 9,5x6m com extração de ar adequada, garantindo o controlo de odores. O ciclo de abertura e fecho das portas deveria estar automatizado, mas neste momento funcionam em manual devido a problemas inerentes ao seu uso diário e para própria segurança de pessoas e equipamentos. Os resíduos orgânicos depositados na fossa B1031 são transportados por um

conjunto de três transportadores de parafuso (B1031A/B/C) cuja cama é tem uma malha de crivo (150x60mm) por onde passam os resíduos orgânicos de menor dimensão. Os resíduos de maior dimensão (maioritariamente constituídos por sacos plásticos, matéria orgânica e outros contaminantes) são transportados para a linha de secos. Os resíduos que passam através da malha de crivo referida, são transportados sucessivamente pelos transportadores de parafuso H1064A/B e H1032, onde é adicionada água de processo, até aos três moinhos de martelos Z1033 A/B/C com crivo de malha de 18 mm e depositados no tanque B1035 e posteriormente bombeados para o tanque de hidrólise. A capacidade de armazenamento da fossa B1030 é de 100 m³ e a capacidade nominal de processamento desta linha é de 10 t/h, sabendo-se que pelo menos cerca de 25% do material (em peso) passa para a linha de secos, juntando-se antes da mesa de triagem. Os resíduos orgânicos depositados na fossa B1003 são transportados por um transportador de piso móvel, designado por walking floor (WF), que alimenta uma mesa de triagem constituída por um transportador de tela em borracha horizontal (H1005) e com velocidade regulável. Na zona de transição entre o WF e o H1005 existe um abridor de sacos (Z1004) que tem também a função de dosar a alimentação de resíduos ao H1005.

Após a cabina de triagem manual, onde são removidos os contaminantes de maior dimensão, bem como fitas e redes, os resíduos passam por um separador de ferrosos (S1007) seguindo-se um triturador (Z1008) e um transportador (H1009) que alimenta com os resíduos já triturados um “Pulper” (R1010). Aqui, os resíduos são misturados com água de processo procedendo-se à sua desfibração, com sedimentação de contaminantes mais pesados (ossos, pedras e cerâmicos). Segue-se um crivo rotativo (F1012), com uma primeira malha de 12x80, e uma segunda zona de crivagem com malha de 4x60 mm. No crivo procede-se à separação de areias, vidro, outros sedimentos, bem como da fração maior que 12x80 mm,, onde se incluem plásticos. A suspensão crivada na 1ª zona é bombeada para o tanque de hidrólise. A suspensão orgânica que sai na 2ª malha do crivo é reenviada ao “pulper”, através do tanque B1029. A capacidade nominal de processamento desta linha é de 8t/h de resíduos orgânicos. Uma grande percentagem dos resíduos apresenta-se acondicionados em sacos plásticos o que prejudica bastante o processo.

ETVO – Estação de Tratamento e Valorização Orgânica



Figura 12 - Recepção de resíduos orgânicos

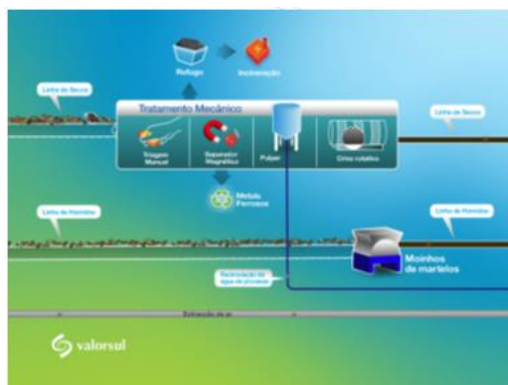


Figura 13 - Pré - Tratamento

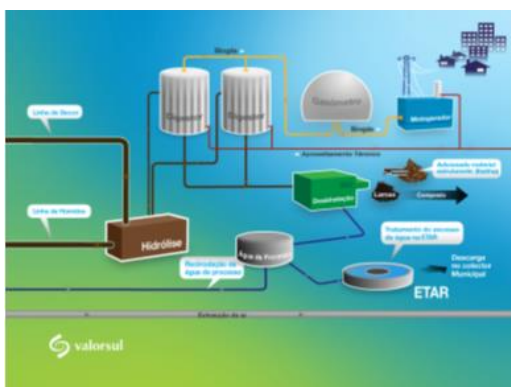


Figura 14 – Hidrólise, Digestão, Cogeração e ETAR

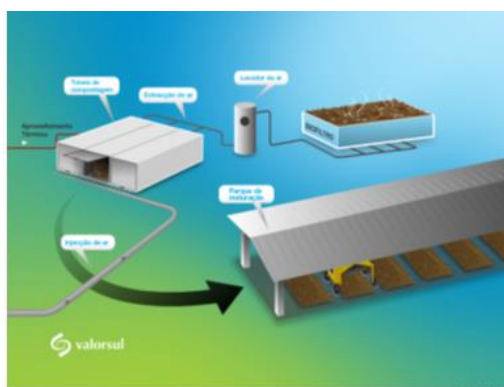


Figura 15 – Desidratação e Túneis de Compostagem



Figura 16 - Maturação e Afinação de Composto

3.3 Descrição Geral do Estágio

O estágio foi realizado essencialmente em trabalho contínuo executando as tarefas inerentes ao processo de operação visando um acompanhamento mais aprofundado com o objetivo de verificação de problemas e melhorias com vista a uma maior otimização de todo o processo. O mesmo foi desenvolvido maioritariamente na Sala de Controlo da ETVO, operando os equipamentos e explorando os que possuem Controlo PID, neste caso controlo clássico. A Unidade tem muitos problemas de diversa ordem, desde ruído, odores, materiais e equipamentos de desgaste rápido, sendo que o maior e ao mesmo tempo mais desafiante é o da heterogeneidade do material que a alimenta, o que provoca a necessidade de melhorias contínuas. Uma analogia que pudemos fazer com esta Unidade é compararmos a mesma com o Corpo Humano, apesar de enzimaticamente não ser igual, no entanto, em termos de resultado é similar, ou seja, é alimentada com material orgânico, produz biogás e composto, similar ao ser humano.

3.4 Equipa de Operação

A equipa Operacional da ETVO opera a Unidade, tendo 2 equipas de operação que funciona entre manhã e tardes, sendo o Domingo dia de descanso obrigatório, operando essencialmente entre as 8H00 e as 23H00. Cada equipa é composta por 4 Operadores de Central, um Chefe de Turno, 3 Operadores de Máquinas e Veículos Especiais e 3 Operadores Semiespecializados. A Unidade está dividida em 3 áreas de Campo e a Sala de Controlo, sendo os Operadores de Central responsáveis por cada uma delas sob o comando do Chefe de Turno.

3.5 Equipa de Manutenção

A equipa de Manutenção da ETVO é composta por cerca de 7 elementos, área elétrica, mecânica e serralharia que funciona de 2ª a 6ª feira em horário normal. A sua área de intervenção é toda a instalação funcionando através de intervenções programadas e intervencionadas em caso de avaria através de ordem de trabalho requeridas normalmente pela equipa de operação. A área de cogeração é operada e intervencionada maioritariamente pela equipa de manutenção elétrica.

3.6 Tarefas de Estágio

O estágio realizou-se num ambiente industrial e de laboração com intervenção na operação de equipamentos, principalmente na sala de controlo com a realização de testes experimentais nos controladores PID na ótica do Operador e no campo o que permitiu o assimilar ideias. Foi operado diversos equipamentos, deteção de avarias e outros problemas, melhorias na instalação e possíveis soluções no âmbito do que existe noutras instalações e mercado. Volta-se a salientar que esta unidade usa tecnologia recente, logo o processo de aprendizagem é contínuo e ao mesmo tempo estimulante. Tornou-se complicado o acesso a toda a informação necessária, além de que é uma instalação em que nem sempre os pontos de vista coincidem e no mesmo empresarial onde está inserido ainda possui aspetos burocráticos e não só que não permitem que as soluções sejam imediatas. Do ponto de vista do estagiário, pretende-se uma análise do processo e contribuir para uma otimização, se possível, nomeadamente na instrumentação industrial em experiências em outras unidades de produção de energia elétrica e não só, assim como com os conhecimentos adquiridos na Licenciatura e Mestrado.

4. Sistemas Distribuídos de Controlo da ETVO

A operação da Unidade funciona em consonância com a manutenção de modo a reduzir os tempos de paragem dos equipamentos e de custos para uma maior otimização do resultado final que se pretende. A Unidade tem os seus equipamentos codificados com determinadas regras como qualquer unidade industrial sendo na Sala de Controlo onde se encontra o DCS.



Figura 17 – Sala de Controlo

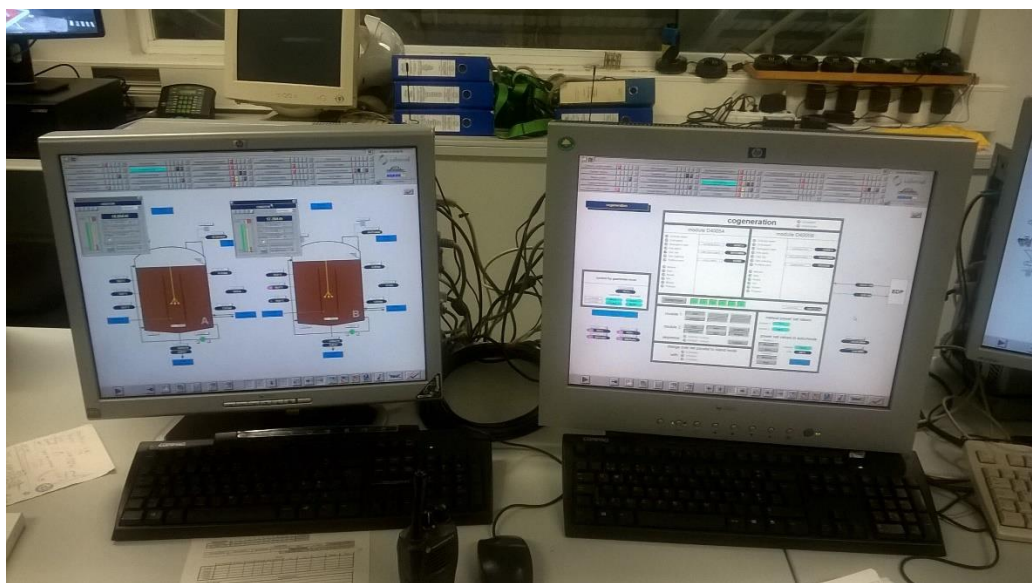


Figura 18 - DCS

4.1 Sala de Controle

A Sala de Controle ou Comando é o local onde se opera remotamente os equipamentos, nem todos, alguns possuem uma PU (process unit), através de uma rede de autômatos baseado no S7 400 da Siemens. A rede é interligada por 3 PLCs com o DCS (distribution control system) por rede Profibus da Siemens.

