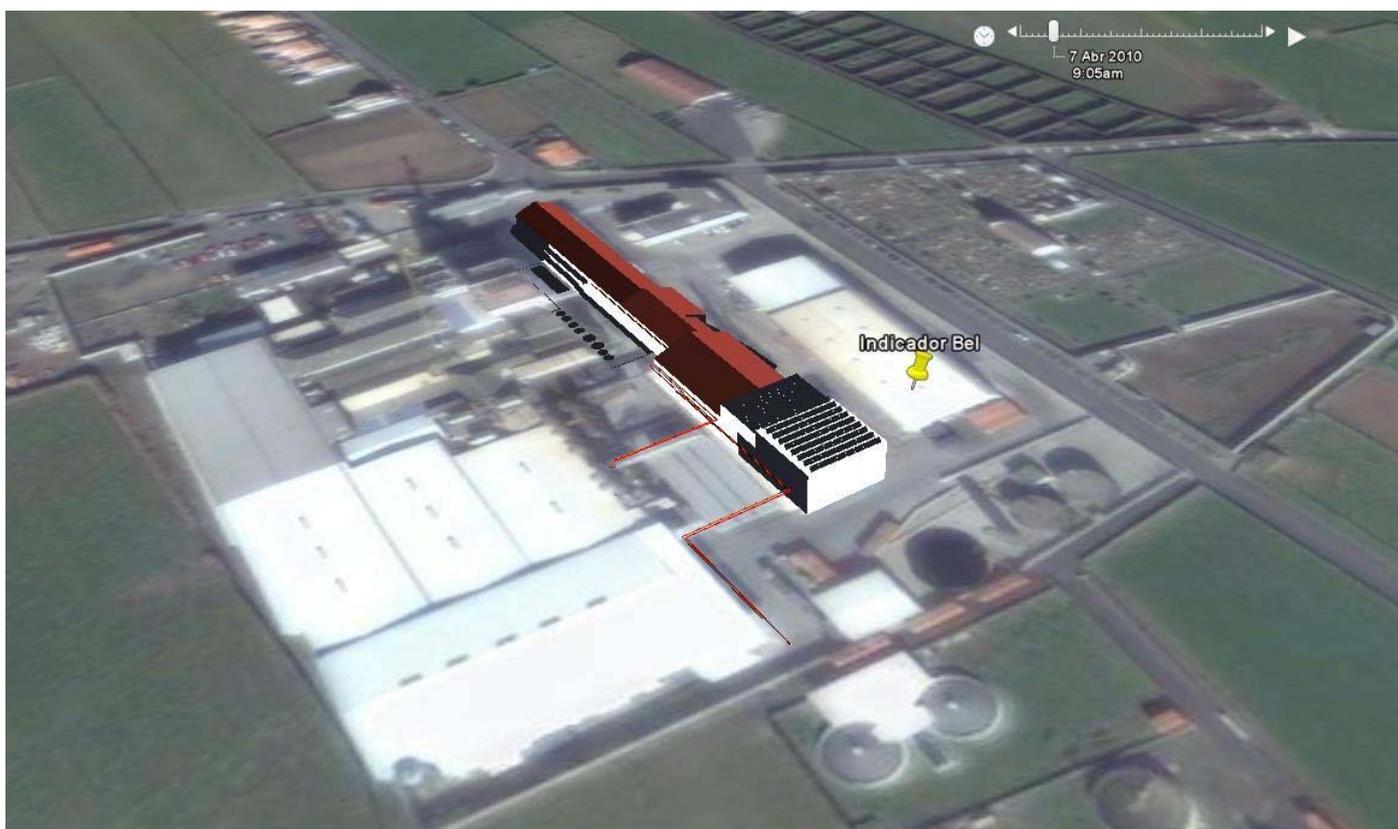




Universidade de Évora

Trabalho Final do Curso de Mestrado em Energia e Ambiente

Viabilidade de Reestruturação de uma Unidade de Produção de Energia Térmica com Recurso a Sistemas Solares Térmicos