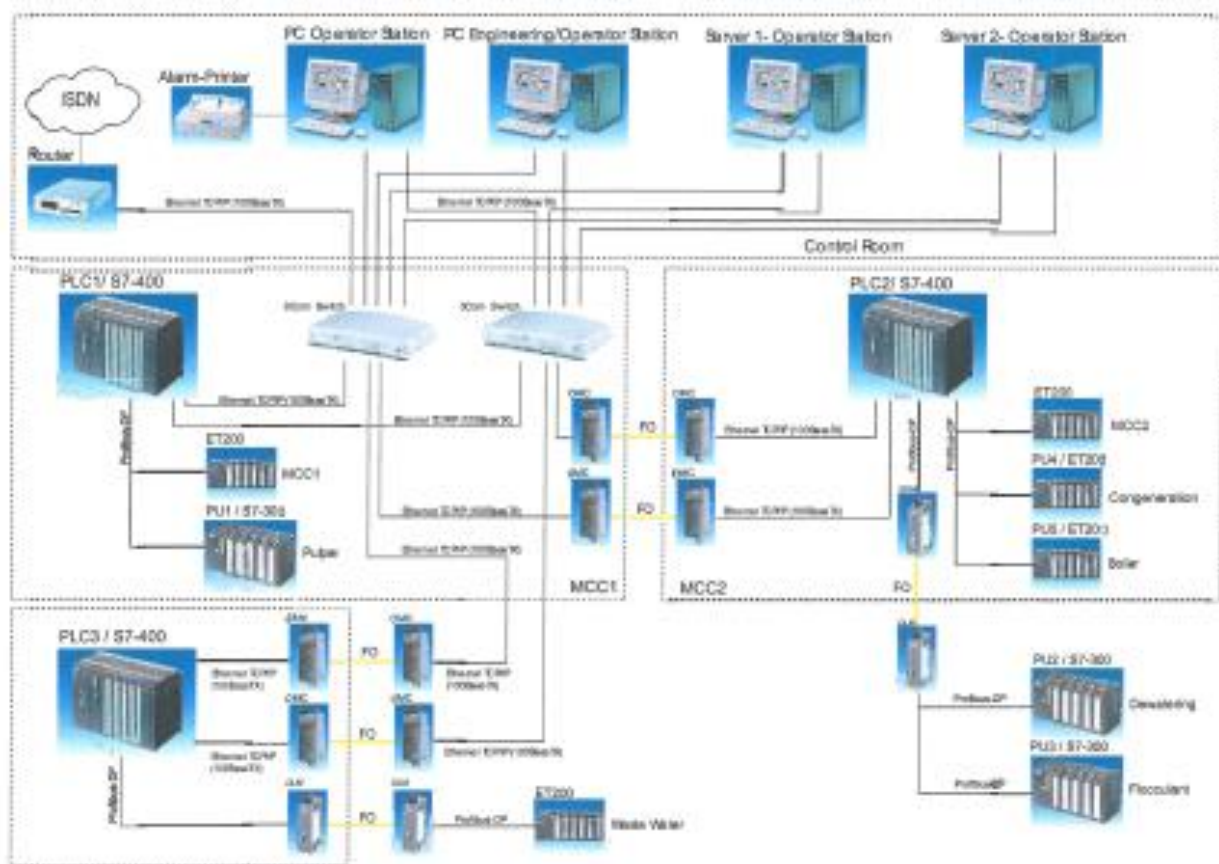


Figura 19-Rede Profibus DCS com PLC s

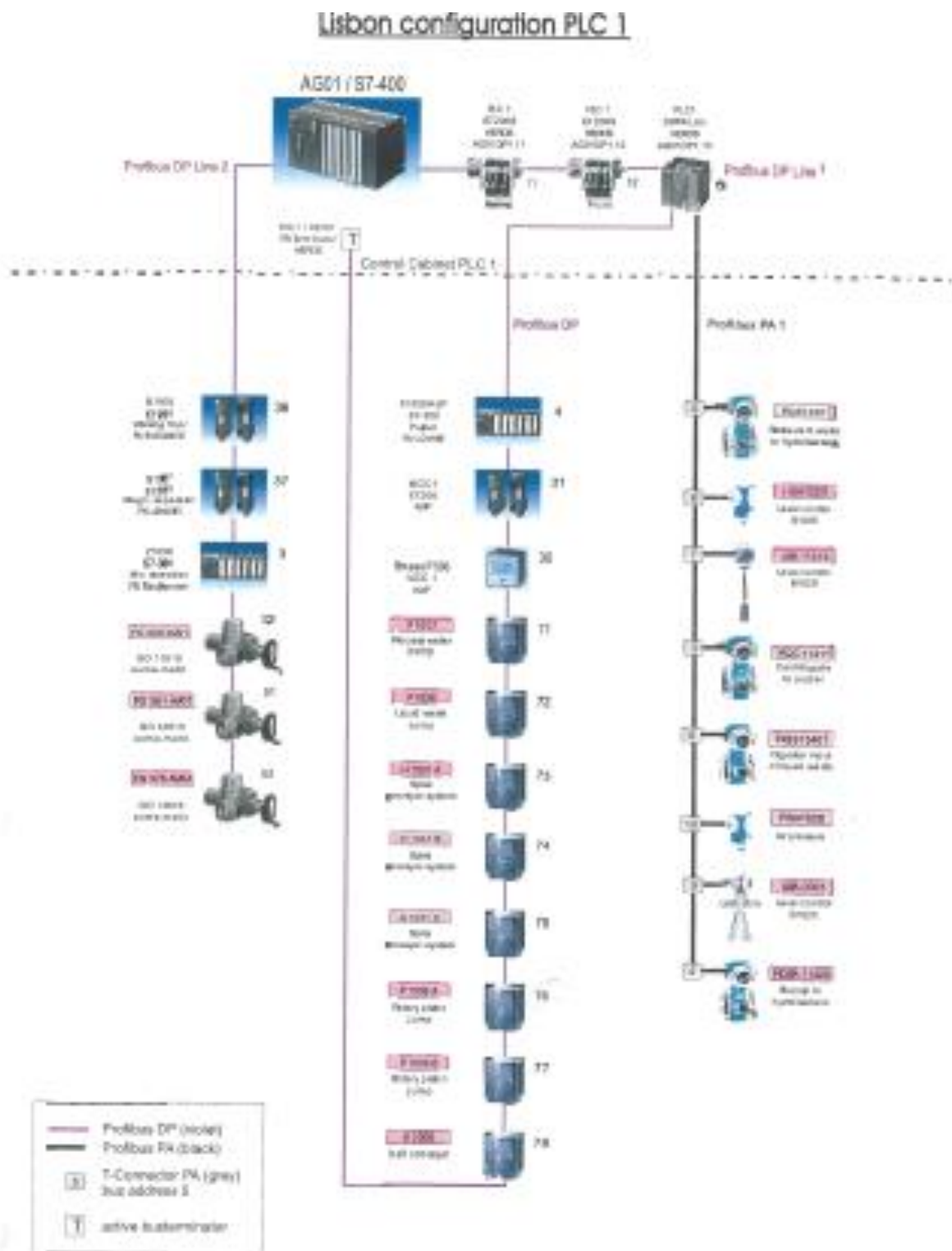


Figura 20- Rede PLC 1

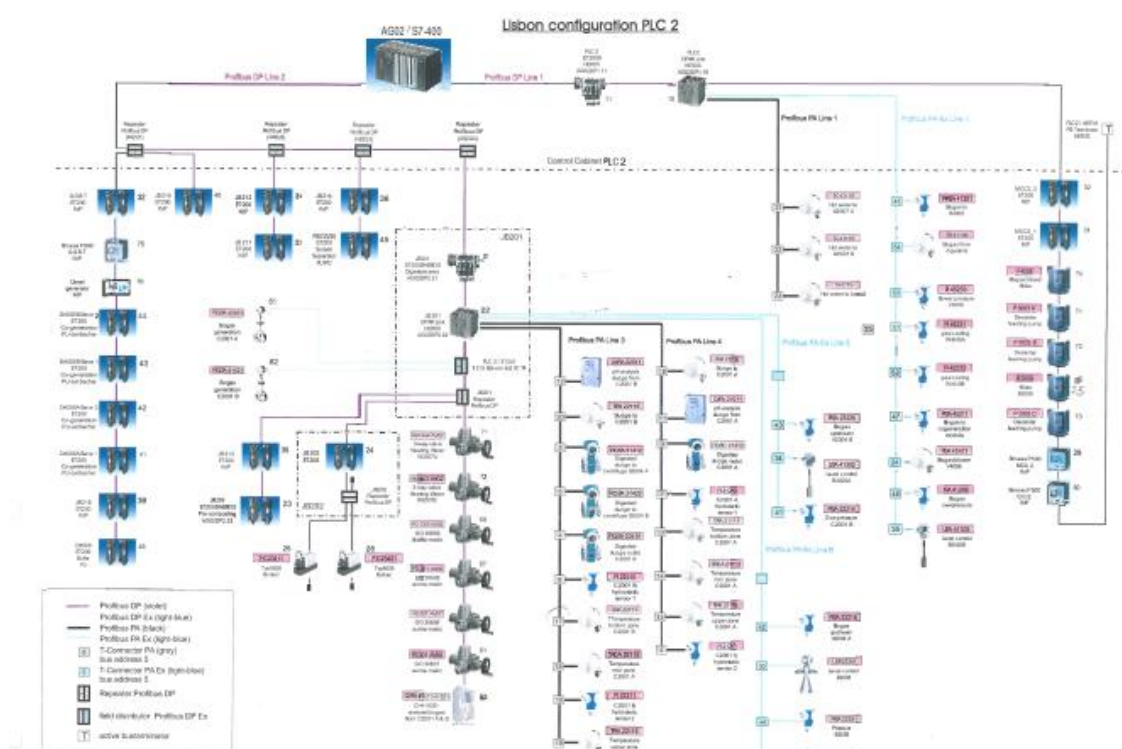


Figura 21 - PLC2

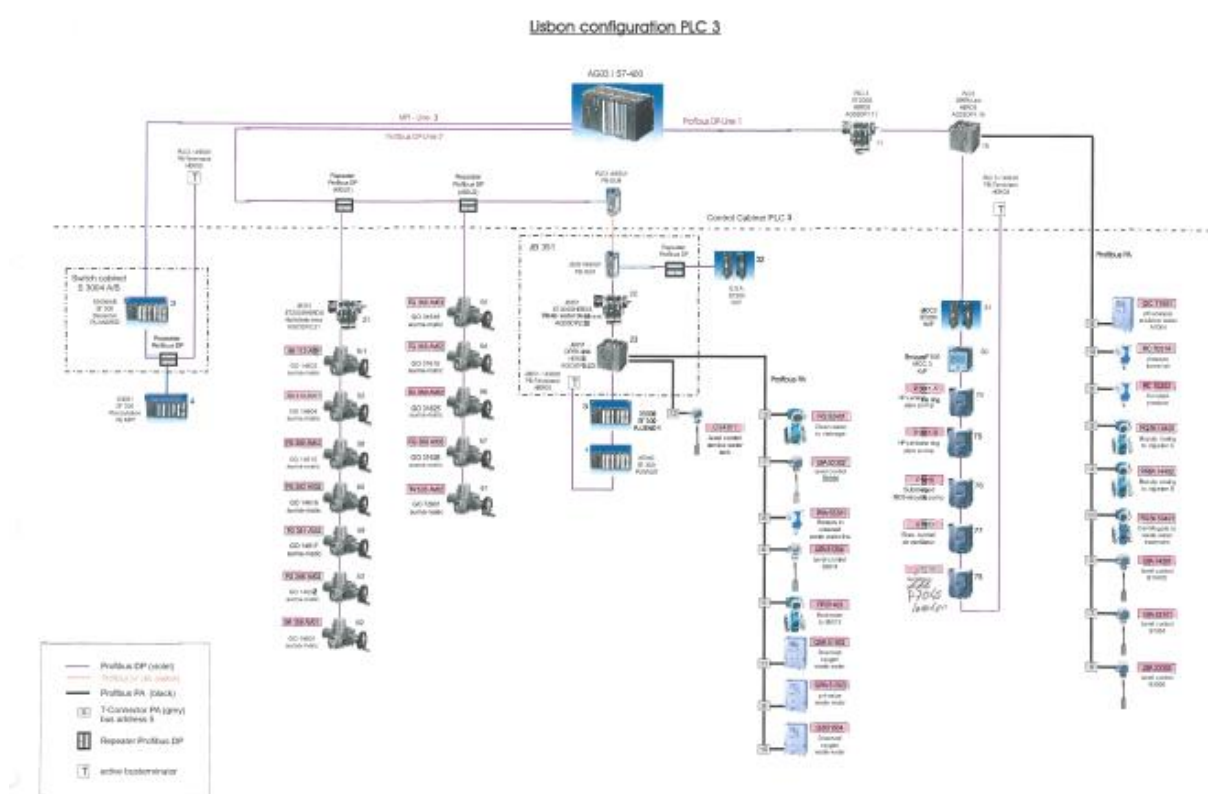


Figura 22 - Rede PLC3

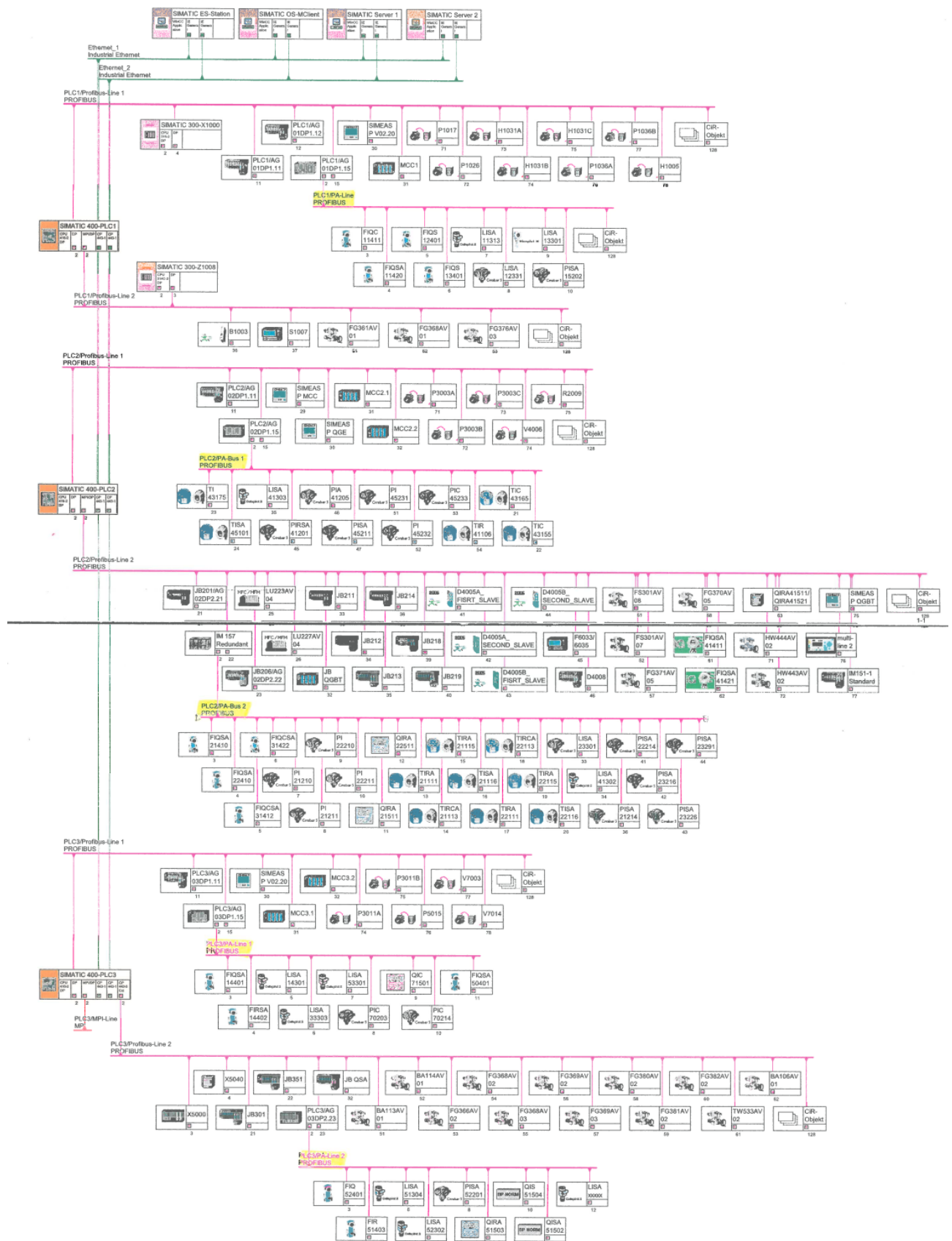


Figura 23- Esquema Geral da Rede Profibus

4.2 Processo 1000

Corresponde aos equipamentos de Recepção e Pré-Tratamento do material orgânico recebido. Tem duas linhas de recepção onde são descarregados o material orgânico, Linha de Húmidos e Linha de Secos. Existem muitos contaminantes, retirados através de uma série de equipamentos.

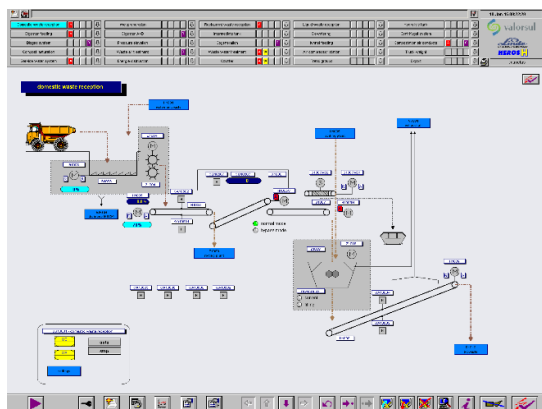


Figura 24 – Recepção e Linha de Secos

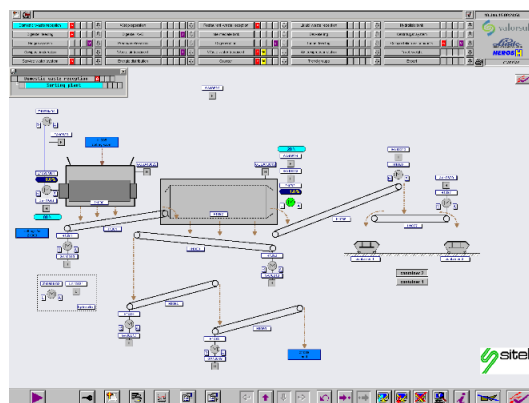


Figura 25 – Linha de Limpeza de Sacos

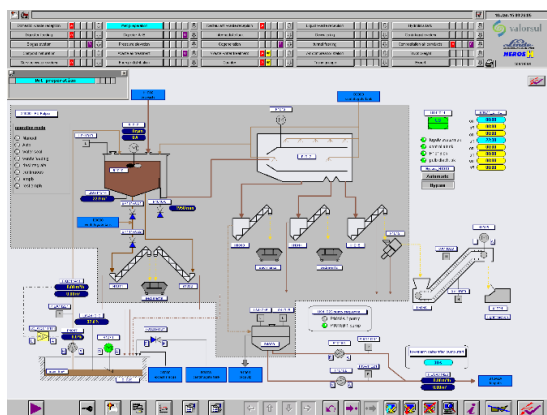


Figura 26 – Pulper

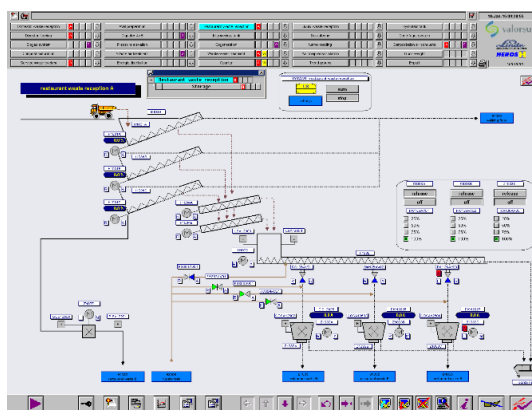


Figura 27 – Linha de Húmidos

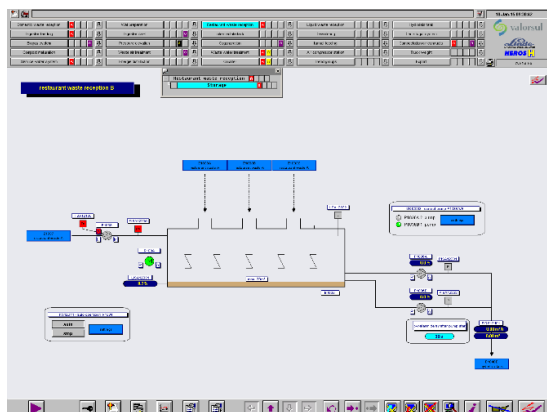


Figura 28 – Tanque de Húmidos

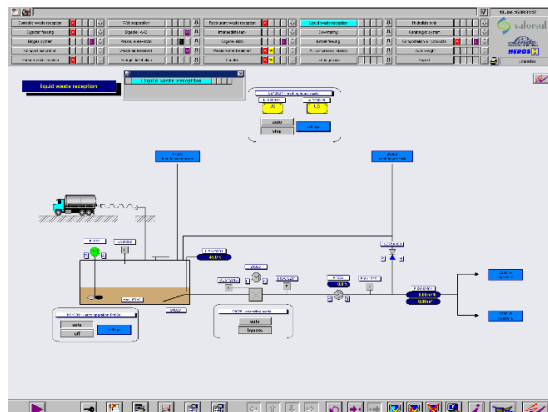


Figura 29 – Tanque de Líquidos

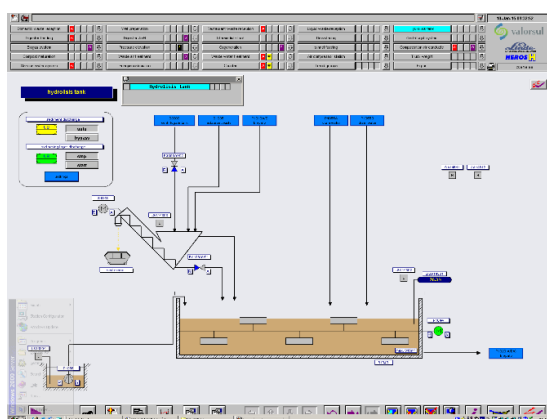


Figura 30 – Tanque Hidrólise

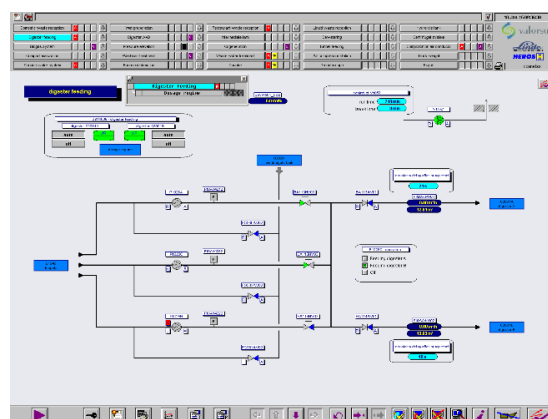


Figura 31 – Alimentação Hidrólise aos Digestores

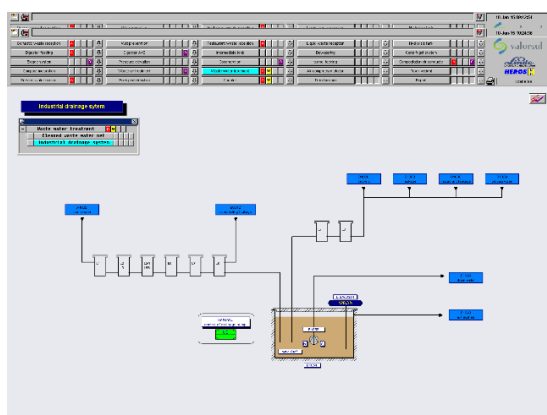


Figura 32 – Tanque de Drenagem

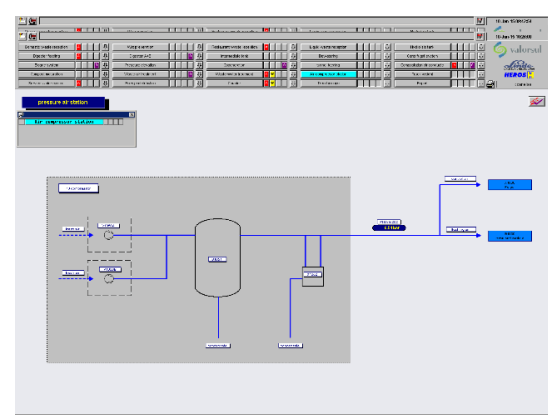


Figura 33 – Estação de Ar Comprimido

4.3 Processo 2000

Aqui, é onde se controla os digestores, circuitos de temperatura, circulação biogás nos digestores. Trata-se de uma zona bastante importante do processo, pois possuem um sistema altamente controlado pois requer bastante estabilidade no sistema e poderá parar toda a instalação.

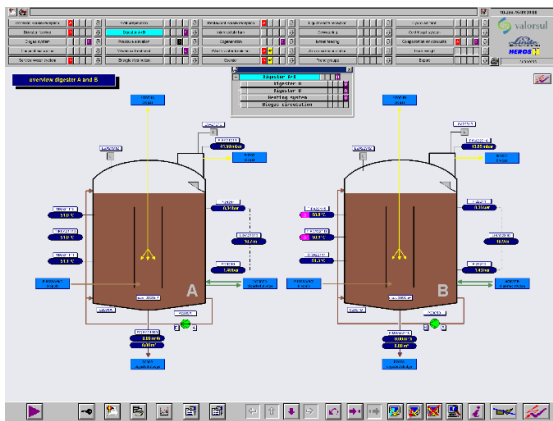


Figura 34 – Digestores Anaeróbicos

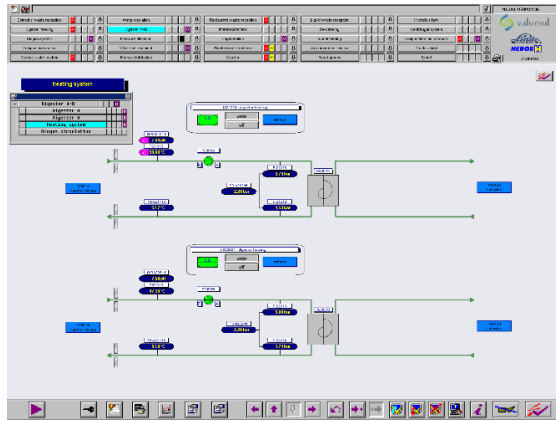


Figura 35 – Permutadores Calor Digestores

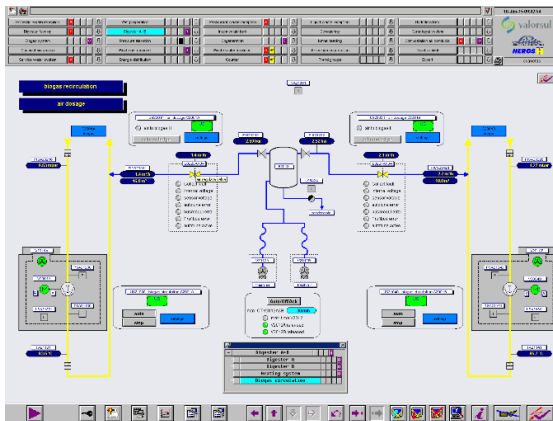


Figura 36 – Sistema Circulação Biogás

4.4 Processo 3000

Tratamento das lamas e biogás dos digestores. Existe um tanque intermédio que serve de buffer aos digestores para o qual se descarrega inferiormente e se efetua descarga de material flotante para posterior alimentação às centrífugas, as quais vão separar as lamas da resultante, sendo essas lamas utilizadas para composto orgânico. A parte líquida realimenta a instalação onde é necessário, o restante vai para a Etar para tratamento.

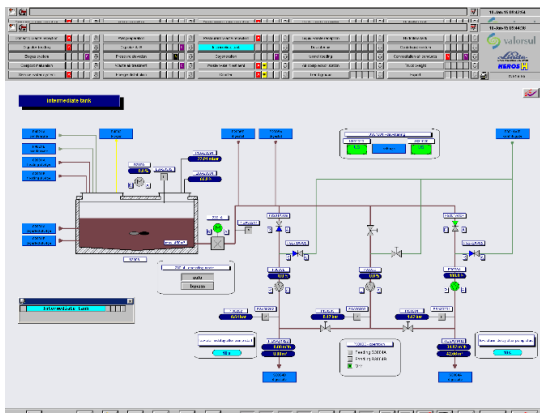


Figura 37 – Tanque Intermédio

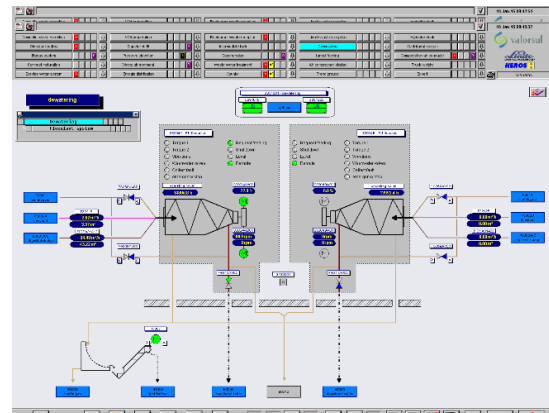


Figura 38 – Sistema de Centrifugação

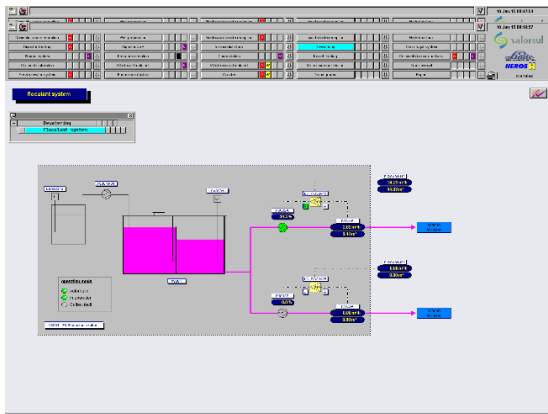


Figura 39 – Estação Floculante

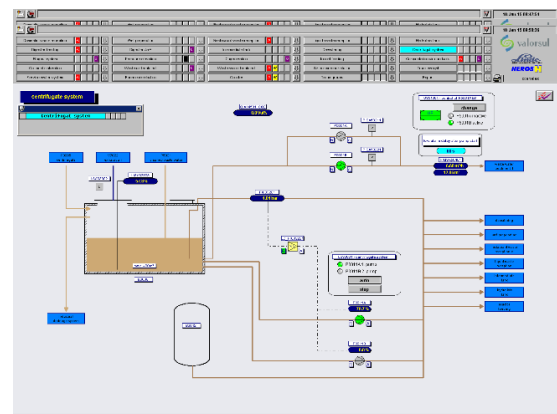


Figura 40 – Tanque Centrifugado

4.5 Processo 4000

Esta área é aquela onde é tratado e monitorizado o biogás resultante do processo anaeróbio dos digestores. Neste processo existe uma flare onde se queima o biogás em excesso ou quando da manutenção dos motogeradores (idealmente deve funcionar o menos possível). Engloba a cogeração, o sistema de pressão de biogás e os condensados criados.

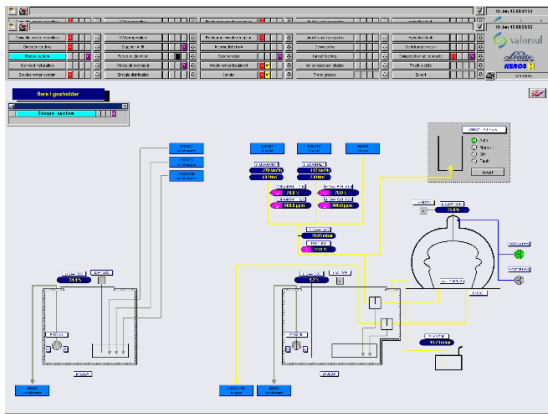


Figura 41 – Flare e Tanque de Condensados

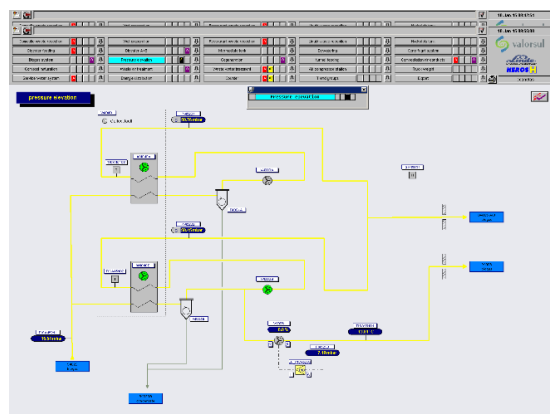


Figura 42 – Sistema pressão Biogás

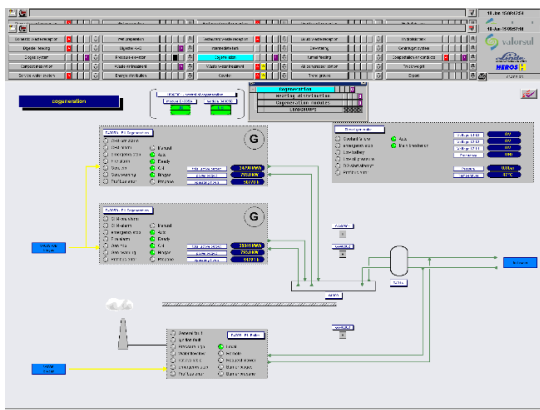


Figura 43 – Sistema Cogeração 1

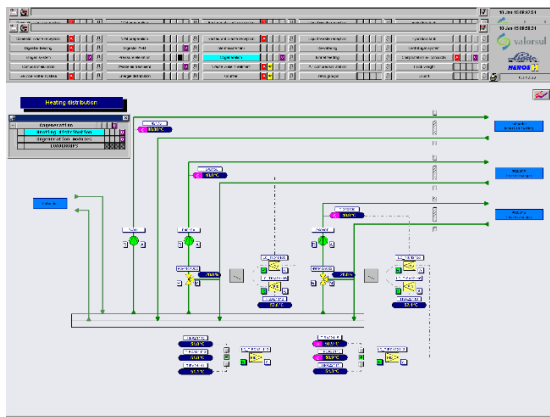


Figura 44 – Sistema Aquecimento

4.6 Processo 5000

Tratamento de águas da instalação, possui uma Torre de refrigeração que mantém a temperatura da Etar dentro de determinados parâmetros, sistema de águas residuais reutilizadas no sistema e restante, depois de tratado vai para o coletor municipal. Esse tratamento é efetuado através de umas membranas com o objetivo de retirar os contaminantes no liquido alimentado na Etar. Possui também um tanque de água de serviço alimentado por um furo e caso necessário, pela rede de águas exterior. Neste tanque está ligado a alimentação de água ao sistema de incêndios e da água de serviço.

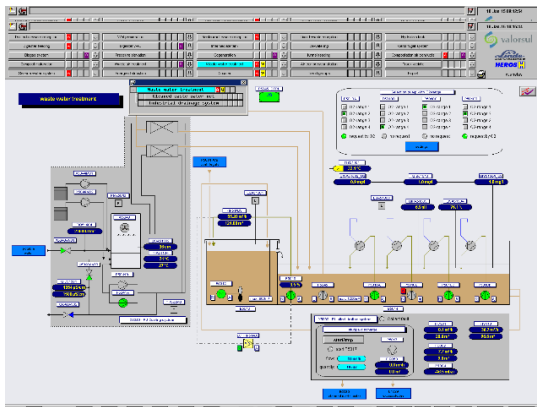


Figura 45 - Etar

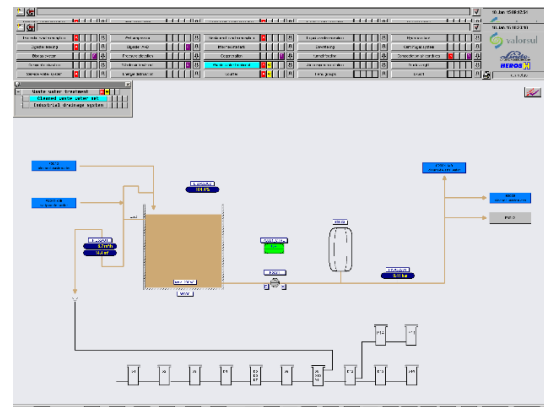


Figura 46 – Sistema Águas Residuais

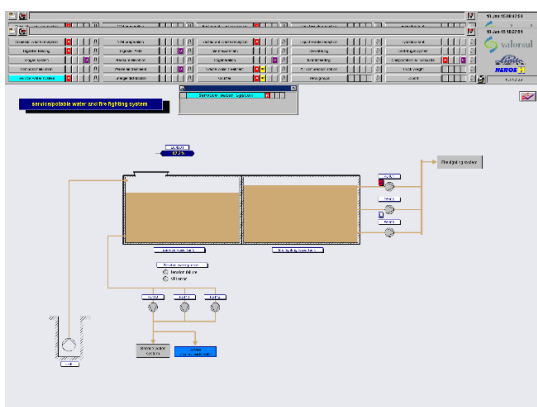


Figura 47 - Sistema de Água de Serviço

4.7 Processo 6000

As lamas geradas pelas centrífugas vão alimentar os túneis de compostagem, neste caso cinco, que depois de cheios e mais ou menos nove dias serão fechados e vão passar por um processo de compostagem sendo posteriormente descarregados para maturar, mais tarde serão afinados para posterior utilização na agricultura e para outros fins.

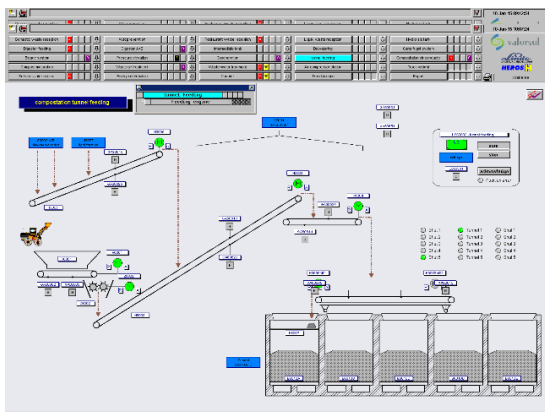


Figura 48 – Alimentação aos túneis compostagem

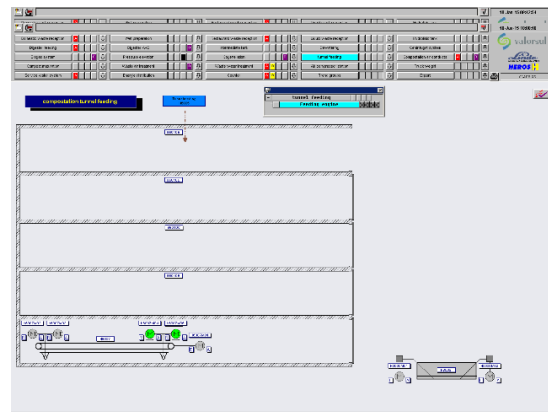


Figura 49 – Vaivém alimentação túneis

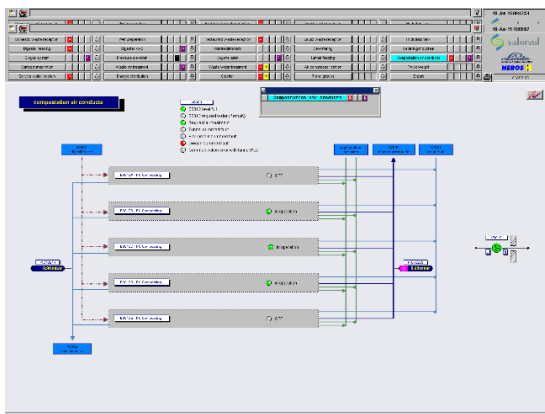


Figura 50 – Túneis de compostagem

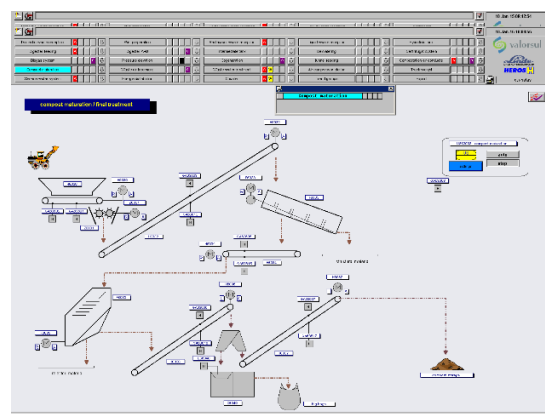


Figura 51 – Sistema de afinação composto

4.8 Processo 7000

Tratamento de ar da instalação com sistemas de ventilação. Aqui o ar é tratado de forma a retirar os contaminantes resultantes do sistema geral da instalação. Possui um sistema de ventilação, um biofiltro aberto e outro fechado.

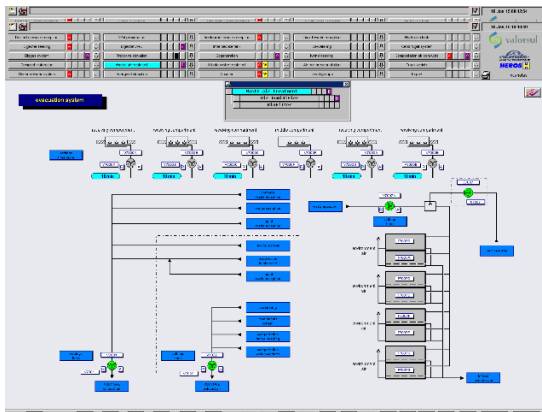


Figura 52 – Sistema ventilação

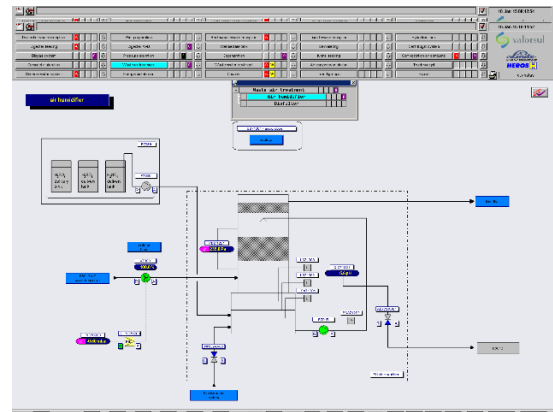


Figura 53 – Sistema de tratamento de ar

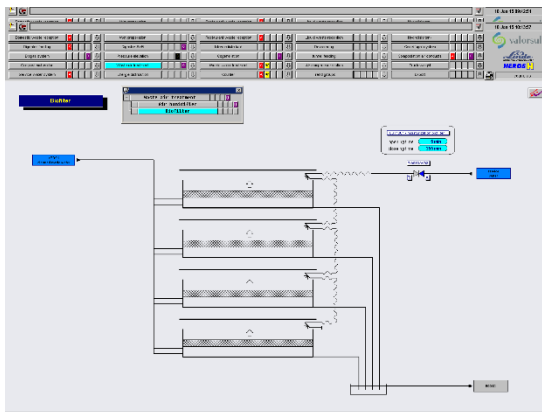


Figura 54 – Biofiltro aberto

4.9 Unidades de Processo PU s

As unidades de processo, chamadas PU, são unidades que pela sua funcionalidade, segurança e operacionalidade, têm a necessidade de serem operadas junto aos equipamentos que são comandados e operados nestas pelos respectivos operadores. São o caso das PU s do sistema do Pulper no pré-tratamento, do sistema de ultra filtração das águas da Etar (Zenon), Torre de arrefecimento e o quadro de comando do sistema de centrifugação. Além destas existem outras além dos respectivos comando locais de cada equipamento. Eis algumas:

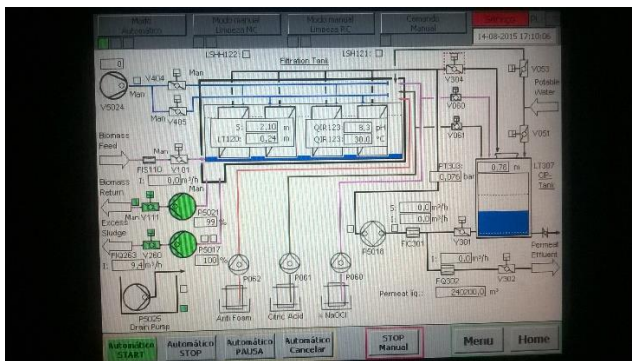


Figura 55 – PU sistema filtração Etar (zenon)



Figura 56 – PU caldeira

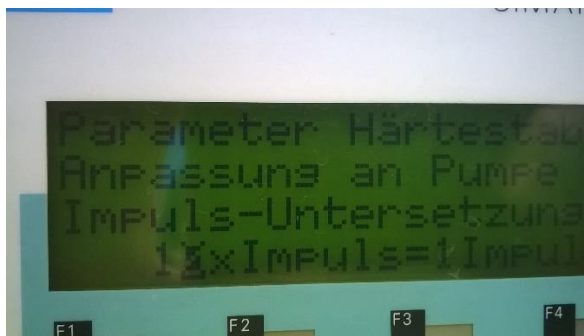


Figura 57 – PU torre arrefecimento



Figura 58 – PU cogeração



Figura 59 – PU Pulper

5. Controladores PID

Existem controladores proporcionais P que não são mais do que um ganho – utilizados quando o regime estacionário e transitório satisfazem o sistema não necessitando compensação dinâmica, proporcionais integrais PI – utilizados para melhorar a resposta do sistema em regime estacionário, proporcionais derivativos PD - utilizados para melhorar a resposta do sistema em regime transitório e proporcionais integrais derivativos PID - utilizados para melhorar tanto resposta do sistema em regime estacionário como transitório. Sendo a instalação um caso prático, não se pretende demonstrar do ponto de vista matemático a sua aplicação, mas sim o que poderá ser feito na prática na ótica do utilizador para melhorar cada sistema. De notar que a sua correta parametrização, além de otimizar, contribui para a poupança e durabilidade dos equipamentos em questão tentando o mais possível a sua estabilidade.

5.1 Teste Controladores PID

Os controladores PID (proporcionais, integrais e derivativos) da instalação usam controlo clássico com controladores industriais analógicos. Inicialmente, a intenção seria efetuar cálculos para um melhor ajuste dos mesmos, desenhar o respetivo diagrama de blocos e otimizar os mesmos. No entanto, não conhecemos a função de transferência de cada sistema e existem fatores variáveis no processo, pelo que é praticamente impossível um ajuste rigoroso e fiável, sendo que o mesmo deverá ser feito através de um processo experimental. O controlo de equipamentos trifásicos é extremamente difícil, requerendo equações e diagramas de blocos bastante complexos, sendo que os equipamentos são ajustados inicialmente por valores de fábrica e posteriormente por experimentação de campo. Entre os tais fatores, enumera-se o ruído, as fugas de material, alteração de densidade, desgaste, heterogeneidade, etc. Atualmente o Controlo de equipamentos é feito através de controladores automáticos com algoritmos já desenvolvidos anteriormente. Na instalação, foram então efetuados testes por método experimental, alterando por tentativas os parâmetros de ajuste usando por aproximação o método em malha fechada de Ziegler Nichols .

5.2 Método de Sintonização em Malha Fechada

Pelo Manual de Controlo do Professor Paulo Coelho, IPT, verificamos que a resposta em malha fechada se obtém experimentalmente a partir de uma estrutura inicial com um controlador proporcional.

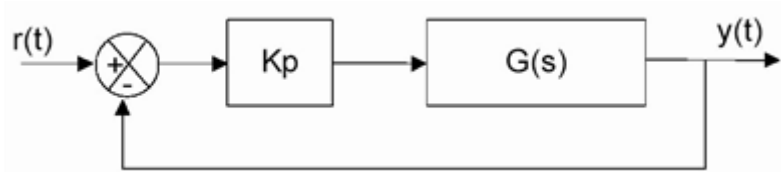


Figura 58 – sistema controlador proporcional

Inicialmente atribui-se um valor a K_p baixo de modo a o sistema ser estável, depois vai-se aumentando até atingir o limite de estabilidade, ou seja, o K^* (K_p crítico). Este valor será o nosso K_p crítico. Neste ponto, o sistema oscila com um período T^* como se demonstra:

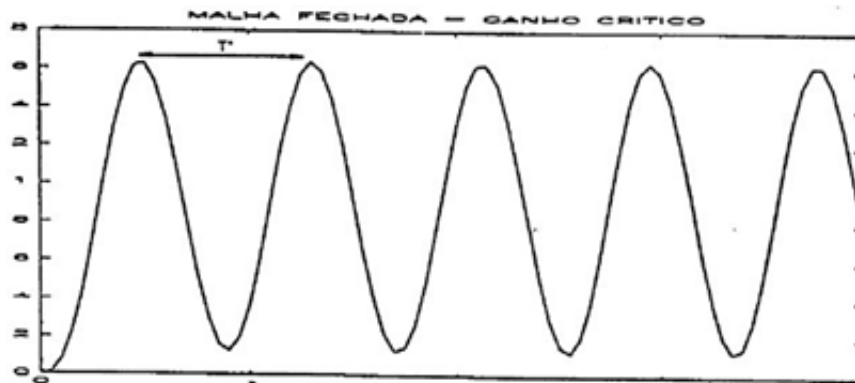


Figura 59 – Período Crítico (retirado do manual de controlo)

Utilizando os valores de K_p e de T^* encontrados, a seguir usamos o método de Ziegler-Nichols em malha fechada, usando a seguinte tabela retirada do Manual de Controle:

	K_p	$T_i = \frac{k_p}{k_i}$	$T_d = \frac{k_d}{k_p}$
P	$0.5 K^*$		
PI	$0.45 K^*$	$0.83 T^*$	
PID	$0.6 K^*$	$0.5 T^*$	$0.125 T^*$

Tabela 3 – Método de Ziegler-Nichols em malha fechada

5.3 Lista Controladores PID

A instalação possui 13 Controladores para controle de temperatura, pressão e caudal, descritos a seguir:

LISTA DE CONTROLADORES PID ETVO						
				PARÂMETROS PID INICIAIS		
CÓDIGO TAG	ZONA PROCESSO	PARÂMETRO	ATUADOR	K_p	T_i (ms)	T_d (ms)
LC_FIQC11411	Pre-Tratamento úmido	Caudal	P1017	5	50000	20
LC_FIS32415	Estação Floculante	Caudal	P3002 A	4	10000	0
LC_FIS32425	Estação Floculante	Caudal	P3002 B	4	10000	0
LC_PIC33201	Sistema de Centrifugado	Pressão	P3011A/B	20	30000	0
LC_PIC45233	Sistema de Pressão Biogás	Pressão	V4006	0,4	6000	1000
LC_TIC43155	Sistema Distribuição Aquecimento	Temperatura	circuito temp	2	100000	10000
LC_TISA21116	Sistema Distribuição Aquecimento	Temperatura	circuito temp	1	150000	50000
LC_TIRCA21113	Sistema Distribuição Aquecimento	Temperatura	circuito temp	0,33	25000	0
LC_TIC43165	Sistema Distribuição Aquecimento	Temperatura	circuito temp	2	100000	10000
LC_TISA22116	Sistema Distribuição Aquecimento	Temperatura	circuito temp	1	150000	50000
LC_TIRCA22113	Sistema Distribuição Aquecimento	Temperatura	circuito temp	0,33	25000	0
LC_PIC70203	Sistema de Tratamento Ar	Pressão	V7003	-8	20000	0
LC_FIR51403	Tratamento de águas residuais	Caudal	P5015	1	15000	0

Tabela 4 – Parâmetros iniciais controladores PID

5.5 Testes experimentais

Os testes e ajustes experimentais nos controladores PID dos equipamentos de campo, como o método utilizado apenas se aplica a sistemas instáveis, ou seja, sujeito a perturbações e ruído, foram efetuados testes em sistemas onde a perturbação é mais acentuada, no caso sistemas de controlo de pressão e caudal, sendo que nos sistemas de aquecimento a resposta é mais lenta e mais estável. Primeiramente, em cada foi desativado os parâmetros no comando do DCS, aumentou-se o ganho até começar a oscilar, mediu-se o período e ganho crítico e aplicou, de seguida aplicou-se por aproximação a tabela 3 anterior. De notar, pelas características de cada controlador, nem todos possuem seleccionados os 3 parâmetros. Não conhecemos a função de transferência dos nossos sistemas, mas podemos resumir os mesmos, pelo descrito no Manual de Controlo na pagina 181 por:

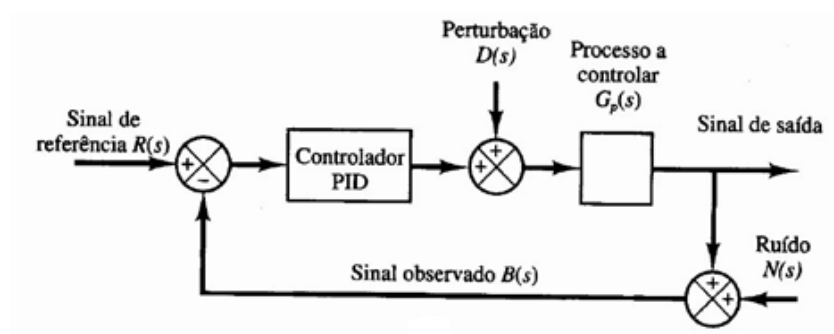


Figura 60 – Sistema Controlado por PID

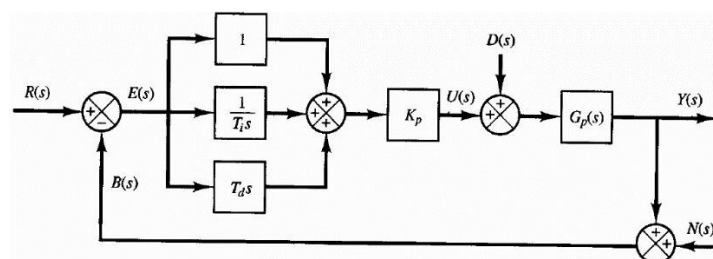


Figura 61 – Diagrama blocos equivalente sistema PID

5.4.1 Bomba P1017

Esta bomba de parafuso tem como função colocar líquido de um tanque (B1029) para o Pulper com a finalidade de adicionar na mistura de material orgânico de modo a obter um determinado produto dentro com determinados parâmetros. É dado um input de valor normalmente entre os 15 e os 40 m^3 e a função do controlador é tentar estabilizar na saída o valor requerido na entrada. No DCS abrimos uma janela semelhante a esta ao clicarmos no controlador PID onde temos acesso aos parâmetros do mesmo.

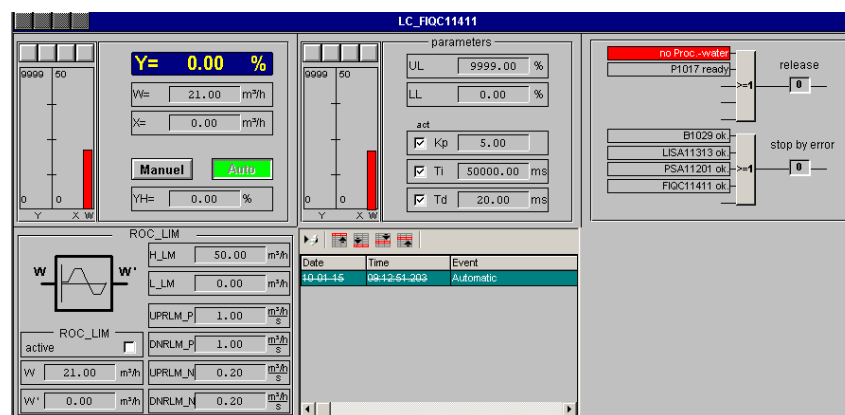


Figura 62 – Controlo Parâmetros PID bomba P1017

Como verificamos, temos acesso aos parâmetros K_p , T_i e T_d . O sistema a controlar

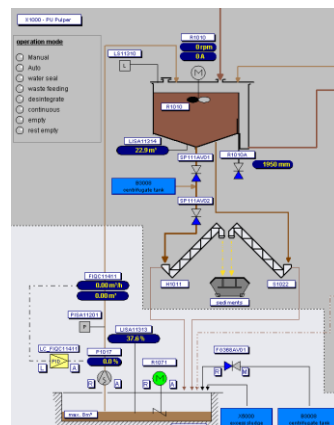
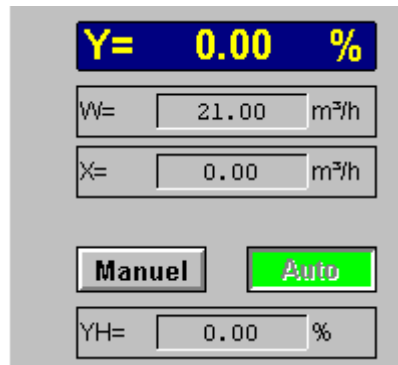


Figura 63 – Alimentação de Líquido através de Bomba P1017

No nosso exemplo, o input solicitado, como se pode verificar, o valor é de 21 m^3 de líquido.