Orientadora: Professora Doutora Isabel Malico

Co-Orientadores: Eng.º Carlos Pereira e Eng.º Rui Pimentel

Elaborado por: *Tiago Roque*



Universidade de Évora

Trabalho Final do Curso de Mestrado em Energia e Ambiente

Viabilidade de Reestruturação de uma Unidade de Produção de Energia Térmica com Recurso a Sistemas Solares Térmicos

Orientadora: Professora Doutora Isabel Malico

Co-Orientadores: Eng.º Carlos Pereira e Eng.º Rui Pimentel

Elaborado por: *Tiago Roque*

RESUMO

Este estudo foi realizado no âmbito do trabalho de projecto do curso de mestrado em Energia e Ambiente. A ideia deste projecto surge através do primeiro contacto com o meio empresarial, quando ingressei num programa de estágio profissional na empresa SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda, empresa do Grupo EDA - Electricidade dos Açores, SA. Já inserido e com o cargo de engenheiro estagiário fui destacado para acompanhar uma auditoria energética a uma fábrica de lacticínios - FROMAGERIES BEL, S.A, localizada em Ribeira Grande, São Miguel, Açores. O plano da auditoria energética foi adjudicado e executado em parceria por duas entidades competentes e reconhecidas para o efeito. As entidades envolvidas foram o instituto ISQ - Instituto de Soldadura e Qualidade e a SEGMA.

A ideia do projecto - *“Viabilidade de Reestruturação de uma Unidade de Produção de Energia Térmica com Recurso a Sistemas Solares Térmicos”*, surge como a possibilidade de reunir um plano de racionalização energética, promovendo os objectivos de redução de custos energéticos bem como a mitigação de efluentes gasosos nefastos ao ambiente.

O projecto desenvolvido analisa a viabilidade de implementação de um sistema solar térmico acoplado ao sistema de produção vapor no sector industrial de lacticínios. Ao longo do trabalho serão descritas de forma explícita as características do Grupo Gerador de Vapor, serão apresentados os seus principais componentes, a sua produção, o seu consumo de combustível e as suas fontes de poluição.

A concepção do projecto consiste em pré-aquecer a água da rede de alimentação de três caldeiras até à temperatura de 80 °C através de sistemas solares térmicos. A água já pré-aquecida é acumulada e pode ser utilizada em diferentes processos.

Para o dimensionamento do campo colector solar utilizou-se como programa de cálculo o SOLTERM, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). Como complemento, o dimensionamento também foi feito numa folha de cálculo no programa EXCEL. Para além do programa referido, utilizaram-se outras ferramentas que se revelaram extremamente úteis no estudo e dimensionamento do campo colector solar, como é Google SketchUp que nos dá importante informação ao nível das características geográficas do local e níveis de sombreamentos sobre a instalação.

O dimensionamento do campo colector solar realizado no SOLTERM aponta para resultados satisfatórios. Através da análise energética verificou-se uma fracção solar de 64,8 %, valor razoável para este tipo sistemas.

O presente projecto demonstra que o investimento em energia solar tem viabilidade económico-financeira, quer a empresa utilize fundos próprios, quer recorra a empréstimo bancário para o seu financiamento, originando um bom retorno para a empresa do capital investido.

ABSTRACT Feasibility of Using Solar Thermal Systems in an Existing Steam Production Facility

This research project was conducted within the final project of the master course in Energy and Environment. The project idea emerged through my first contact with professional activities. I joined a professional internship program in the company SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda, a company of Group EDA - Electricidade dos Açores, SA. As an engineer intern I was assigned to monitor an energy audit on a dairy - FROMAGERIES BEL, SA, located in Ribeira Grande, São Miguel, Açores.

The energy audit was carried out by two entities with recognized competence: SEGMA and ISQ. Apart from SEGMA, the other entity involved was ISQ Institute - Instituto de Soldadura e Qualidade.