The image shows a control panel interface with a grey background. At the top, a blue rectangular display shows 'Y= 0.00 %' in yellow text. Below this, there are three input fields, each with a label on the left and a unit on the right. The first field is labeled 'W=' and contains the value '21.00' with the unit 'm³/h'. The second field is labeled 'X=' and contains the value '0.00' with the unit 'm³/h'. The third field is labeled 'YH=' and contains the value '0.00' with the unit '%'. Between the second and third input fields, there are two buttons: 'Manuel' in a grey box and 'Auto' in a green box. The 'Auto' button is highlighted.

Figura 64 – Input/Output

Pelo gráfico do caudal da bomba, foi possível observar, que está sempre presente perturbações e ruído, o que torna difícil o seu controlo. Normalmente, temos um leitor de quantidade de caudal e se verificarmos que ao fim de uma hora o seu somatório é de 21 m^3 (neste caso), então o controlador está a funcionar aceitavelmente. No entanto, para garantir o máximo de estabilidade, tenta-se sempre ajustar os valores. Uma dificuldade nos testes é que não conseguimos testar os sistemas em vazio, sem perturbações iniciais, pelo que se torna complicado achar os valores iniciais de ganho crítico K^* e período crítico T^* , estes alteram-se substancialmente. No entanto foi efetuado diversos testes experimentais e ajustando por tentativas até ao sistema ficar o mais estável possível. Nota-se por vezes que os sistemas melhoram por vezes em regime transitório no arranque e não melhoram em regime estacionário acontecendo também o contrário, no entanto tenta-se sempre melhorar os 2 regimes em simultâneo.

Nos gráficos abaixo testámos para os seguintes valores:

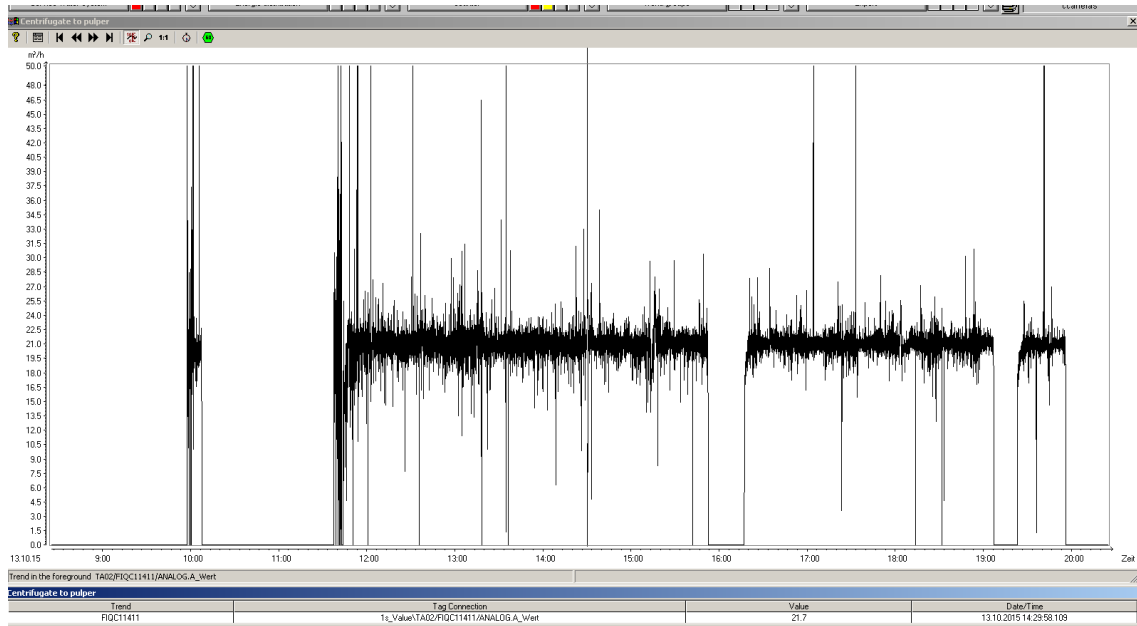


Gráfico 1 – Caudal bomba P1017 para valores de $K_p=0.3$, $T_i=8000ms$, $T_d=2000ms$

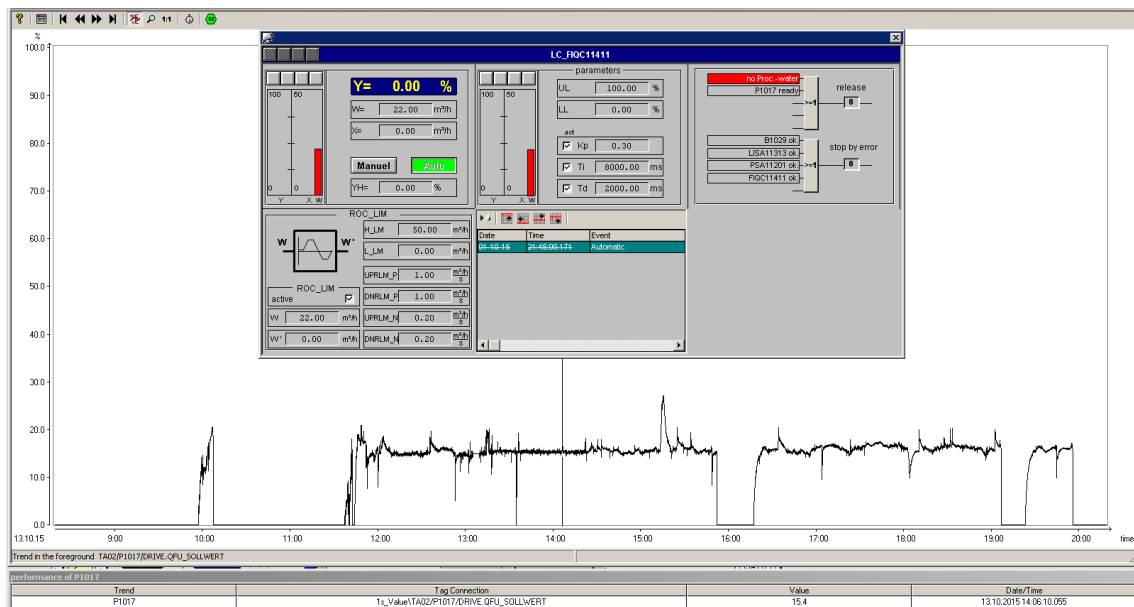
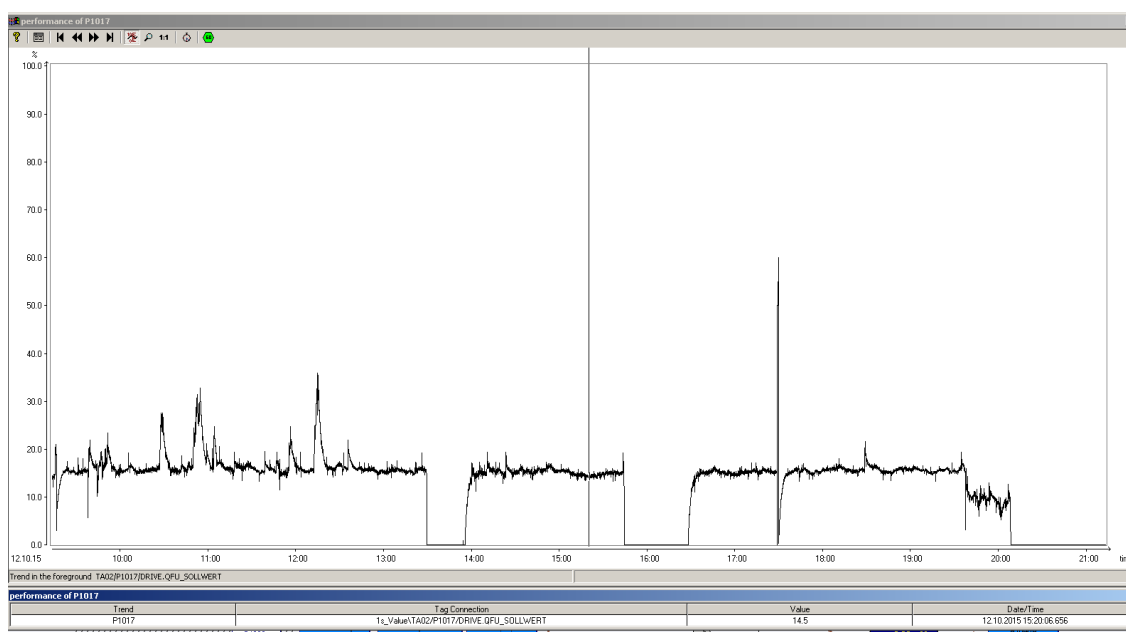
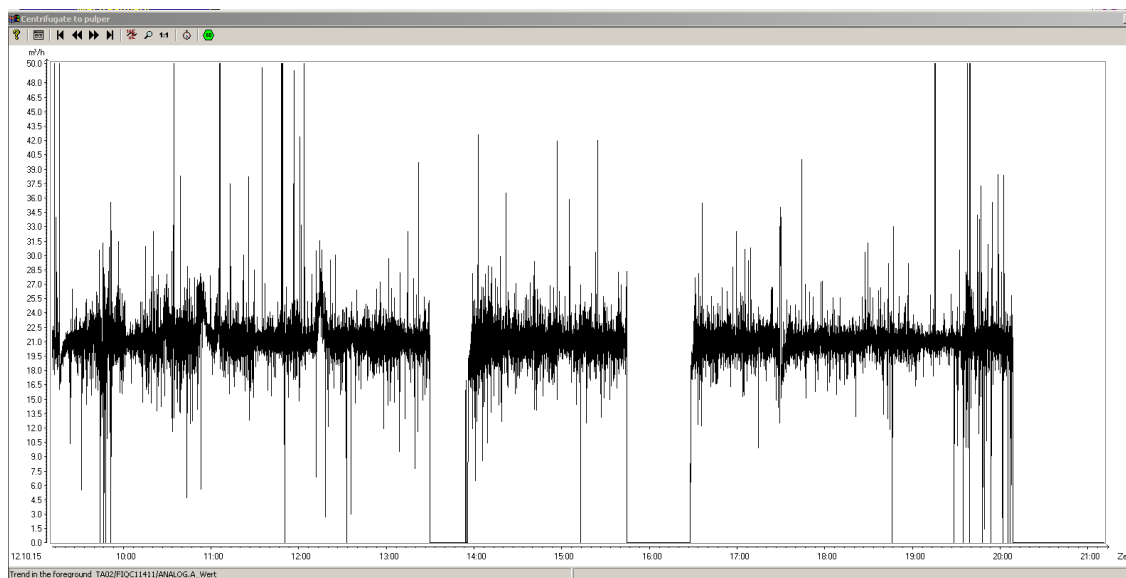


Gráfico 2 – Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=0.3$, $T_i=8000ms$, $T_d=2000ms$



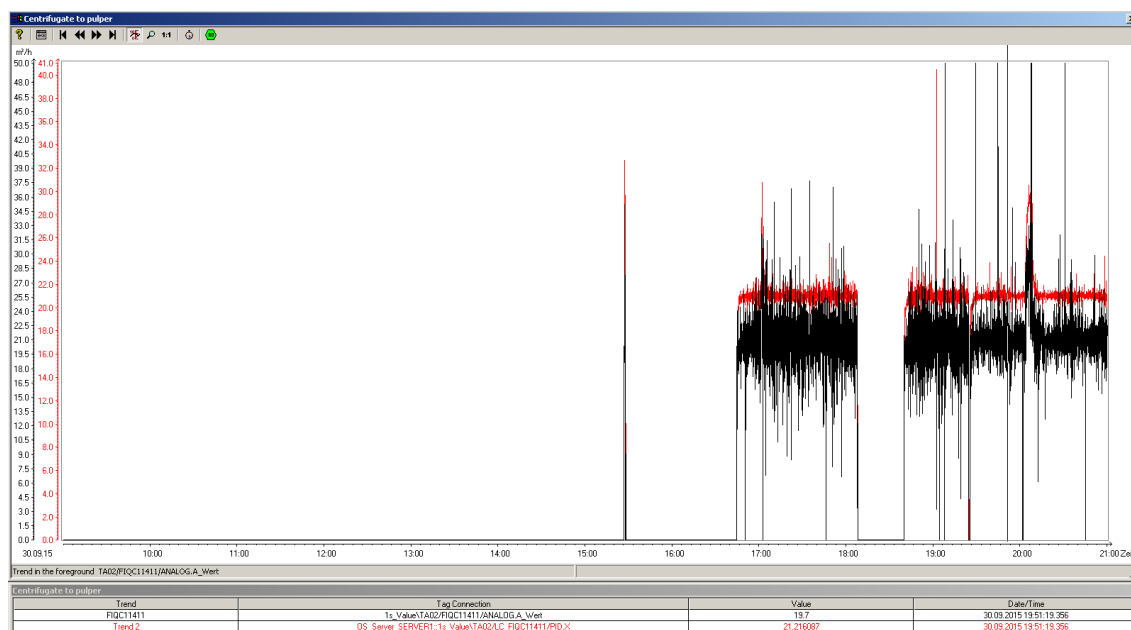


Gráfico 5 – Caudal e Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=5$, $T_i=50000ms$, $T_d=20ms$

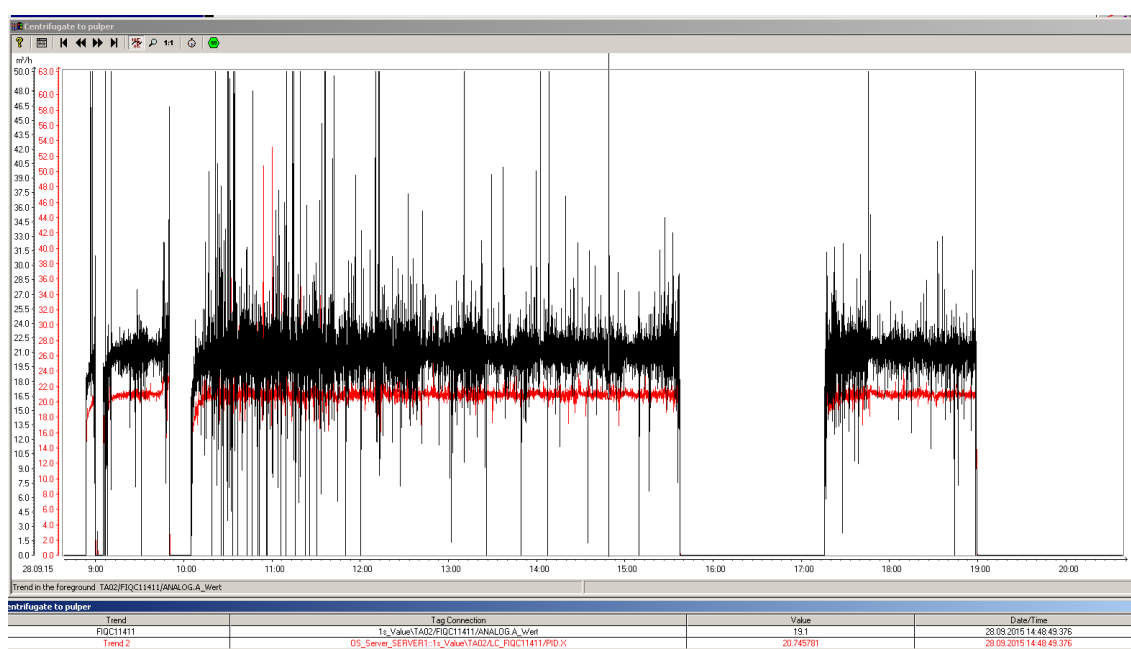


Gráfico 6 – Caudal e Velocidade bomba P1017 para valores de $K_p=1$, $T_i=50000ms$, $T_d=20ms$

5.4.2 Bomba Floculante P3002

Bomba de floculante P3002 A/B de alimentação de floculante às centrífugas. Este controlador funciona conforme o valor pedido na PU (personal unit) do sistema, ou seja, se colocarmos um valor de 10% do caudal das bombas de alimentação ao sistema de centrifugação o controlador ajusta o valor respectivo. De seguida, alguns testes:

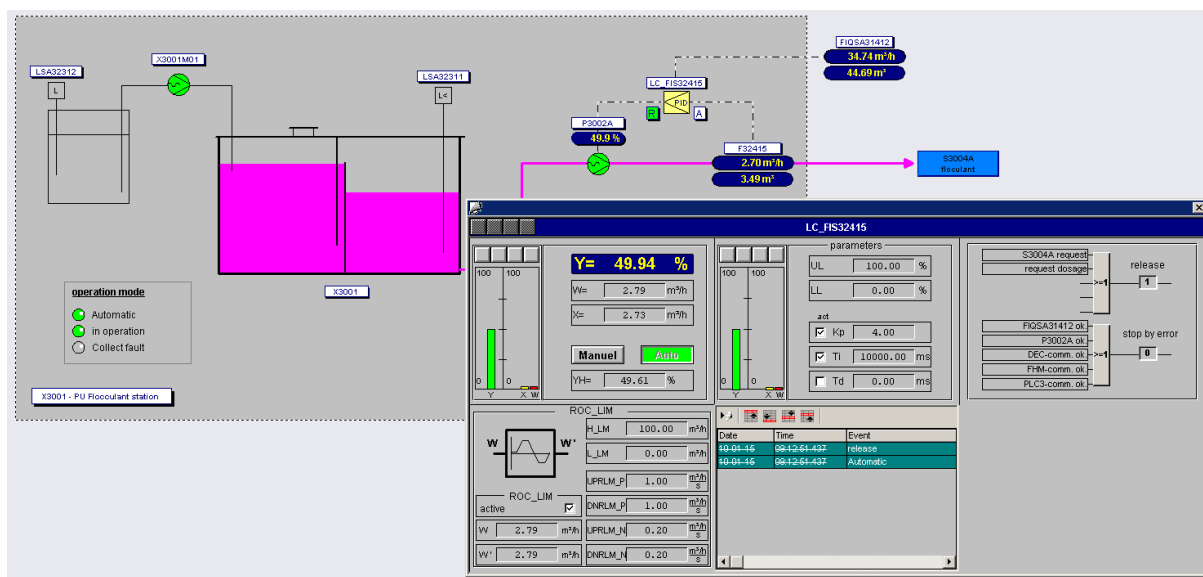


Figura 65 – Controlador PID Estação de Floculante

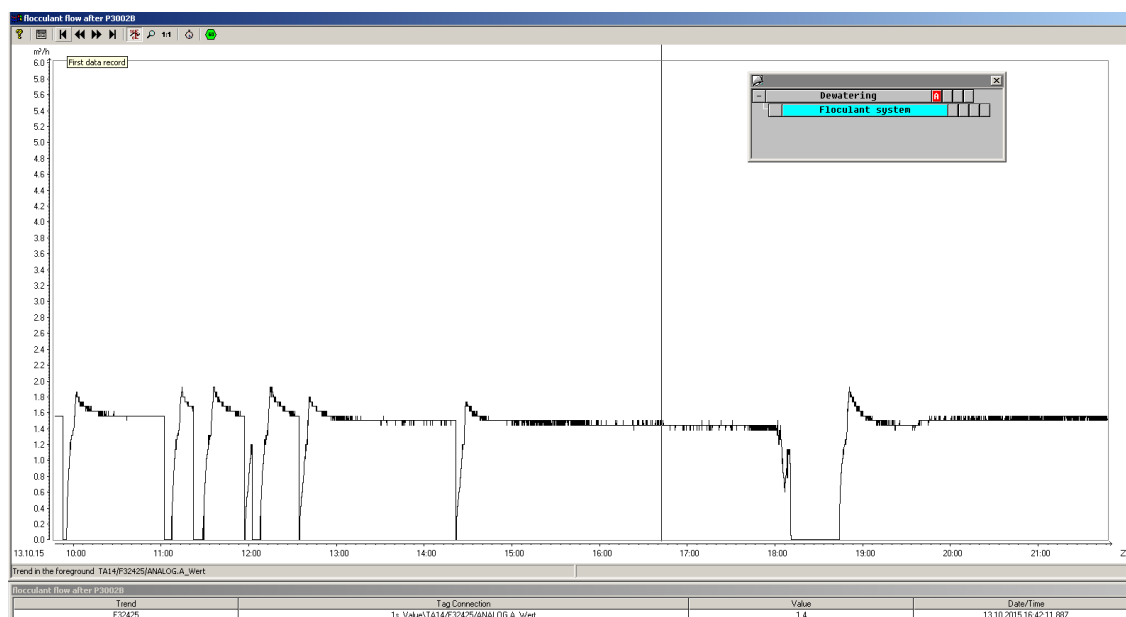


Gráfico 7 – Caudal bomba P3002 B para valores de $K_p=4$, $T_i=10000\text{ms}$, $T_d=0\text{ms}$

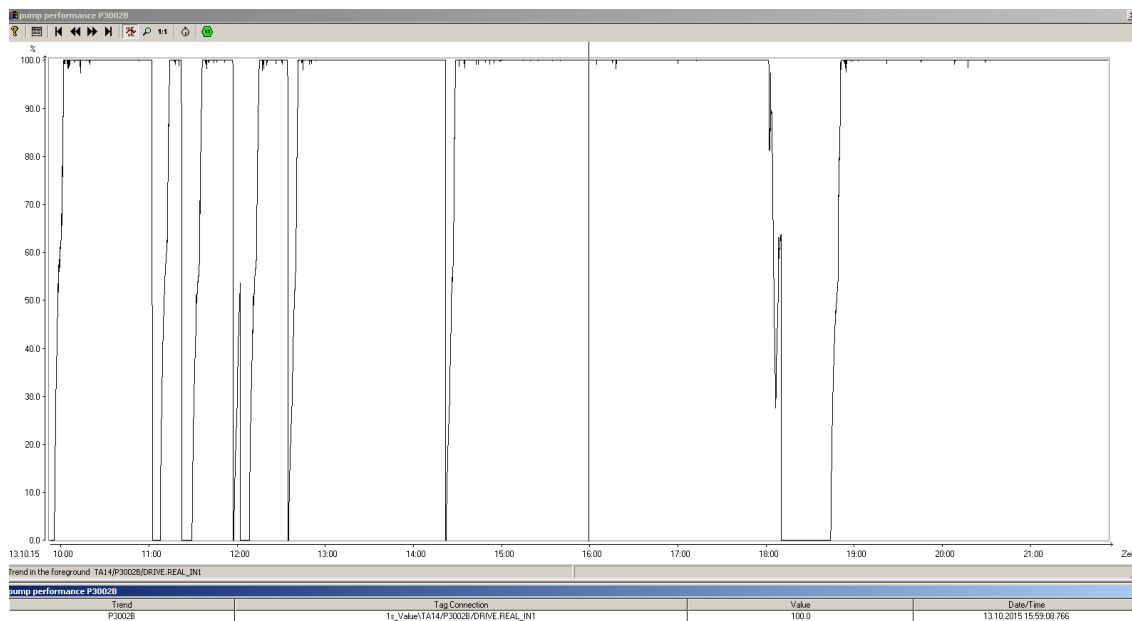


Gráfico 8 – Controlador PID bomba P3002 B para valores de $K_p=4$, $T_i=10000ms$, $T_d=0ms$

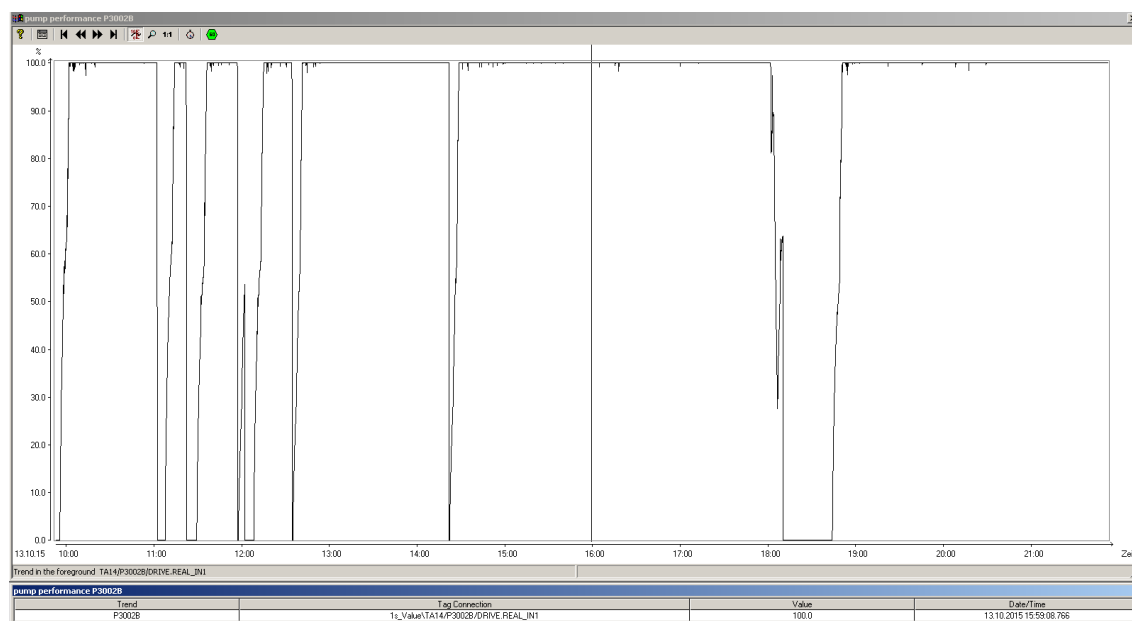


Gráfico 9 – Velocidade bomba P3002 B para valores de $K_p=4$, $T_i=10000ms$, $T_d=0ms$

5.4.3 Bomba Alimentação Sistema Centrifugação P3003 A/B

Esta bomba de floculante P3003 A/B de alimentação ao sistema de centrifugação, alimenta o tanque de centrifugado desde o tanque intermédio (buffer dos digestores) e/ou desde os digestores conforme o valor solicitado na PU do sistema. Este sistema tem muitos contaminantes, ruídos, entupimentos e perturbações na linha, pelo que como se verifica abaixo é muito complicado de controlar:

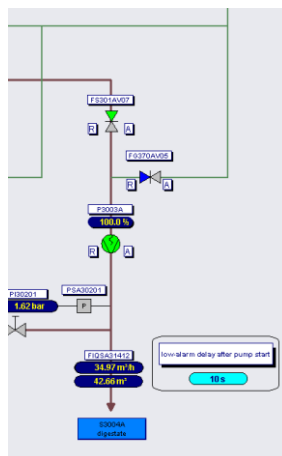


Figura 66 – Bomba Alimentação ao Sistema de Centrifugação

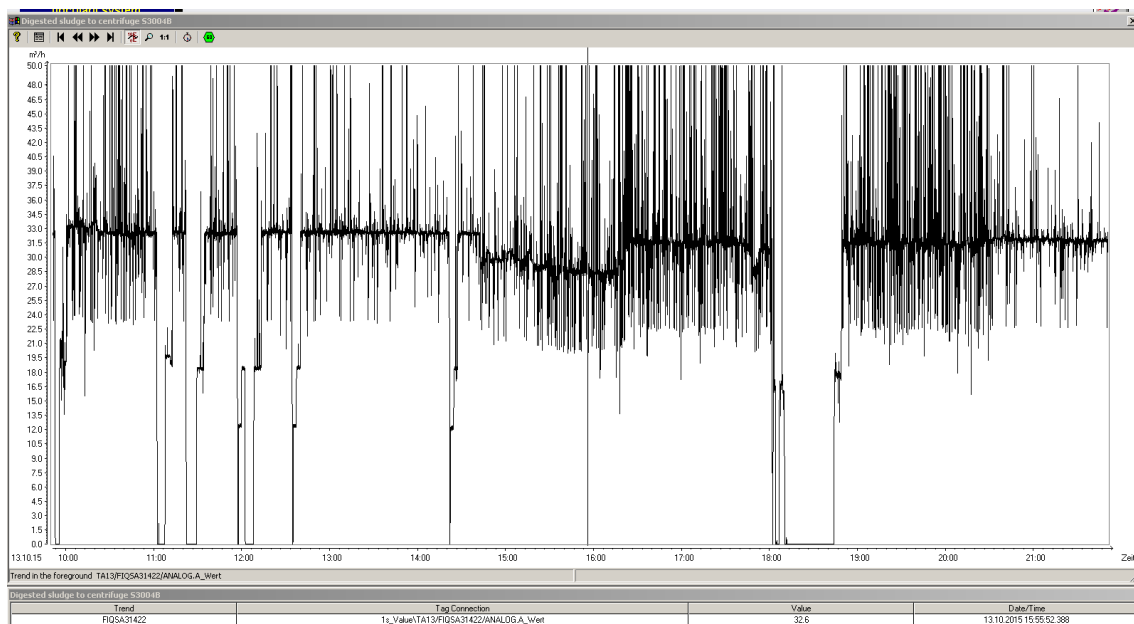


Gráfico 10 – Caudal bomba P3003 B

5.4.4 Bombas P3011 A/B compressão linha centrifugado

Este sistema tem como principal função manter a pressão na linha de centrifugado que alimenta a unidade desde o tanque através de 2 bombas centrifugas. É dado um input de entrada com um determinado valor de pressão, normalmente 4 bar, e o controlador acelera ou desacelera as bombas 3011 A/B de forma a manter a pressão. Como é óbvio, neste circuito, com a abertura e fecho de válvulas, as perturbações são constantes assim como o ruído. Em seguida alguns gráficos retirados:

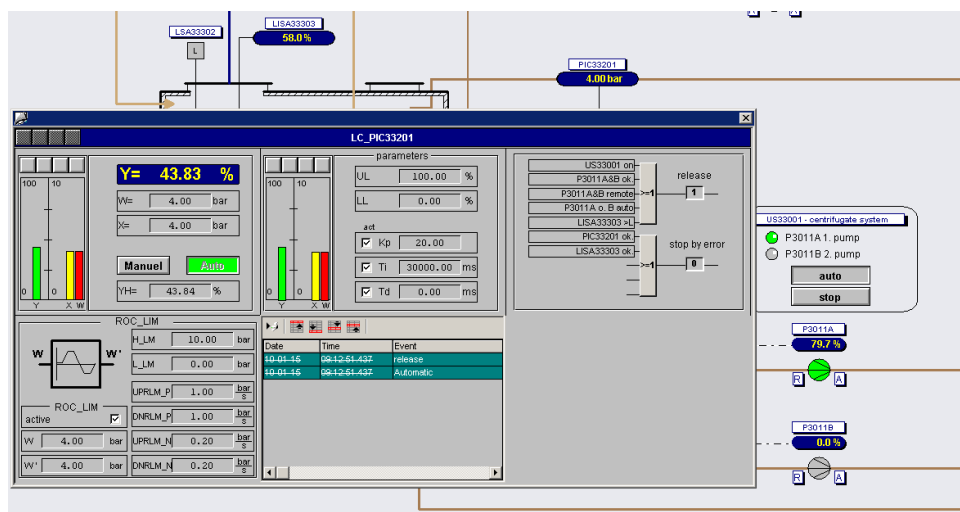


Figura 67 – Sistema de alimentação centrifugado

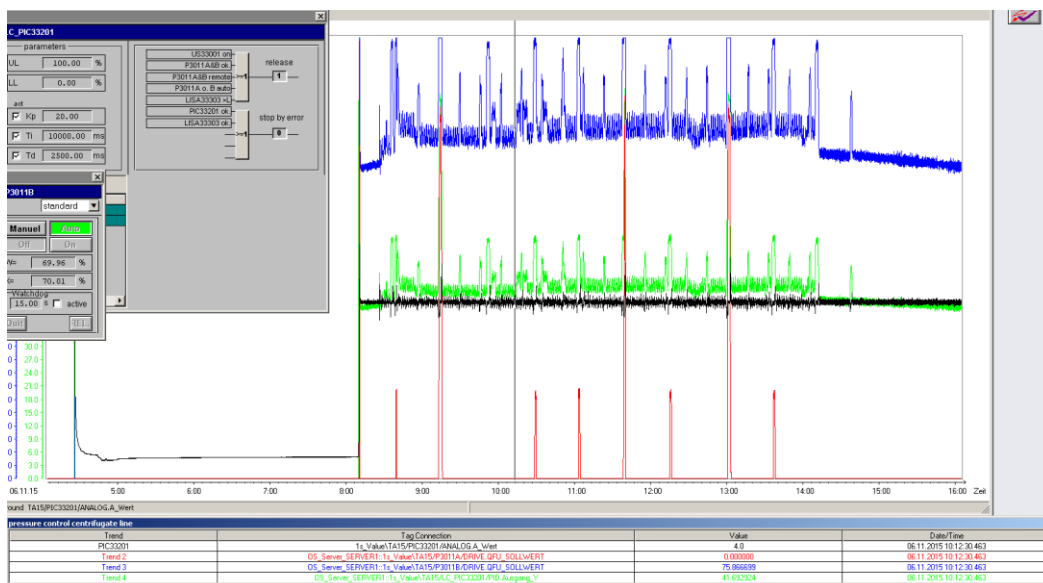


Gráfico 11 – Velocidade bomba P3011 A/B para valores de Kp=20, Ti=10000ms, Td=2500ms

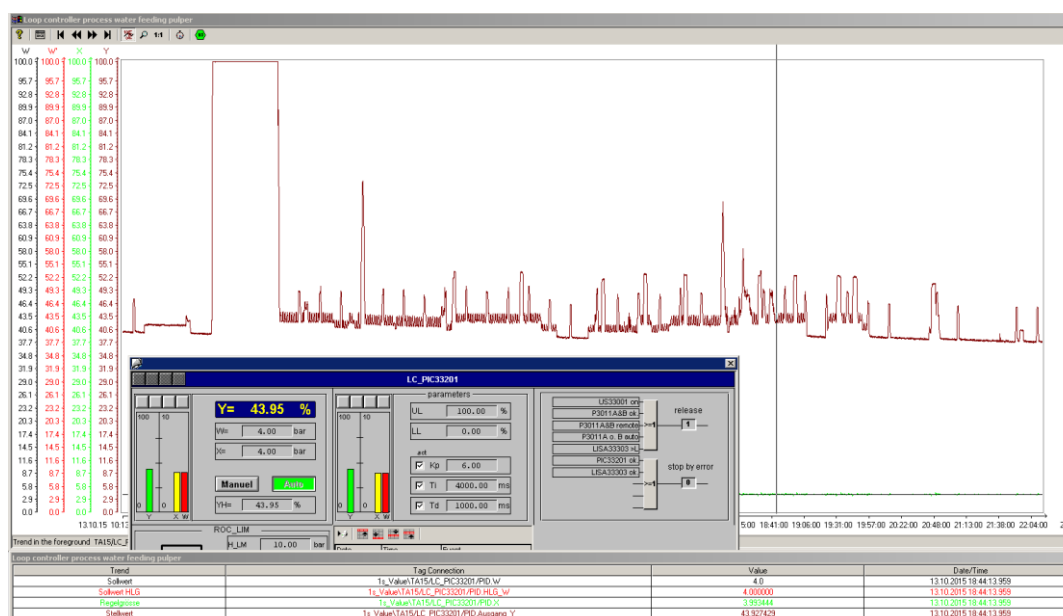


Gráfico 12 – Controlador PID bomba P3011 A/ B para valores de $K_p=6$, $T_i=4000ms$, $T_d=1000ms$

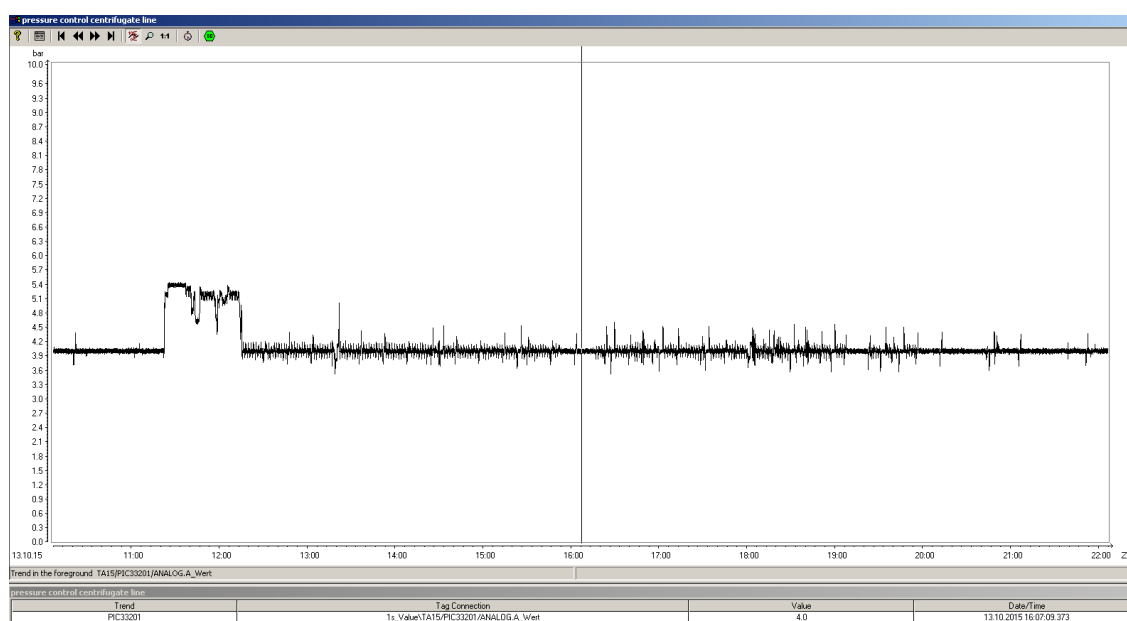


Gráfico 13 – Pressão linha das bombas P3011 A/ B para valores de $K_p=6$, $T_i=4000ms$, $T_d=1000ms$

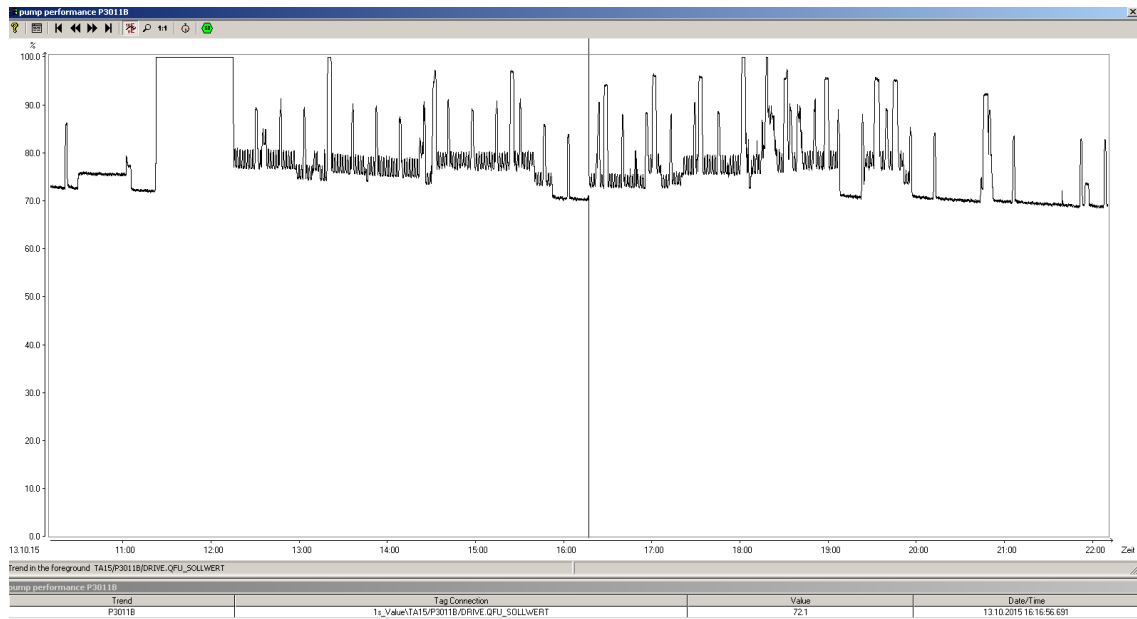


Gráfico 14 – Velocidade das bombas P3011 A/ B para valores de Kp=6, Ti=4000ms, Td=1000ms

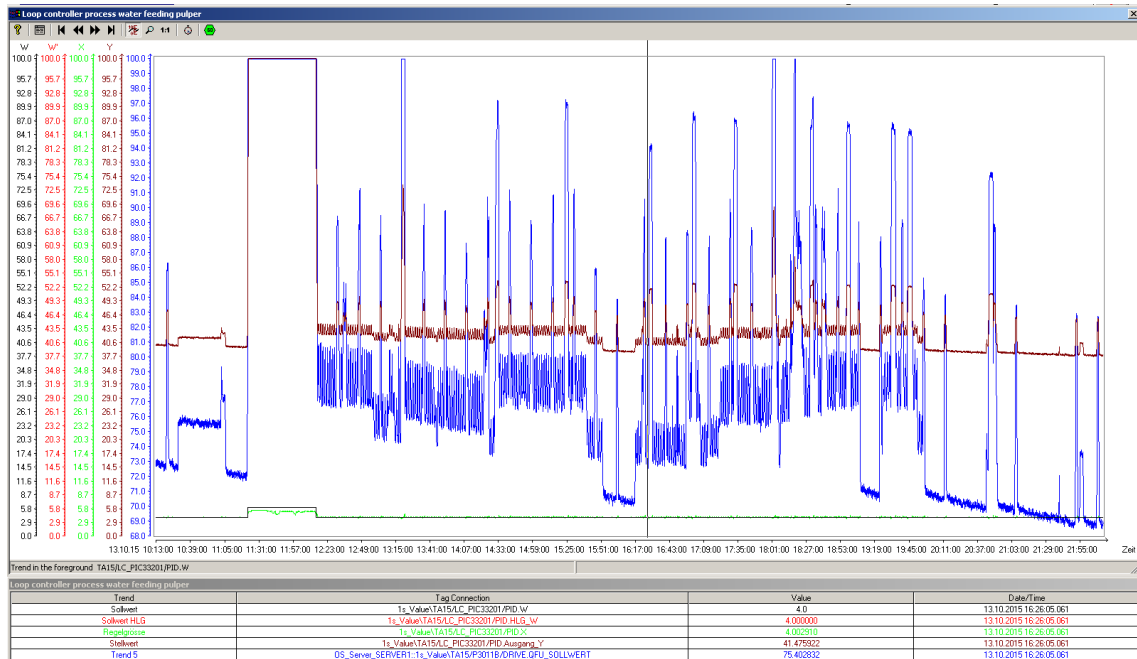


Gráfico 15 – Parâmetros linha das bombas P3011 A/ B para valores de Kp=6, Ti=4000ms, Td=1000ms

5.4.5 Bomba P5015 recirculação tanque externo para o tanque interno da ETAR

A função da bomba P5015 é de recircular as águas do tanque externo da Etar para o tanque interno conforme o valor de entrada. Neste caso, como se nota nos gráficos seguintes é mais fácil a estabilidade do sistema, pois existem menos perturbações e ruído no sistema, além de estar menos sujeito a alterações.