The project idea - "Feasibility of Using Solar Thermal Systems in an Existing Steam Production Facility" came up when addressing the rational energy consumption measures, with the objectives of reducing energy costs and pollutants.

In this project the possibility of integrating a solar thermal system in a steam production facility in the dairy industry is analysed. Throughout the work, the characteristics of the Steam Generation facilities, its main components, production, fuel consumption and sources of pollution are presented.

The project considers solar energy to preheat water coming from the supply system to 80 °C, before entering the three boilers used to produce steam. The preheated water is stored and can be used in different processes.

For the sizing of the solar collector field SOLTERM of the Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) was used. Additionally, the design was also done in a EXCEL spreadsheet. However other tools have proved extremely useful in the study and design of the solar collector field, as it is the use of Google SketchUp that gives important information about the geographic characteristics of the location and levels of shading on the installation.

The sizing of collector field held in SOLTERM pointed to satisfactory results. Trough energy analysis there has been a solar fraction of 64,8 %, which is reasonable for this type of system.

This project demonstrates that investment in solar energy has economic and financial viability, whether the company uses its own funds, or resort to bank loans for financing, producing a good return for the company's invested capital.

Agradecimentos

Com o finalizar deste trabalho e percurso académico quero agradecer aos meus Pais por tudo aquilo que fizeram por mim, pelo apoio, pela motivação, e por mais, para que assim pudesse terminar os meus estudos.

Quero agradecer ao Departamento de Física, mais concretamente ao seu Corpo Docente, pelas boas condições de aprendizagem que oferecem aos alunos. Em especial, quero dirigir os meus agradecimentos à minha orientadora de Mestrado, Professora Doutora Isabel Malico, pela sua dedicação, disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

Para que este trabalho de projecto fosse possível realizar, foram-me facultadas diversas informações da Fábrica Fromageries Bel Portugal S.A, bem como as visitas necessárias para recolha de elementos. Por este facto e pela disponibilidade sempre demonstrada quero deixar a minha palavra de gratidão ao Eng.º Agostinho Leite.

Por fim, quero agradecer aos meus co-orientadores Eng.º Carlos Pereira e Eng.º Rui Pimentel pelo apoio e disponibilidade que sempre demonstraram.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento Teórico - Instalação de colectores solares térmicos em processos industriais	1
2. Caso de estudo - Descrição da Indústria de Lacticínios em Análise	5
2.1 Estudo de viabilidade para uma “Indústria de lacticínios”	5
2.2 Caracterização da unidade industrial de lacticínios em estudo.....	6
2.2.1 Descrição dos principais processos tecnológicos	6
2.2.2 Capacidade de produção	8
2.3 Caracterização do Grupo Gerador de Vapor	9
2.3.1 Elementos que constituem o grupo gerador de vapor.....	9
2.3.2 Caracterização das caldeiras instaladas	11
2.3.3 Capacidade de produção de vapor do grupo gerador de vapor.....	13
2.3.4 Consumo do grupo gerador	16
3. Implementação e Viabilidade Económica do Projecto Solar Térmico	17
3.1 Utilização de Colectores Solares para a Produção de Calor de Processo Industrial.....	17
3.1.1 Etapas preliminares de projecto - Disponibilidade e espaço no edifício	17
3.1.2 Configuração do sistema solar térmico.....	17
3.2 Dimensionamento do Campo Colector Solar	19
3.2.1 Dimensionamento do campo colector em folha de cálculo	19
3.2.2 Dimensionamento do primário	26
3.2.3 Volume de acumulação	37
3.2.4 Resultados obtidos pelo SOLTERM	39