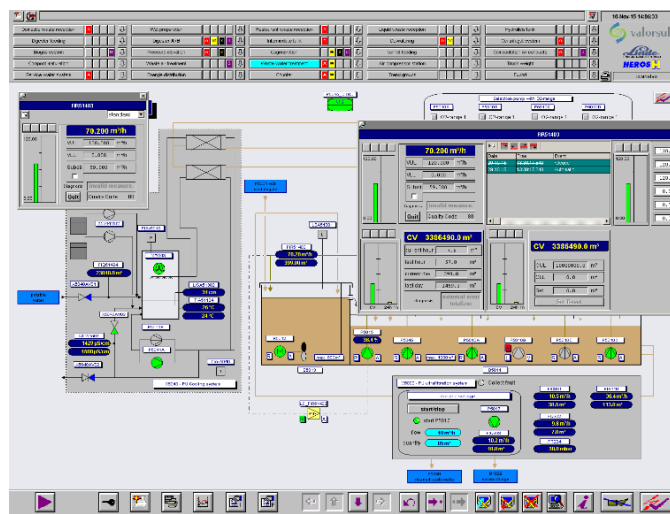


Figura 68 – Sistema de Tratamento de Águas

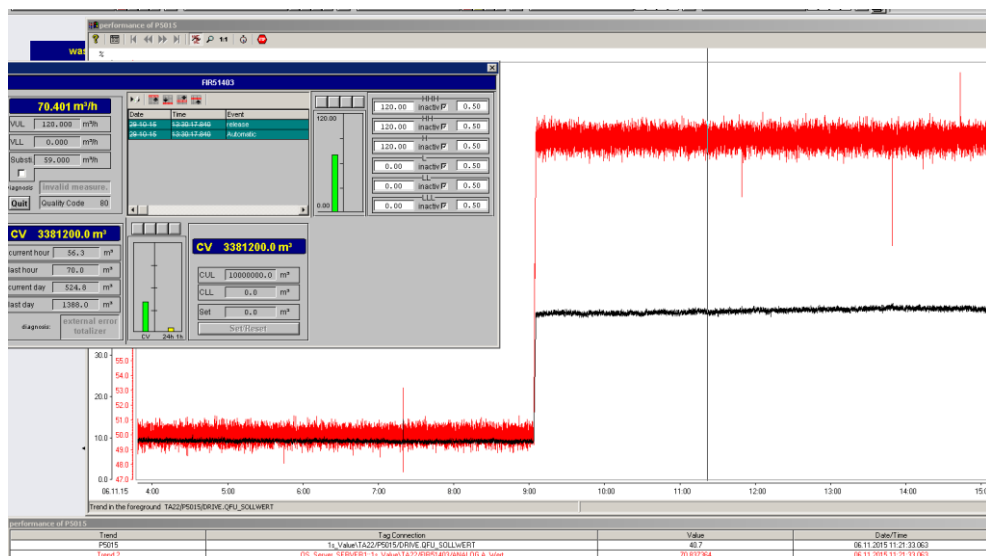


Gráfico 16 – Caudal e Velocidade da bomba P5015 para valores de $K_p=1.2$, $T_i=4000ms$, $T_d=1200ms$

6. Trabalho de campo

Além do trabalho realizado na Sala de Controlo, houve outros que foram realizados no campo inerentes aos aspetos de processo, de operação e manutenção inerentes ao funcionamento normal da Unidade. Para tal, no caso da Operação, a mesma é dividida em 3 grandes áreas sendo um Operador de Central responsável por cada uma. Essa situação não invalida o acompanhamento das outras. Existem situações diárias que é necessário monitorizar pelo operador de modo a que o sistema funcione. Nos diversos processos existentes na ETVO, há situações mais delicadas do que outras:



Figura 69 - Linha de Húmidos



Figura 70 – Martelos alimentação Húmidos

A linha de húmidos exige uma monitorização constante em funcionamento, os parafusos H1031 A/B/C partem com alguma frequência o que prejudica a rentabilidade das linhas e obriga a tempos de paragem.



Figura 71 – Acionamento das centrífugas S3004



Figura 72 – Sistema de Centrifugação



Figura 73 - PU das centrífugas S3004 A/B



Figura 74 – Corpo da Centrífuga

No Sistema de centrifugação, existe a necessidade de controlar a velocidade relativa e absoluta da máquina, o seu binário, entupimentos, abertura e fecho de válvulas de guilhotina, o seu caudal, a quantidade de flocculante na mistura. Esta máquina promove a separação da matéria sólida da líquida.

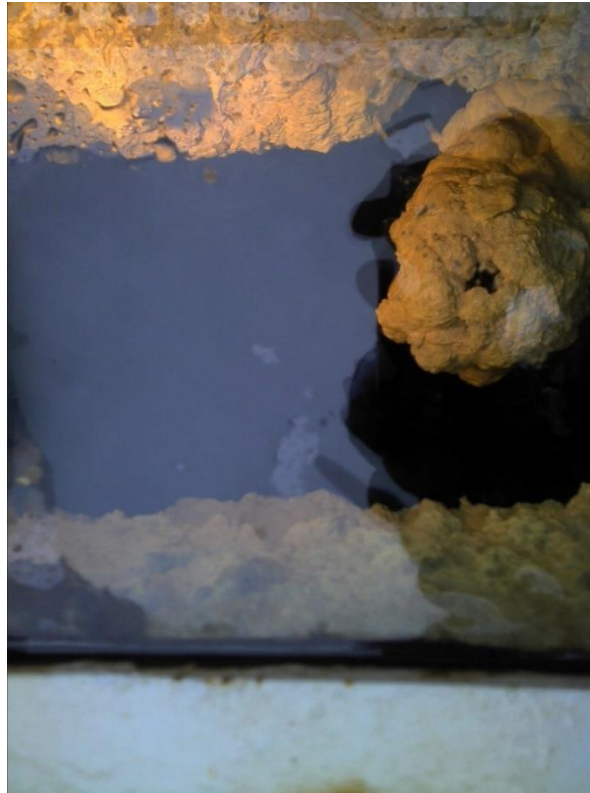


Figura 75 – Enxofre dentro do Digestor



Figura 76 - Linha biogás dos digestores

 A digital display showing biogas composition readings. The display is divided into sections for different gases and their concentrations. The readings are as follows:

DA	11:12 - 15/10/16	Barô: 991
CH ₄	70.3%	Anterior: 66.6 Pico: 70.3
CO ₂	31.9%	Anterior: 37.6 Pico: 32.0
O ₂	0.1%	Anterior: 0.1 Min: 0.1
H ₂ S	815 ppm	Anterior: 635
	0.0	Anterior: 0.0

 Additional labels on the right include 'Pressão', 'Temperatura', and 'User Input'.

Figura 77 – Leitura biogás dos digestores

A linha de biogás dos digestores tem de ser constantemente monitorizada pelos operadores, efetuando leituras de H₂S (ácido sulfídrico ou enxofre), CH₄ (metano), O₂ (oxigénio), CO₂(dióxido de carbono), etc. Como verificamos acima, existem problemas de acumulação de enxofre e também de condensados, pelo que necessitamos efetuar purgas, verificar a produção de metano, questões de segurança, etc.



Figura 78- Etar



Figura 79 – Recirculação ETar



Figura 80 – Quadro Torre arrefecimento



Figura 81 – Sistema anti espuma ETar



Figura 82 – Torre de arrefecimento

O sistema de tratamento de águas é monitorizado e operado de forma a reduzir os contaminantes, expedir o excedente para o coletor municipal dentro dos parâmetros certificados. Neste processo, os parâmetros a verificar são a temperatura, o PH, teor de sólidos, a espuma, para o qual existe um sistema anti espuma e a manutenção do sistema.



Figura 84 – amostra de composto



Figura 85 – Tremonha da afinação composto



Figura 86 – composto final afinado

Um dos produtos resultantes do processo é o composto orgânico resultante da compostagem.



Figura 87 – Biofiltro fechado

O sistema de tratamento de ar faz parte da preocupação da ETVO para que o mesmo esteja dentro dos parâmetros de forma a retirar todos os contaminantes neles existentes.



Figura 83 – Sistema de incêndios

Sistema de incêndios possui uma bomba diesel, e 2 bombas elétricas que fazem parte da rede de incêndios da unidade, fazem parte do plano de emergência interno. Este sistema é testado semanalmente.



Figura 84 – Sistema de água de serviço

A rede de água de serviço interna é alimentada por um furo ou pela rede de águas exterior, este por sua vez alimenta toda a unidade, inclusive o sistema de rede de incêndios.



Figura 86 – Gerador de Emergência

O gerador de Emergência é verificado e intervencionado semanalmente pois o mesmo entra em funcionamento sempre que a rede elétrica falha e não poderá ter falhas.



Figura 85 - Túneis de compostagem

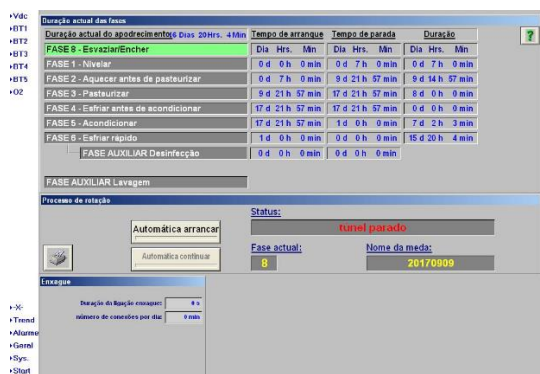


Figura 86 – Duração das fases túneis



Figura 87 - fase de higienização Túneis

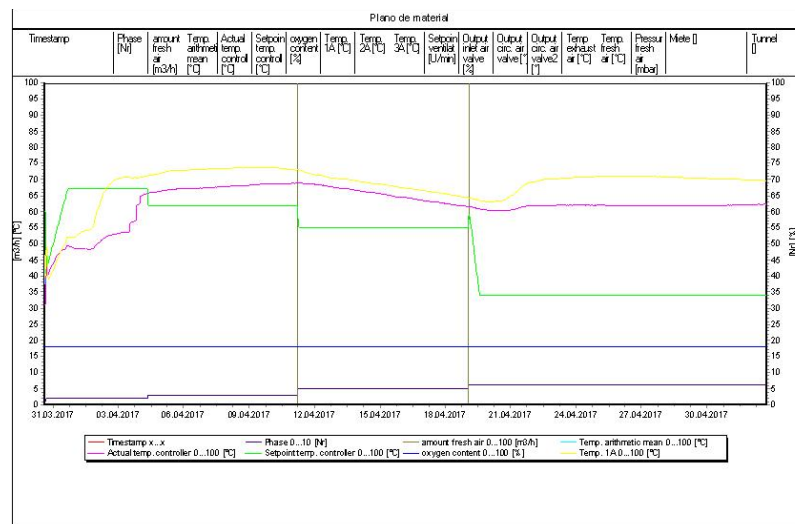


Gráfico 17 - gráfico geral túnel compostagem

As lamas retiradas pelo sistema de centrifugação do produto gerado nos digestores alimentam os túneis de compostagem misturadas com material estruturante que depois deste processo vão produzir o composto para maturação e posterior afinação tornando-se assim num produto final – composto orgânico.

7. Cogeração

Esta Unidade possui dois motores da Jenbacher de combustão interna que além de produzir energia elétrica, produz energia térmica o que permite a sua utilização na instalação fazendo parte do processo. Esse aproveitamento é efetuado por exemplo para manter a temperatura específica nos digestores, nos túneis de compostagem e aquecimento tendo ainda uma caldeira que funciona com biogás ou gás propano. Para que o sistema seja o mais eficiente possível, torna-se necessário que o biogás produzido nos digestores seja injetado nos motores o mais limpo possível. De referir que a energia térmica produzida é utilizada e controlada na unidade através de circuitos controlados por permutadores de calor e equipamentos como bombas e válvulas.

- 2 Módulos/conjuntos de geradores de motores a gás
- Equipado com gerador síncrono trifásico 400/231V +/- 5%, 50 Hz.
- Total de energia elétrica: 2x 836 kW = 1672 kW a pf. 1
2x 827 kW = 1654 kW a pf. 0,8



Figura 88 – Motogeradores

Através da cogeração, é possível aproveitar para produção de energia térmica, o calor antes perdido, aumentando a eficiência energética do processo.



Figura 89 – Quadro comando dos motores motogeradores



Figura 90 – sistema energia térmica



Figura 91 - caldeira

O sistema térmico é regulado pelos permutadores e pelos motores de combustão interna. A caldeira funciona a biogás ou em caso de necessidade por gás propano armazenado em 2 depósitos exteriores.

.

8. Detecção de Problemas de Processo e Otimização da ETVO

As Instalações de Tratamento Orgânico possuem bastantes problemas de ordem diversa pela sua especificidade, pelo material heterogêneo com que são alimentadas, a morosidade de todo o processo em si, custos de tratamento e do produto final, neste caso, composto orgânico, energia elétrica, etc. Para tal existe uma grande necessidade de otimizar este tipo de instalações de modo a que as mesmas façam sentido no tratamento de resíduos. Para que a mesma possa ser o mais eficiente possível, é necessário o seu englobamento com outro tipo de instalações como é o caso da Valorsul, ou seja, de uma forma muito simples, e como exemplo, a chamada gestão integrada, em que ao retirarmos os resíduos orgânicos da CTRSU em São João da Talha estamos a aumentar o rendimento da caldeira desta, além de diminuirmos a poluição atmosférica e outro tipo de contaminantes. Como foi afirmado anteriormente, para que exista uma diminuição de custos e um aumento de eficiência, terá que se otimizar e ao mesmo tempo diminuir os problemas detetados diariamente. O objetivo deste estágio não foi explicar nem otimizar do ponto de vista químico o seu funcionamento, mas sim o seu processo e como poderia ser melhorado, nomeadamente os controladores PID. Em relação aos problemas detetados, enumeramos a seguir alguns:

- Muitos contaminantes na alimentação do material orgânico. Existem 2 fossas que recebem os resíduos através de camiões de cargas selecionadas previamente, mas os mesmos trazem muitos contaminantes, principalmente sacos e outros componentes de plástico, mas também contentores, metais, madeiras, pedras, etc. Como é normal, estes resíduos têm muita degradação e produz o que chamamos de lixiviado, etc.

- Material bastante heterogêneo, o que provoca dificuldade de afinação das linhas de alimentação.

- Existe muitos materiais pesados que se acumulam nos tanques em geral, o que provoca dificuldades de funcionamento, avarias nos equipamentos e necessidade de tempos a tempos ser aberto alguns para retirar este tipo de material que fica depositado.

- Degradação rápida dos equipamentos devido ao tipo de resíduo tratado maioritariamente tratado.
- Poucas redundâncias dos equipamentos, ou seja, alternativos em caso de avaria.
- Custos de químicos como ácidos, bases, floculante, anti espuma para tratamento.
- Criação de enxofre nas linhas de biogás.
- Existem outros inerentes a este tipo de instalação como possíveis odores, contaminantes e perigosidade no manuseamento de determinados produtos.

8.1 Possíveis Soluções de Otimização da ETVO

Este tipo de instalação torna uma necessidade premente de melhorias contínuas e de otimização de processo. Como tem inerente vários tipos de custos associados, desde químicos, manutenção, contaminantes, degradação rápida, uma das formas de otimizar tudo isto é tentar encontrar soluções que permitam reduzir custos, aumentar a produtividade. É importante salientar que existem outro tipo de funcionamento em outras unidades de valorização orgânica, que não sendo melhores, poderão contribuir para uma aprendizagem contínua. Não querendo entrar no campo da utopia, algumas soluções apresentadas deverão analisadas caso a caso. De seguida enumeramos algumas:

- Redução de contaminantes na entrada de resíduos orgânicos nas fossas pelo exterior. Isto requer uma reeducação no tratamento e reciclagem a montante. Existe a necessidade de regulação na deposição deste tipo de resíduos. Como a nossa unidade é alimentada essencialmente pelos grandes produtores, os resíduos vêm muitas vezes em grandes sacos de plástico. O ideal seria apenas existir matéria orgânica para alimentação das fossas. Existem também já soluções de sacos orgânicos, nomeadamente em certos países com sistemas mais desenvolvidos, no entanto, torna-se necessário analisar o custo/benefício.

- Controle automático de parâmetros normalmente controlados pelos operadores. Um dos parâmetros a estudar e que poderão contribuir para um melhor desempenho será controlar o mais possível a densidade dos produtos do sistema. Sabendo por exemplo o teor de sólidos em cada parte do processo ideal, poderia se tentar controlar a matéria resultante em cada. Devido à heterogeneidade do material processado no sistema, pois possui muitos contaminantes, os quais são retirados nas linhas o mais possível, logo é difícil controlar a sua densidade, no entanto onde o sistema tiver melhor estabilidade tanto a montante como jusante, poderá ser testada este tipo de solução. Há no mercado sensores de densidade estáticos ou dinâmicos, ou seja, uns medem em linhas dinâmicas em que o caudal é contínuo e outros poderão medir num sistema estático como é o caso de um tanque. Exemplos de sensores temos os capacitivos, radioativos, refratômetros, etc. O sensor capacitivo pelas suas características talvez seja o mais indicado pela sua calibração, baixa manutenção e funcionar bem em ambientes sujos.



Figura 92 - Sensores capacitivos

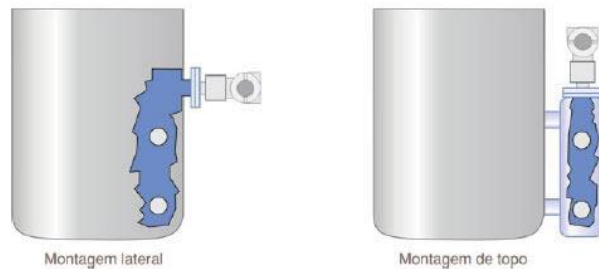


Figura 93 – Sensores capacitivos estáticos

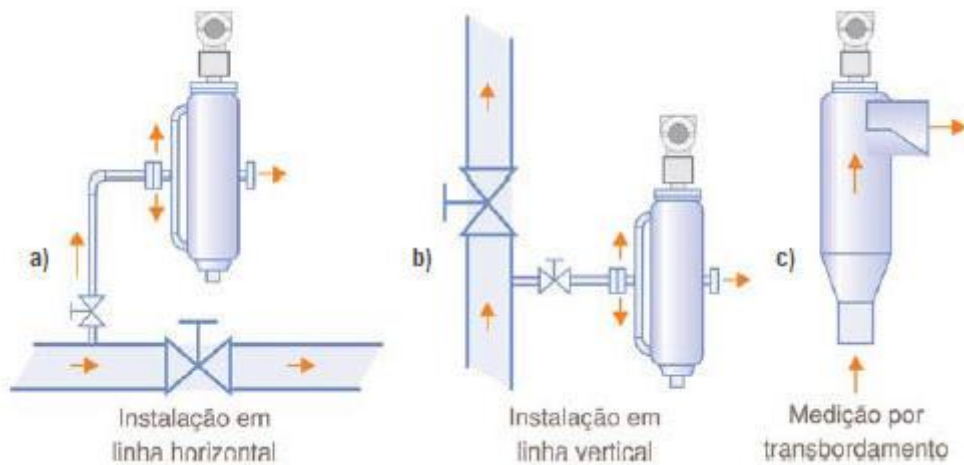


Figura 94 – Sensores capacitivos dinâmicos

- Sistemas adequados para retirar contaminantes dos tanques e das linhas o mais montante possível. Desde plásticos, pedras, metais. Temos linhas de separação de metais, de plásticos e de material pesado, mas torna-se necessário aumentar a sua eficiência. Como possíveis soluções, existem hidrociclones (vão ser colocados na zona do pré-tratamento)

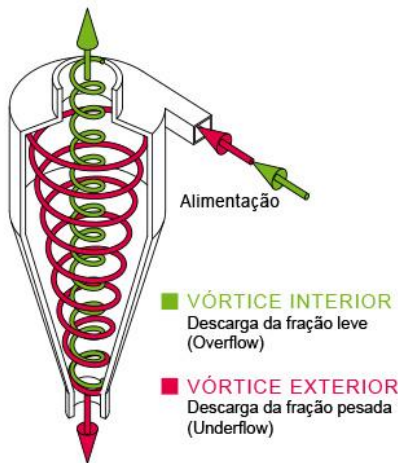


Figura 95 – Funcionamento hidrociclone



Figura 96 – hidrociclone

- Redundância de Linhas de Processo. Todos sabemos o elevado custo de construção e funcionamento de uma Unidade industrial, no entanto, o custo/benefício não sendo imediato, poderá ser otimizado se nestas unidades existem redundâncias, ou seja, sempre que existir uma avaria num equipamento, o mesmo ser substituído o mais rápido possível evitando perdas de produção. Existe m sistemas de bombas e válvulas, bypass que poderão ser melhorados na instalação. Um dos sistemas subdimensionados é a Estação de ar de alimentação.
- Automatização o processo que ainda é manual, desde válvula manuais, sistemas ainda não ligados ao DCS, etc.
- Diminuição de produtos para tratamento do ar, da água e dos sólidos. É usado ácidos, floculante, produtos anti espuma e existe a necessidade de otimizar estes recursos.
- Acessos aos tanques fechados para retirar os contaminantes

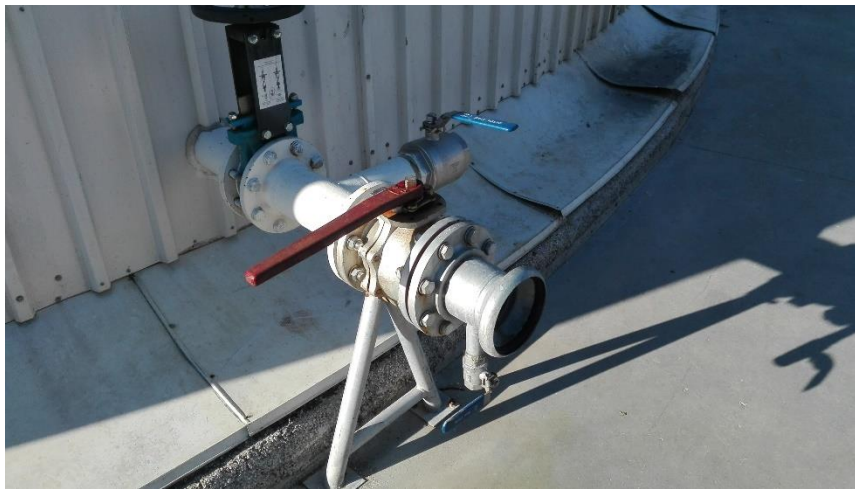


Figura 97 – Extração contaminantes do interior do digestor

- Reaproveitamento do material retirado das linhas como o plástico, pedras, areias, metais.

9. Trabalhos Instrumentação Industrial

No âmbito de outros trabalhos realizados, a instrumentação industrial tem como outras áreas de manutenção e operação uma importância vital no funcionamento das unidades industriais, desde de produção de energia, celulosas, tratamento de resíduos e outras. Por uma questão de aprendizagem de formação e gosto pessoal do autor da tese, aborda-se alguns tipos de trabalho efetuado neste campo. As unidades industriais requerem uma manutenção periódica tanto em funcionamento como quando têm uma paragem de funcionamento de alguns equipamentos para verificação, reparação e otimização dos mesmos. Dos trabalhos realizados, os mais comuns são as calibrações de sensores diferenciais de diversos tipos, válvulas pneumáticas, comissionamento da instalação, etc. Normalmente existe bancadas de ensaio móveis ou em laboratório/oficina onde se realizam estas tarefas.

9.1 Calibração de Sensores

Os transmissores diferenciais de nível são os mais comuns para calibração, sendo que têm uma vasta aplicação em tanques abertos ou fechados havendo lineares e mais raros os quadráticos. Neste momento, utilizam cada vez os protocolos de profibus e fieldbus, sendo que ainda existem muitas instalações com redes ligadas com protocolo hart, pelo que a sua verificação e calibração feita em bancada é efetuada por aparelhos certificados, onde o objetivo é a redução de erro.