3.3 Componentes que Constituem o Sistema	44
3.3.1 Características do colector (<i>Schüco double-glazed flat plate collector</i>).....	44
3.3.2 Características do permutador de calor.....	45
3.3.3 Características da bomba.....	46
3.3.4 Outros componentes hidráulicos da instalação solar	47
3.4 Áreas Seleccionadas para a Instalação do Sistema Solar Térmico	49
3.4.1 Características do processo industrial.....	50
3.4.2 Associação de colectores.....	50
3.5 Energia Associada ao Perfil de Consumo.....	54
4. Conclusão	56
Referências Bibliográficas:.....	58
ANEXO I.....	60
I.1 Grupo gerador	60
ANEXO II	63
II.1 Dados fornecidos referentes ao funcionamento do grupo gerador.....	63
II.2 Capacidade de produção de vapor	69
II.3 Certificado de qualidade do fuelóleo	75
II.4 Resultados obtidos das medições ao efluente gasoso do grupo gerador	79
ANEXO III - SOLTERM	82
III.1 Relatório energético com campo de colectores sobre o azimute 40°.....	83
III.2 Relatório energético com campo de colectores sobre o azimute 0°.....	87
III.3 Análise económica com campo de colectores sobre o azimute 40°.....	91

III.3.1 Análise do interesse num investimento em energia solar vs outro investimento financeiro seguro	91
III.3.2 Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar	91
III.4 Análise económica com campo de colectores sobre o azimute 0°	96
III.4.1 Análise do interesse num investimento em energia solar vs outro investimento financeiro seguro	96
III.4.2 Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar	96
ANEXO IV	101
Diagrama de princípio solar térmico	101
ANEXO V	103
Perdas por atrito em tubagens de cobre	103
ANEXO VI.....	105
VI.1 Folha de características do colector SchücoSol U.5 DG.....	105
VI.2 Certificado do produto SchücoSol U.5 DG.....	110
VI.3 Proposta de fornecimento do equipamento Schüco.....	112

Nomenclatura

A	Área da tubulação	[m ²]
c_p	Calor específico	[J/kg.K]
C_{ap}	Capacidade interna da tubagem	[l/m]
d	Diâmetro da tubagem	[m]
D	Distância mínima entre filas de colectores	[m]
e	Coefficiente de dilatação	[-]
E	Energia teórica média mensal	[MJ/m ²]
$F'(\tau\alpha)$	Rendimento óptico do colector	[-]
$F'UL$	Coef. global de perdas do colector	[W/m ² .K]
h_L	Entalpia da água de alimentação	[kJ/kg]
h_{Tot}	Entalpia do vapor	[kJ/kg]
h_0	Altura solar mínima do solstício de Dezembro	[°]
H	Irradiação	[J/m ²]
I	Irradiância	[W/m ²]
K	Factor de inclinação	[°]
k	Constante de segurança	[-]
$L_{eq.}$	Comprimento equivalente das singularidades	[m]
L_{real}	Comprimento total da tubagem do primário	[m]
L_{total}	Soma dos comprimentos (real + singularidades)	[m]
m	massa de água	[kg]
\dot{m}_{Recom}	Caudal mássico recomendado de fluido térmico por área de colector	[kg/(s.m ² col)]
$\dot{m}_{Recom\ col}$	Caudal mássico de fluido térmico por colector	[kg/h]
$\dot{m}_{Recom\ Tot}$	Caudal mássico de fluido térmico para todo o camno colector	[kg/h]

\dot{m}_v	Caudal mássico de vapor produzido	[kg/h]
P	Pressão relativa do sistema	[bar]
$(P+1)$	Pressão absoluta	[bar]
$P_{\text{elect.}}$	Potência eléctrica da bomba circuladora	[W]
P_{inicial}	Pressão inicial do sistema	[bar]
$P_{\text{máx}}$	Pressão máxima de abertura da válvula de segurança - 0,5	[bar]
P_n	Potência nominal da bomba	[W]
\dot{q}	Capacidade de produção de vapor (Potência térmica)	[kJ/kg]
Q	Energia Térmica	[MJ]
\dot{Q}	Caudal volúmico de fluido térmico	[m ³ /s]
T_{amb}	Temperatura ambiente	[K]
T_i	Temperatura média do fluido térmico	[K]
T_f	Temperatura da água de acumulação	[°C]
v	Velocidade do fluido térmico	[m/s]
v_m	Volume específico do vapor	[m ³ /kg]
V_c	Volume do circuito solar	[l]
V_n	Volume nominal do vaso de expansão	[l]
V_p	Volume dos colectores	[l]
V_u	Volume útil do vaso de expansão	[l]
α	Azimute	[°]
β	Inclinação	[°]
ΔP	Perda de carga na instalação	[Pa]
ΔT	Salto térmico	[°C]
η_{bomba}	Rendimento da bomba	[-]
η_{efectivo}	Rendimento efectivo do campo colector	[-]