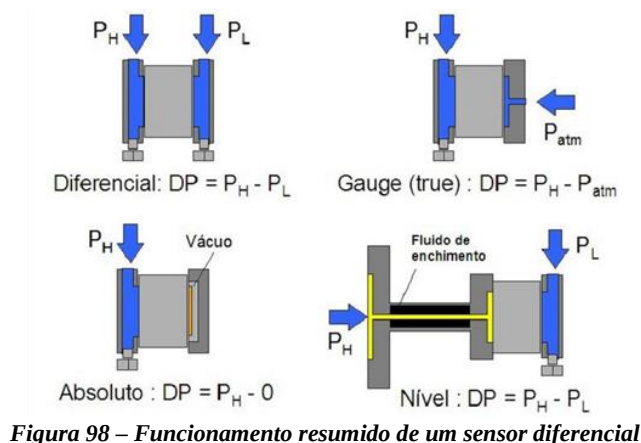


Figura 98 – Funcionamento resumido de um sensor diferencial

- (PH)e (PL) são pressões aplicadas nas câmaras H e L com $PD = PH - PL$.

O sensor calibrado, normalmente em bancada, é efetuado da seguinte forma:

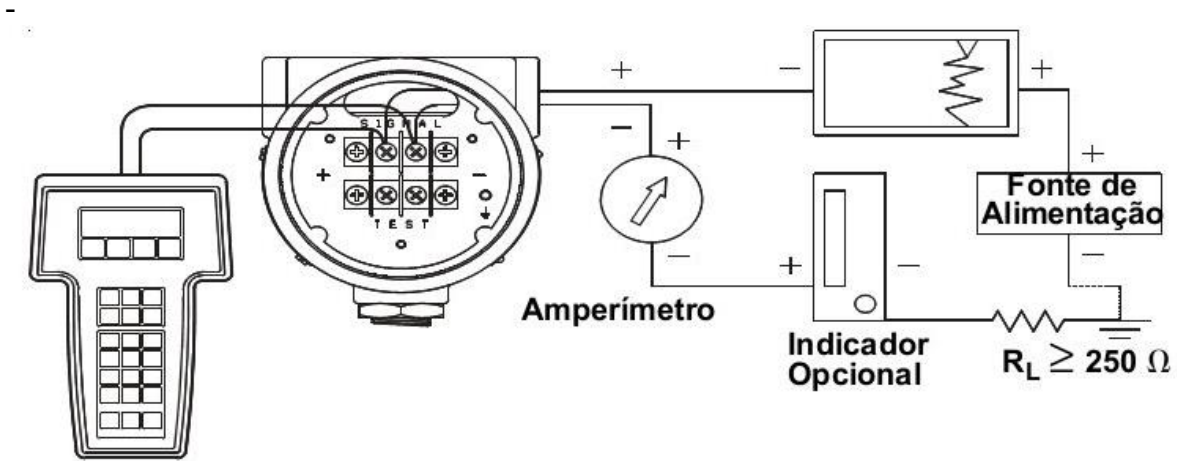


Figura 99 – Calibração de sensores de pressão diferencial

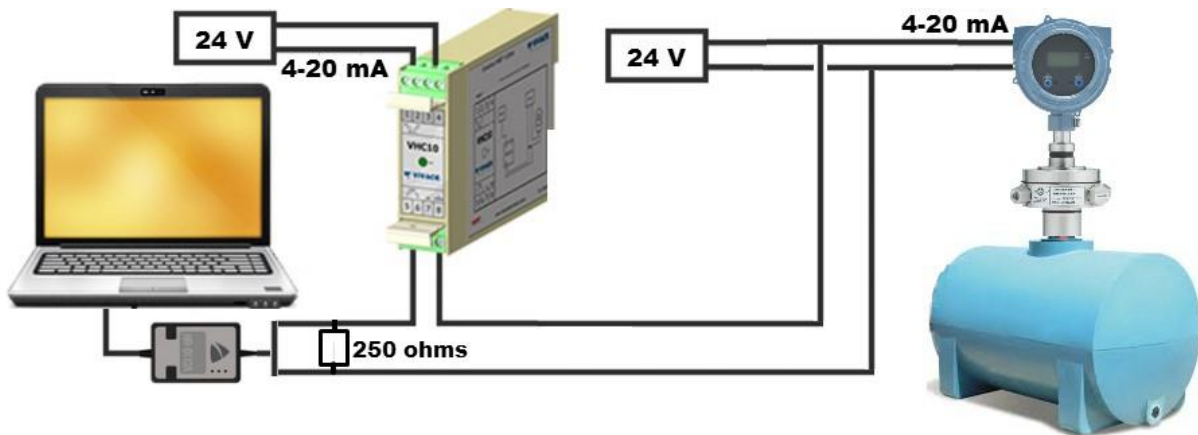


Figura 100 – Calibração em campo

Temos uma consola de comunicação, neste caso, da HART, colocado em paralelo com o sensor, ligamos um amperímetro de alta precisão em série com uma resistência de valor maior ou igual a 250Ω para comunicação alimentando o sensor com uma fonte de alimentação com valor igual à da rede de comunicação. O sensor possui 2 câmaras, uma alta (H) e baixa (L) e, conforme o seu range de calibração colocamos pressão no sensor de modo a ler valores no amperímetro de 4 a 20 mA numa escala linear ou quadrática (mais raro).

9.2 Calibração de válvulas

No caso das válvulas, a sua calibração é feita através de um injetor de sinais simulando o DCS, no caso do protocolo HART, injetando um sinal de 4 a 20 mA. A válvula terá que estar alimentada através de uma determinada pressão.



Figura 101 - – Válvula com posicionador

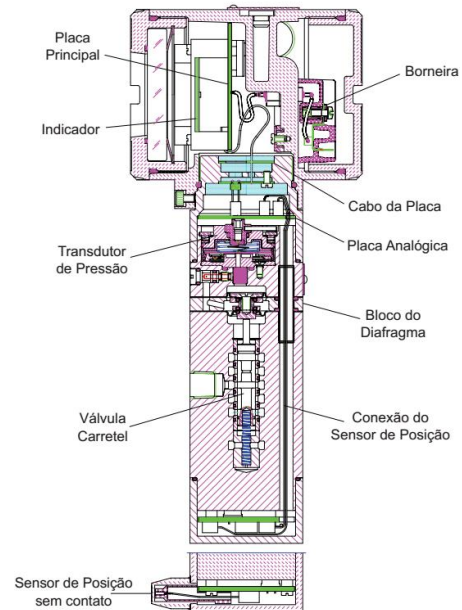


Figura 102 – corte esquemático válvula com

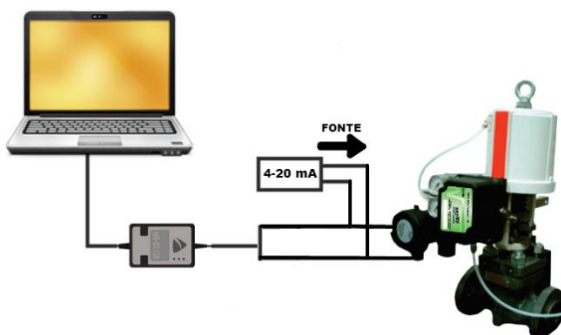


Figura 103 – calibração posicionador de válvula

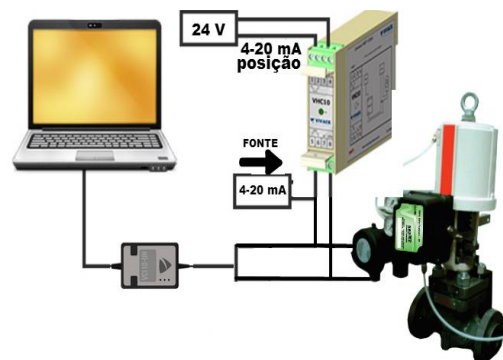
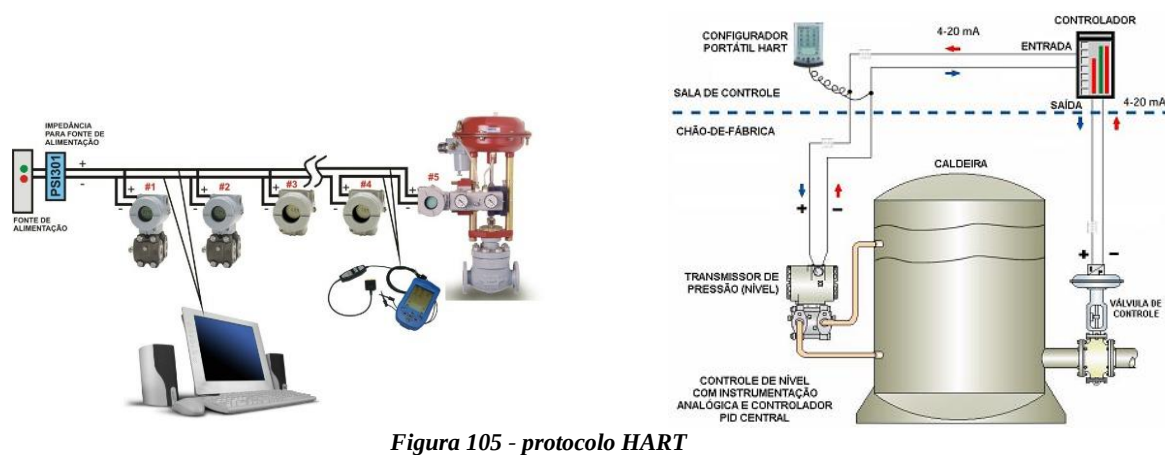
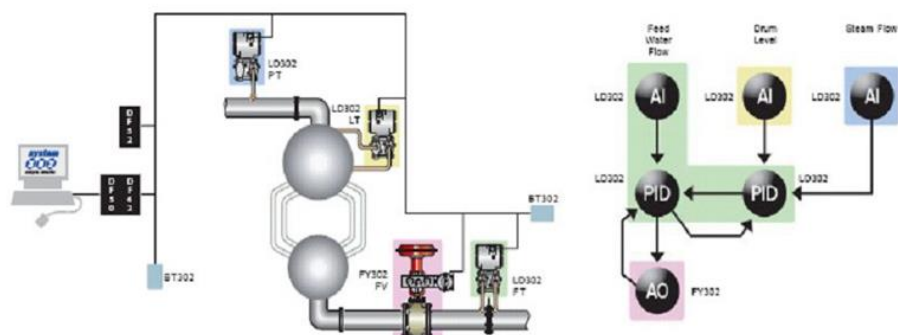


Figura 104 – conversor Hart posicionador de válvula

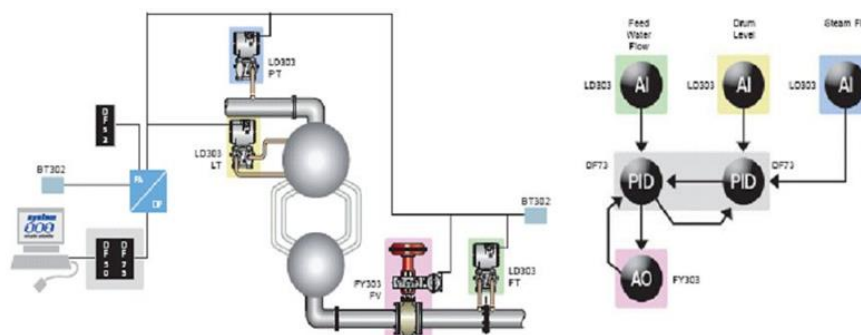
9.3 Protocolos de comunicação



JNDATION™ Fieldbus - LD302



IFIBUS - LD303



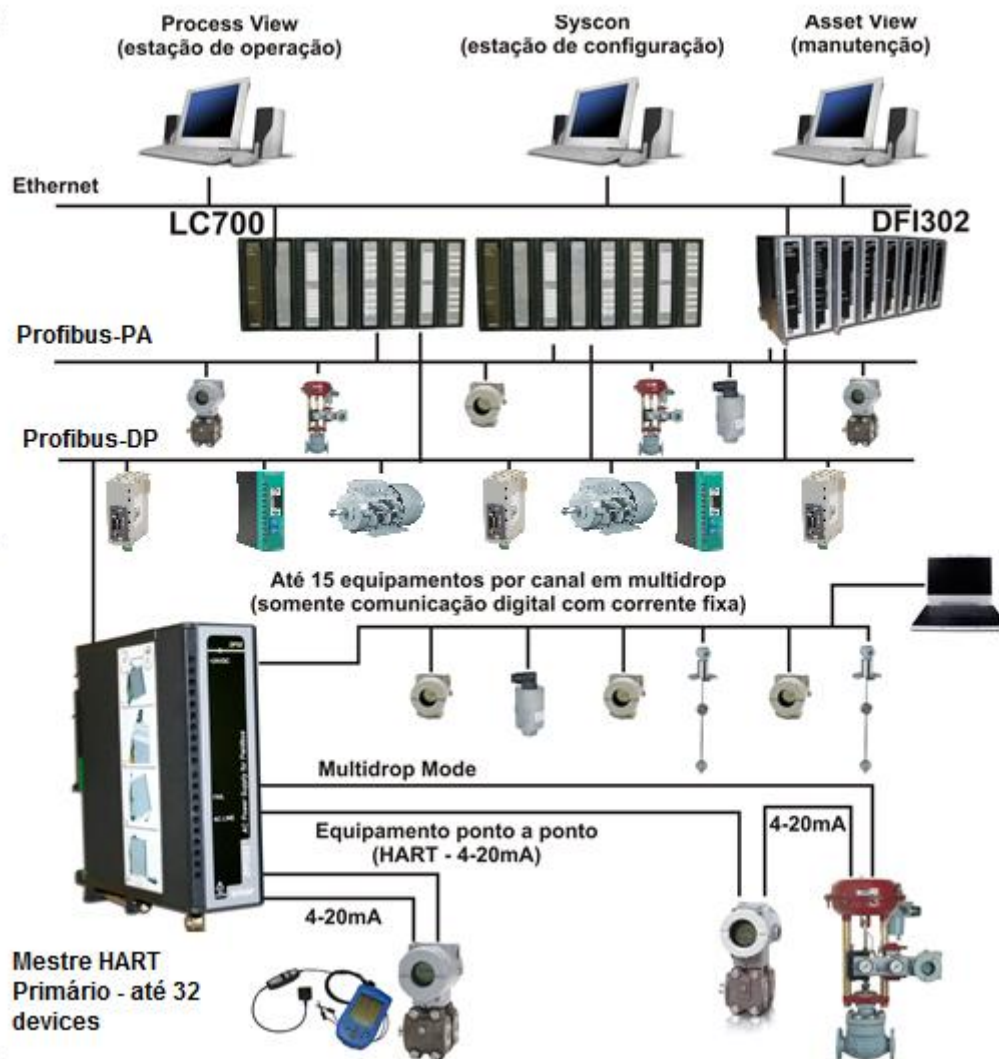


Figura 108 – Integração de sistemas com vários protocolos de comunicação

9.4 Evolução da Instrumentação

A instrumentação industrial, como é normal, tem evoluído para a era digital, pelo que os Instrumentistas anteriormente possuíam um conhecimento maior em pneumática, hidráulica e afins. Na Era digital, o trabalho essencialmente, é mais de parametrização de sensores possuindo mais conhecimentos de programação, microcontroladores, de controlo não deixando de possuir conhecimentos das tecnologias menos recentes.

10. Conclusão

As Estações de Tratamento e Valorização Orgânica são unidades com tecnologia ainda relativamente recente. Como sabemos pelo PERSU 2020 e Portugal 2020, existem metas a cumprir na área dos resíduos que passam pela educação e meios ao dispor de todos nós. O principal objetivo deste estágio foi aprender com problemas deparados, tentar ajudar na resolução dos mesmos e orientação para resultados.

Inicialmente propôs-se efetuar um trabalho mais técnico a nível dos controladores PID, no entanto, sabendo que em termos de resultados práticos, do ponto de vista matemático era uma tarefa complicada não dispondo de dados suficientes e ter sistemas bastante perturbados, optou-se por uma abordagem mais prática para a sua compreensão se tornasse mais fácil, além de que existem problemas de campo que precisam de acompanhamento diário em termos de operação e manutenção.

Esta instalação tem como objetivo valorizar os resíduos orgânicos, no entanto, os custos inerentes à mesma são ainda altos fazendo sentido a mesma estar inserida numa estrutura de gestão integrada. Neste estágio foi então efetuado o trabalho executado diariamente em termos de operação, acompanhamento e entreajuda com a manutenção e tentando contribuir com ideias para resolução de problemas de processo. No trabalho de campo executou-se tarefas de modo a minimizar ao máximo os tempos de paragem, operar e monitorizar equipamentos. Apesar de questões difíceis de ultrapassar, foi e é estimulante a procura de soluções.

Tendo esta tese terminada, espera-se que a mesma sirva como plataforma para desenvolver outro tipo de trabalhos relacionados com esta matéria.

O tratamento dos resíduos, neste caso orgânicos, são essenciais para o desenvolvimento de uma sociedade que se quer desenvolvida, com respeito pelo meio ambiente e civilizada.

Não se pretende uma leitura pesada, procurando atingir o maior número de pessoas e estimular o interesse por este tipo de assunto.

Foi usada bastantes vezes a palavra “otimizar” e seus derivativos, foi de propósito, , controlo industrial tem muito a ver com esta palavra e é bastante importante otimizar todos os recursos ao nosso dispor.

Finalmente, para a realização deste estágio foi bastante importante a experiência adquirida em termos de trabalho contínuo além dos conhecimentos da Licenciatura e Mestrado de Engenharia Eletrotécnica do IPT

11. Referências Bibliográficas

- [1] Arivelto Bustamante Fialho, Instrumentação Industrial, Conceitos, Aplicações e Análises, 2006
- [2] http://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2014/Portaria_PlanoEstrategico_PERSU2020_final.pdf, 2014
- [3] <http://www.smar.com/newsletter/marketing/index32.html>
- [4] <http://www.valorsul.pt/pt/>
- [5] James E. Flinn, Membrane Science And Technology, Industrial, Biological, And Waste Treatment Processes, 2012
- [6] José Manuel Torres Farinha, Manutenção, Manutenção, A terologia e as novas ferramentas de gestão, 2011
- [7] Katsuhiko Ogata, Engenharia de Controle Moderno, 2011
- [8] Nicholas P. Cheremisinoff, Ph.D., Biotechnology for waste and wastewater treatment
- [9] William C. Dunn, Fundamentos de Instrumentação Industrial e Controle de Processos, 2013

Anexos

Anexo 1

Digestão Anaeróbia

No processo de conversão da matéria orgânica em condições de ausência de oxigênio, são utilizados recetores de eletrões inorgânicos como NO_3^- (redução de nitrato), SO_4^{2-} (redução de sulfato), ou CO_2 (formação de metano). A formação de metano não ocorre em ambientes onde o oxigênio, o nitrato ou o sulfato encontram-se prontamente disponíveis como recetores de eletrões. A produção de metano ocorre em diferentes ambientes naturais tais como pântanos, solo, sedimentos de rios, lagos e mares, assim como nos órgãos digestivos de animais ruminantes. Estima-se que a digestão anaeróbia com formação de metano seja responsável pela completa mineralização de 5 a 10% de toda a matéria orgânica disponível na terra. A digestão anaeróbia representa um sistema ecológico delicadamente balanceado, onde cada microrganismo tem uma função essencial.

As bactérias metalogénicas desempenham duas funções primordiais: elas produzem gás insolúvel (metano) possibilitando a remoção do carbono orgânico do ambiente anaeróbio, além de utilizarem o hidrogênio, favorecendo o ambiente para que as bactérias ácido génicas fermentem compostos orgânicos com a produção de ácido acético, o qual é convertido em metano. A digestão anaeróbia de compostos orgânicos é normalmente considerada um processo de dois estágios. No primeiro estágio, um grupo de bactérias facultativas e anaeróbias, denominadas formadoras de ácidos ou fermentativas, convertem os orgânicos complexos em outros compostos. Compostos orgânicos complexos como carboidratos, proteínas e lipídios são hidrolisados, fermentados e biologicamente convertidos em materiais orgânicos mais simples, principalmente ácidos voláteis. No segundo estágio ocorre a conversão dos ácidos orgânicos, gás carbônico e hidrogênio em produtos finais gasosos, o metano e o gás carbônico. Esta conversão é efetuada por um grupo especial de bactérias, denominadas formadoras de metano, as quais são estritamente anaeróbias. As bactérias metalogénicas dependem do substrato fornecido pelas ácido génicas, configurando, portanto, uma interação comensal. Uma vez que as bactérias

metalogénicas são responsáveis pela maior parte da degradação do resíduo, a sua baixa taxa de crescimento e de utilização dos ácidos orgânicos normalmente representa o fator limitante no processo de digestão como um todo.

Microbiologia da Digestão Anaeróbia

A digestão anaeróbia pode ser considerada como um ecossistema onde diversos grupos de microrganismos trabalham interactivamente na conversão da matéria orgânica complexa em metano, gás carbônico, água, gás sulfídrico e amônia, além de novas células bacterianas. $\text{MATÉRIA ORGÂNICA} \times \text{BACTÉRIAS ANAERÓBIAS} = \text{CH}_4$ gás metano, CO_2 gás carbônico, H_2O água, H_2S gás sulfídrico, NH_3 amônia e novas células. Os microrganismos que participam do processo de decomposição anaeróbia podem ser divididos em três importantes grupos de bactérias, com comportamentos fisiológicos distintos:

O primeiro grupo é composto de bactérias fermentativas que transformam por hidrólise, os polímeros em monômeros, e estes em acetato, hidrogênio, dióxido de carbono, ácidos orgânicos de cadeia curta, aminoácidos e outros produtos como glicose;

O segundo grupo é formado pelas bactérias aceto génicas produtoras de hidrogênio, o qual converte os produtos gerados pelo primeiro grupo (aminoácidos, açúcares, ácidos orgânicos e álcoois) em acetato, hidrogênio e dióxido de carbono.

Os produtos finais do segundo grupo são os substratos essenciais para o terceiro grupo que por sua vez constitui dois diferentes grupos de bactérias metalogénicas. Um grupo usa o acetato, transformando-o em metano e dióxido de carbono, enquanto o outro produz metano, através da redução do dióxido de carbono.

Embora o processo de digestão anaeróbia seja simplificado como de duas fases, este pode ser subdividido em quatro fases principais, como a Hidrólise, acido génese, aceto génese e metano génese

Hidrólise

Uma vez que as bactérias não são capazes de assimilar a matéria orgânica particulada, a primeira fase no processo de degradação anaeróbia consiste na hidrólise de materiais particulados complexos (polímeros) em materiais dissolvidos mais simples (moléculas menores) os quais podem atravessar as paredes celulares das bactérias fermentativas. Esta conversão de materiais particulados em materiais dissolvidos é conseguida através da ação de enzimas excretadas pelas bactérias fermentativas hidrolíticas. Nos digestores anaeróbios e, a hidrólise dos polímeros usualmente ocorre de forma lenta, sendo vários os fatores que podem afetar o grau e a taxa em que o substrato é hidrolisado como a temperatura operacional do digestor; tempo de residência do substrato no digestor; composição do substrato (ex.: teores de lignina, carboidrato, proteínas e gordura); tamanho das partículas; pH do meio; concentração de NH_4^+-N ; concentração de produtos da hidrólise (ex.: ácidos graxos voláteis.

Acidogénese

Os produtos solúveis oriundos da fase de hidrólise são metabolizados no interior das células das bactérias fermentativas, sendo em diversos compostos mais simples, os quais são então excretados pelas células. Os compostos produzidos incluem ácidos graxos voláteis, álcoois, ácido láctico, gás carbônico, hidrogênio, amônia e sulfeto de hidrogênio, além de novas células bacterianas. Como os ácidos graxos voláteis são o principal produto dos organismos fermentativos, estes são usualmente designados de bactérias fermentativas ácido génicas. A ácido génese é efetuada por um grande e diverso grupo de bactérias fermentativas, a exemplo das espécies *Clostridium* e *Bacteroids*. As primeiras constituem uma espécie anaeróbia que forma esporos, podendo dessa forma, sobreviver em ambientes totalmente adversos. As bactérias encontram-se comumente presentes nos tratamentos digestivos, participando da degradação de açúcares e aminoácidos. A maioria das bactérias ácido génicas são anaeróbias estritas, mas cerca de 1% consiste de bactérias facultativas que podem oxidar o substrato orgânico por via oxidativa. Isso é particularmente importante, uma vez que as bactérias estritas são protegidas contra a exposição ao oxigênio eventualmente presente no meio.

Acetogénese

As bactérias aceto génicas são responsáveis pela oxidação dos produtos gerados na fase ácido génica em substrato apropriado para as bactérias metalogénicas. Dessa forma, as bactérias aceto génicas fazem parte de um grupo metabólico intermediário que produz substrato para as metalogénicas. Os produtos gerados pelas bactérias aceto génicas são o hidrogênio, o dióxido de carbono e o acetato. Durante a formação dos ácidos acético e propiónico, uma grande quantidade de hidrogênio é formada, fazendo com que o valor do pH no meio aquoso decresça. De todos os produtos metabolizados pelas bactérias ácido génicas, apenas o hidrogênio e o acetato podem ser utilizados diretamente pelas metalogénicas. Porém pelo menos 50% da DQO biodegradável é convertida em propionato e butirato, os quais são posteriormente decompostos em acetato e hidrogênio pela ação das bactérias aceto génicas.

Metanogénese

A etapa final no processo global de degradação anaeróbia de compostos orgânicos em metano e dióxido de carbono é efetuada pelas bactérias metalogénicas. As metalogénicas utilizam somente um limitado número de substratos, compreendendo ácido acético, hidrogênio /dióxido de carbono, ácido fórmico, metanol, metilaminas e monóxido de carbono. Em função de sua afinidade por substrato e magnitude de produção de metano, as metalogénicas são divididas em dois grupos principais, um que forma metano a partir de ácido acético ou metanol, e o segundo que produz metano a partir de hidrogênio e dióxido de carbono, como a seguir:

- bactérias utilizadoras de acetato (acetoclásticas);
- bactérias utilizadoras de hidrogênio (hidrogenotróficas).

Além das fases descritas anteriormente, o processo de digestão anaeróbia pode incluir, ainda, uma outra fase, dependendo da composição química do despejo a ser tratado. Despejos que contenham compostos de enxofre são submetidos à fase de sulfetogénese (redução de sulfato e formação de sulfetos), conforme descrito a seguir:

Sulfetogénese

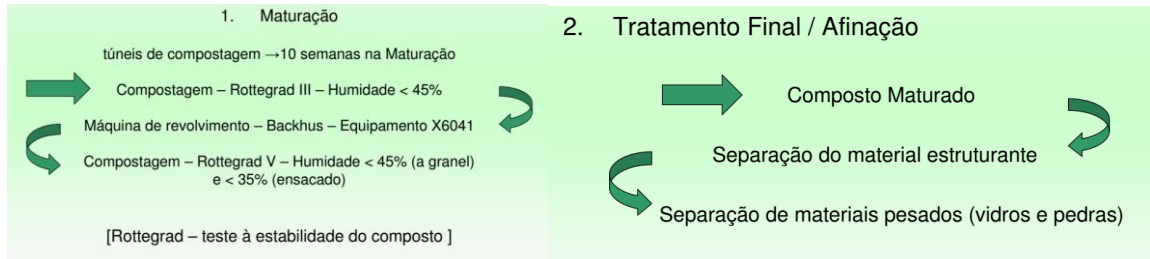
A produção de sulfetos é um processo no qual o sulfato e outros compostos a base de enxofre são utilizados como recetores de eletrões durante a oxidação de compostos orgânicos. Durante este processo, sulfato, sulfito e outros compostos sulfurados são reduzidos a sulfeto, através da ação de um grupo de bactérias anaeróbias estritas, denominadas bactérias redutoras de sulfato (ou bactérias sulforedutoras). As bactérias sulforedutoras são consideradas um grupo muito versátil de microrganismos, capazes de utilizar uma ampla gama de substratos, incluindo toda a cadeia de ácidos graxos voláteis, diversos ácidos aromáticos, hidrogénio, metanol, etanol, glicerol, açúcares, aminoácidos, e vários compostos fenólicos. As bactérias sulforedutoras dividem-se em dois grandes grupos Bactérias sulforedutoras que oxidam seus substratos de forma incompleta até o acetato e Bactérias sulforedutoras que oxidam seus substratos completamente até o gás carbônico.

Vantagens dos processos anaeróbios

Baixa produção de lodo, cerca de 5 a 10 vezes inferior a que ocorre nos processos aeróbios, não há consumo de energia elétrica, uma vez que dispensa o uso de bombas, arejadores, válvulas solenoides, painéis elétricos, baixa demanda de área, reduzindo os custos de implantação, produção de metano, um gás combustível de elevado teor calorífico, possibilidade de preservação da biomassa (colônia de bactérias anaeróbias), sem alimentação do reator, por vários meses, ou seja, a colônia de bactérias entra em um estágio de endogenia, sendo reativada a partir de novas contribuições. É importante frisar, que contrariamente ao processo anaeróbio, nos **processos aeróbios**, onde as bactérias dependem do oxigênio que é injetado através de arejadores, a falta de energia elétrica ou queima de motor, coloca todo o sistema em colapso, uma vez que não havendo oxigênio, perde-se todo o campo biológico (morrem todas as bactérias aeróbias)

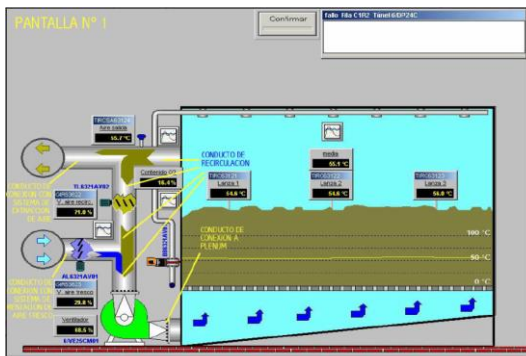
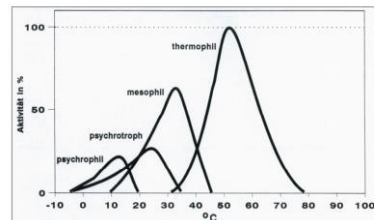
Anexo 2

Formação ETVO

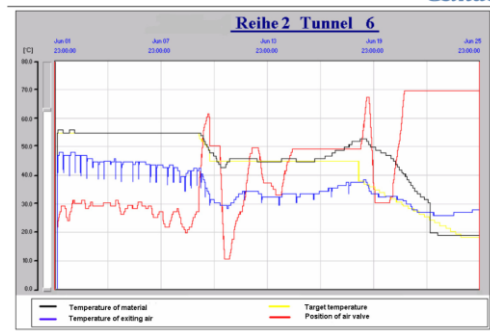


Equipamento	Nº	Capacidade [ton/h]	Granulometria [mm]	Densidade [ton/m3]	Teor de humidade [%]
Tremonha doseadora	H6030/ Z6031	10			
Transportador	H6032	10			
Crivo Densimétrico (Separa o material estruturante)	F6033	10	Crivo malha 14 (6 m2 de área)	0,4 a 0,7	35 a 45
Transportador (Recebe o composto sem material estruturante)	H6034	9,6	0-12	0,4 a 0,8	35 a 45
Separador metais pesados	F6035	9,6	0-12	0,4 a 0,8	35 a 45
Transportador (Recebe o composto)	H6036	2-5	0-12	0,4 a 0,8	35 a 45

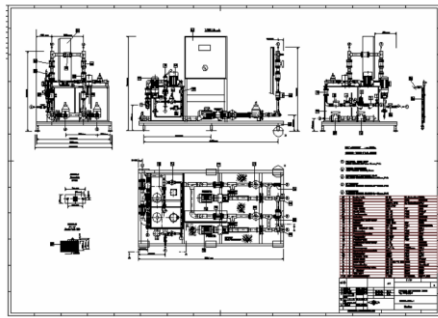
Activity of micro organisms



Tunnelsupervision



FLOCCULENT DOSING STATION



CENTRIFUGATE SYSTEM



CLOSED CIRCUIT PIPELINE TO PROVIDE CENTRIFUGATE AT VARIOUS PLACES

CENTRIFUGATE BUFFER TANK B 3008

Volume 400 m³

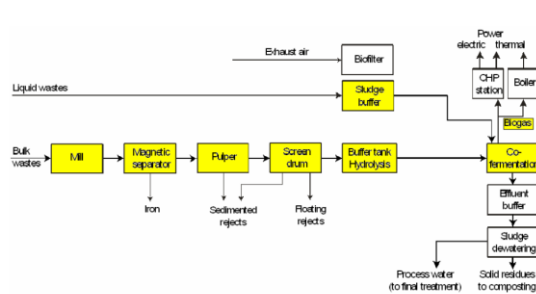
HIGH PRESSURE PUMPS P3011

Capacity 100 m³/h

WASTE WATER TREATMENT FEEDING PUMPS P5001

Capacity 2 – 15 m³/h

Processflow



Domestic waste reception III



Pulper

- Dimensions
 - V = 23 m³
 - Q = aprox. 10 t/h + 25 m³/h
 - f = 220 rpm

- Function
 - Dispersion
 - Retention time
 - Rejects



Domestic waste reception V

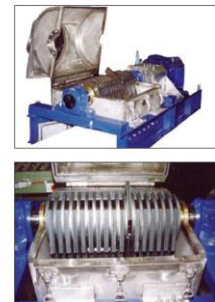


Restaurant waste reception II

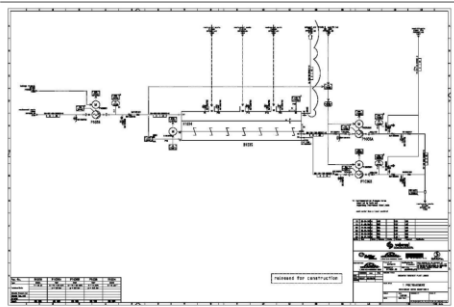


Hammermills

- Dimensions
 - f = 1450 rpm
 - Sieve
 - Hole size: D = 15 mm
 - Q = 7 t/h
- Dilution with fugat



Restaurant waste reception III



The microbiological process conditions I



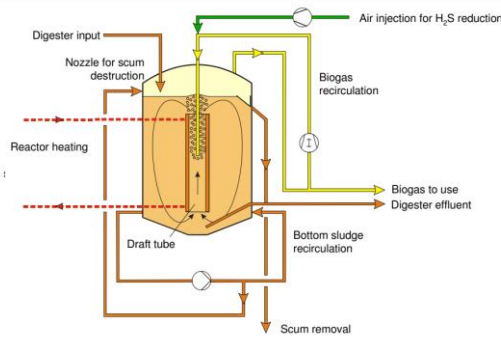
Hydrolysis

- pH = 6
- Retentiontime = 2-4 days

Digester

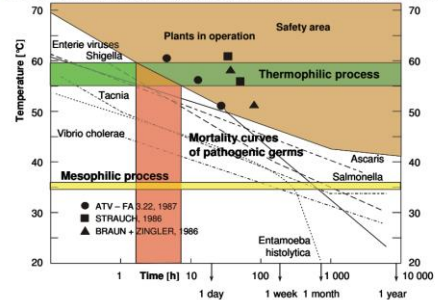
- pH = 8
- Retentiontime = 14 days

Principle of digester mixing device



Anaerobic digestion

Influence of temperature and time of exposure on the mortality of pathogens



Biogas IV

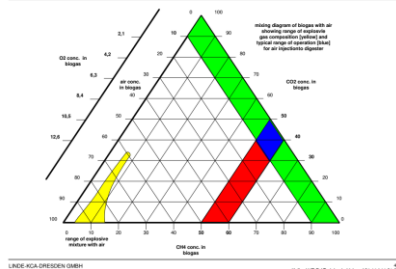
- **H₂S-reduction**
 - Air injection into the biogas
 - Suppress H₂S-formation
- **FeCl₃ into the sludge**
 - Separate as FeS in solid state

Biogas III

- **Gas composition**

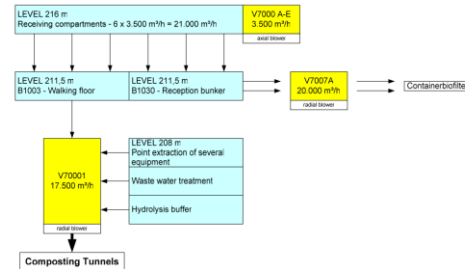
Gas	Composition	Percentage
Methane	CH ₄	60-65 %
Carbon dioxide	CO ₂	28-32 %
Nitrogen	N ₂	5-10 %
Oxygen	O ₂	<1 %
Hydrogenised sulfur	H ₂ S	<1 %

Inhibition of H₂S-production with air

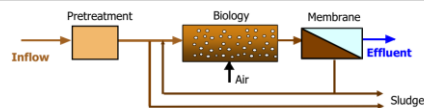


Flows

Reception and Pre-treatment Building



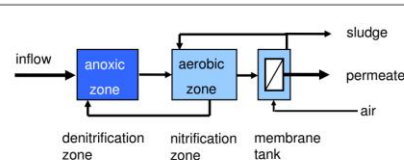
Advantages of MBR



Advantages of MBR

- **Complete retention of particles**
 - High effluent quality (no particles / bacteria / viruses)
 - High potential for water reuse
- **No problems with non-settling sludge (filamentous bacteria, small flocs etc.)**
- **Significant increase of biomass concentration possible**
 - Reduction in footprint or excess sludge production

MBR with pre-denitrification



Nitrification tank:

Carbon removal: $C + O_2 \rightarrow \text{biomass} + CO_2 + \text{energy}$
 Nitrification: $NH_4^+ + 1.5 O_2 \rightarrow NO_2^- + H_2O + 2H^+ + \text{energy}$
 $NO_2^- + 0.5 O_2 \rightarrow NO_3^- + \text{energy}$

Denitrification tank:

Denitrification: $NO_3^- \rightarrow NO_2^- \rightarrow NO \rightarrow N_2O \rightarrow N_2$

Anexo 4

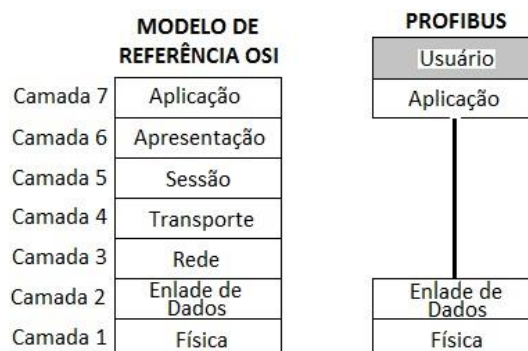
Protocolo comunicação Profibus DP/PA

A arquitetura da rede Profibus baseia-se em protocolo de rede que segue o modelo ISO/OSI. No Profibus DP são utilizadas as camadas 1 e 2 e também a Interface do Usuário. Já no Profibus PA e Profinet, além dessas, a camada 7 também é utilizada. Essa arquitetura simplificada garante uma transmissão de dados eficiente e rápida.

- A **camada 1** inclui o meio físico onde a mensagem é transportada, tipicamente um cabo blindado de par trançado. Ela descreve a tecnologia de transmissão dos dados, a pinagem dos conectores e os parâmetros técnicos e elétricos que devem ser cumpridos . É nesta camada que ocorre o transporte dos dados representados por um conjunto serial de bits entre dois equipamentos terminais , via um suporte de transmissão, que pode ser os meios físicos RS-485 ou fibra ótica. A camada Física não interpreta os dados; ela somente passa os dados para a Camada de Enlace.

- A **camada 2** representa a camada de Enlace. É nessa camada que são formados os telegramas de mensagem. Aqui é feito o controlo de quando e por qual caminho a mensagem irá transmitir, a fim de evitar colisões entre dois ou mais equipamentos que querem transmitir ao mesmo tempo.

- A **camada 7** é quem faz a interface entre a máquina e o usuário. Acima da camada 7 está a funcionalidade “real” do instrumento tal como medição, atuação, controle ou a interface de operação de um configurador .



Meios Físicos Utilizados

- **RS485:** para uso universal, em especial em sistemas de automação da. É utilizado em DP;
- **IEC 61158-2:** para aplicações em sistemas de automação em controle de processo. É utilizado em PA;
- **Fibra Ótica:** para aplicações em sistemas que demandam grande imunidade à interferências e grandes distâncias.

Anexo 5

Dados dos Motores Combustão Interna Cogeração

Sistema dos gases de escape:			
M_{af}	(Quantidade de gases de escape - húmida) $\pm 8 \%$	kg/h	4555
L_p	(Remoção do nível de pressão acústica)	dB	---
NO_x	(Óxidos de azoto)	mg/m ³ 2)	500
CO	(Monóxido de carbono)	mg/m ³ 2)	---
$NMHC_{13}$	(Hidrocarboneto não metano)	mg/m ³ 2)	---

1) no caso de uma produção geral do sistema > 3 kg/h..

Os níveis de emissões dos gases de escape são válidos para gases de escape secos em relação aos 5% de O₂ nas condições de referência padrão, em que o motor a gás deve funcionar pelo menos a meia carga.

2) Valor das emissões dos gases de escape em mg/m³ em gases de escape secos, nas condições de referência padrão em relação aos 5% de O₂

Sistema do gás propulsor:			
M_z	(Teor de metano)		100
H_u	(Valor calorífico)	kWh/Nm ³	6
V_{gas}	(Gás propulsor) $\pm 5 \%$	Nm ³ /h	359

Circuito de água:			
V_{wv}	(água morna) $\pm 8 \%$	m ³ /h	41
V_{gk2}	(Água de refrigeração) $\pm 8 \%$	m ³ /h	25

Potência e eficácia:			
Q_{zu}	(Energia alimentada) $\pm 5 \%$	kWh/kWh	2,50
P_{me}	(Pressão efectiva média)	bar	17
P_m	(Potência mecânica)	kW	861
P_{el}	(Potência eléctrica produzida com $\cos \phi = 1$)	kW	836
η_{el}	(Eficácia eléctrica)	%	38,8
η_{term}	(Eficácia térmica)	%	---
η_{ges}	(Eficácia geral)	%	---

Ar de aspiração:			
V_i	(ar de combustão) $\pm 5 \%$	Nm ³ /h	3226

Balanços de calor:			
Q_{gk1}	Permutador de calor (Mistura/Água) 1º nível	kW	113
Q_{gk2}	Permutador de calor $\pm 8 \%$ (Mistura/Água) 2º nível	kW	32
Q_{oel}	Permutador de calor $\pm 8 \%$ (óleo do motor/água)	kW	94
Q_{kw}	Permutador de calor $\pm 8 \%$ (água de refrigeração do motor/água)	kW	280
Q_{wv}	Rendimento térmico útil $\pm 8 \%$	kW	951
Q_{rs}	Calor residual $\pm 8 \%$	kW	---
Q_{ag}	Gás de escape $\pm 8 \%$ (200 °C) (gases de escape/água)	kW	464
Q_{st}	Calor de radiação	kW	70

Temperaturas:			
Temperatura de retorno da água morna (Esquema técnico A)	°C	70 + 3	- 20
Temperatura de avanço da água morna (Esquema técnico B)	°C	90	
Temperatura de entrada Permutador de calor mistura/água (2º nível) (Esquema técnico M)	°C	max. 50	
Temperatura de saída Permutador de calor mistura/água (2º nível) (Esquema técnico N)	°C	51,1	

Peso/medidas:			
G_{lr}	(Peso do agregado seco)	kg	8800
G_{gr}	(Peso do agregado cheio)	kg	9300
Comprimento		mm	5300
Largura		mm	1782
Altura		mm	2290

Anexo 6

Glossário ETVO

Anaeróbio Processo bioquímico na ausência de oxigênio livre.

Água Lixivante ou Lixiviado Efluente líquido que percorre através da massa de RSU confinada em aterro e que é resultante da água contida nos resíduos da precipitação (água da chuva) caída sobre a massa de resíduos e eventualmente da infiltração de águas subterrâneas preexistente.

Biogás Gás constituído, principalmente por uma mistura de metano e dióxido de carbono e proveniente da fermentação anaeróbia de resíduos orgânicos.

Biodegradável Que pode ser destruído por ação de um processo biológico.

Caldeira Equipamento que serve para aquecer água por aplicação de uma fonte de calor exterior com o fim de produzir água quente ou vapor.

Compostagem ou Reciclagem Orgânica Degradação aeróbia dos resíduos orgânicos até à sua estabilização, produzindo uma substância húmica (composto), utilizada como corretor dos solos.

Composto Fertilizante de solo, utilizável na agricultura ou em jardins, obtido a partir da degradação dos resíduos orgânicos.

Digestão Anaeróbia Utilização de resíduos orgânicos como substratos para o crescimento de bactérias com a função de, na ausência de oxigênio, estabilizar os resíduos e reduzir o seu volume. As bactérias consomem o carbono dos resíduos e a sua fonte de energia e convertem-no em produtos gasosos.

Lamas Resíduos sólidos acumulados, provenientes de diversas categorias de água, quer húmidos, quer misturados com um elemento líquido, em consequência de processos naturais ou artificiais.

Matéria Orgânica Matéria de origem animal, vegetal ou microbiana, viva ou morta em qualquer estado de conservação, passível de decomposição.

Resíduo (definição legal - DL 178/2006) Qualquer substância ou objeto de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer, nomeadamente os identificados na Lista Europeia de Resíduos.