$\eta_{\text{teórico}}$	Rendimento teórico do campo colector	[-]
$\rho_{\text{mist.}}$	Massa volúmica da mistura anticongelante	[kg/m ³]

1. Introdução

1.1 Enquadramento Teórico - Instalação de colectores solares térmicos em processos industriais

A energia é um factor essencial para o desenvolvimento económico, pelo que a segurança do seu abastecimento é um dos pilares básicos de qualquer estratégia de energia [1].

A diversificação do mix energético, quer das fontes quer das origens, é a melhor forma de assegurar elevados padrões de segurança [1].

O presente trabalho de projecto, enquadra-se nos novos objectivos da política energética do País e da Região Autónoma dos Açores:

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005, de 24 de Outubro assenta nos seguintes objectivos [2]:

- Garantir a segurança de abastecimento de energia, através da diversificação de recursos primários e dos serviços energéticos e da promoção da eficiência energética.
- Estimular e favorecer a concorrência, por forma a promover a defesa dos consumidores, bem como a competitividade e a eficiência das empresas.
- Garantir a adequação ambiental de todo o processo energético.

Com estes objectivos o Governo anunciou uma produção de electricidade com base em energias renováveis de 45% do consumo em 2010, superando os 39% comprometidos com a União Europeia [2].

No Anexo, o referido diploma “Estratégia nacional para a energia”, o ponto 3 “Reforço das energias renováveis”, vem redinamizar o uso da energia solar, nomeadamente, no que diz respeito à produção de água quente sanitária e industrial, dando sequência ao projecto “Água Quente Solar para Portugal”, tirando partido da nova legislação no âmbito da revisão do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) [2].

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril de 2010, define a nova estratégia nacional para a energia “ENE 2020”, adaptando e actualizando a estratégia definida pela **Resolução do Conselho de Ministros n.º 169/2005** e dá particular ênfase à energia solar, conforme consta do Anexo, no ponto dois [1]:

“Os investimentos em energias renováveis nos últimos anos fizeram de Portugal uma referência mundial neste domínio, nomeadamente no que diz respeito à energia eólica. Portugal assumiu para 2020, no quadro dos seus compromissos europeus, uma meta de consumo de energia final de 31% a partir de fontes renováveis. (...) Após as fortes apostas na energia hídrica e eólica, a energia solar posiciona-se como a tecnologia com maior potencial de desenvolvimento em Portugal durante a próxima década. A sua complementaridade com as restantes tecnologias renováveis, pelo facto de ser gerada nas horas de maior consumo, leva à afixação de um objectivo de 1.500 MW de potência instalada em 2020” [1].

O Decreto Legislativo Regional n.º 26/2006/A, de 31 de Julho, define os grandes objectivos energéticos para a Região Autónoma dos Açores - a segurança do abastecimento, a eficiência, a competitividade económica, protecção do ambiente e cria um sistema de incentivos à produção de energia, a partir de fontes renováveis, denominado “PROENERGIA”, destinado a pequenas e médias empresas, cooperativas, associações sem fins lucrativos, pessoas singulares ou condomínios [3]. Em 23 de Fevereiro, o **Decreto Legislativo Regional n.º 5/2010** adapta e actualiza o sistema de incentivos criado através do Programa anteriormente referido.

A responsabilidade pela concretização das linhas estratégicas definidas compete a todas as entidades envolvidas, particulares, sector público e privado. Só com o envolvimento de todos, o País pode atingir as metas definidas para 2020.

Pretende-se, com o presente projecto, estudar a viabilidade de aplicação de colectores solares térmicos, numa indústria de lacticínios, localizada nos Açores, com o objectivo de promover uma maior utilização da energia solar térmica por parte da indústria.

Através de pesquisas efectuadas constatou-se que, a partir dos anos 80, se foram instalando na Europa alguns sistemas solares térmicos para aplicações industriais [4].

Em Portugal, entre as primeiras instalações solares térmicas industriais, destacam-se as fábricas da Knorr e Ucal, Águas de Moura, que iniciaram o seu funcionamento na década de 80. A fábrica da Knorr instalou um campo colector com uma área de 440 m² para produzir água quente, para o processo de lavagem de utensílios [4]. Inserida na indústria de lacticínios, a fábrica Ucal, Águas de Moura, instalou um campo solar para aproveitamento de calor de processo, com uma temperatura de 280 °C à saída do campo de colectores [4].

No quadro 1, apresenta-se uma listagem de alguns sistemas solares acoplados a sistemas de produção de vapor, aquecimento de água e sistemas integrados no sector industrial de lacticínios, instalados na Europa (1980-2000).

Informação Geral			Informação do Processo		Informação do Sistema Solar	
Acrónimo	Empresa	Local	Ano de início de funcionamento	Processo	Área de colectores [m2]	Temperatura (saída do campo de colectores)
Espanha						
LACTARIA CASTELLANA	Lactaria Española	Alcorcón (Madrid)	1981	Processamento de Vapor para esterilização	600	180/220
Carcesa	Carnes y Conservas Españolas S.A	Merida (Badajoz)	1982 definitivamente 1985	Esterilização de carnes (Vapor para apoio)	1024	180
TE-PE	TE-PE S.A	Sevilha	1997	Indústria de Azeitonas pré-aquecimento de água	260	-
Grécia						
KASTRINO-GIANNIS	Kastrinogiannis S.A	Heraklion (Grécia)	1993	Tintagem na indústria têxtil; pré-aquecimento de água para a caldeira a vapor	180	-
MANDREKAS	Mandrekas S.A	Korinth	1994	Lacticínios; Produção de logurte	170	-
MEVGAL	Mevgal S.A	Thessaloniki	2000	Indústria de Lacticínios pré-aquecimento de água para caldeira a vapor	727	-
TRIPOU-KATSOURI	Tripou-katsouri	Athens	1993	Curtumes; pré-aquecimento de água para o gerador de vapor	308	-
Alpino	Alpino S.A	Thessaloniki	2000	Lacticínios; pré-aquecimento de água para a produção de vapor	576	-
Portugal						
Ucal, ÁGUAS DE MOURA	Ucal	Águas de Moura	1985	Produção de lacticínios	1120	280
KNORR	Knorr Best Foods S.A	Quinta do Mendanha, Carregado	1987	Água quente para lavagem de utensílios	440	-
Suíça						
SWISS HALLAU	Vinejard	Swiss Hallau	1983	Indústria alimentar; pasteurização	500	140

Quadro 1 - Instalações solares térmicas industriais instaladas e instalações acopladas a sistemas de processamento de vapor desde 1980. Fonte: [4] (Retirado parcialmente do quadro 7)

O mercado solar térmico Europeu evoluiu favoravelmente desde 1994. Mas, é no ano de 2008 que regista um maior crescimento; foram instalados no total 4.626.400 m² de colectores solares térmicos, havendo um acréscimo de 1.571.533 m² instalados em relação ao ano de 2007 [5].

A área de colectores solares térmicos instalados, em 2008, corresponde a uma capacidade de energia solar térmica instalada de 19.982 MW_t.

No mesmo ano, em Portugal, foram instalados 86.620 m², o que equivale a uma potência de 60,6 MW_t instalada [5].

No seguinte gráfico, é possível observar a evolução do solar térmico entre as décadas de 90 e 2000. Pela observação, destaca-se o crescimento acentuado para os anos de 2006 e 2008 [5].

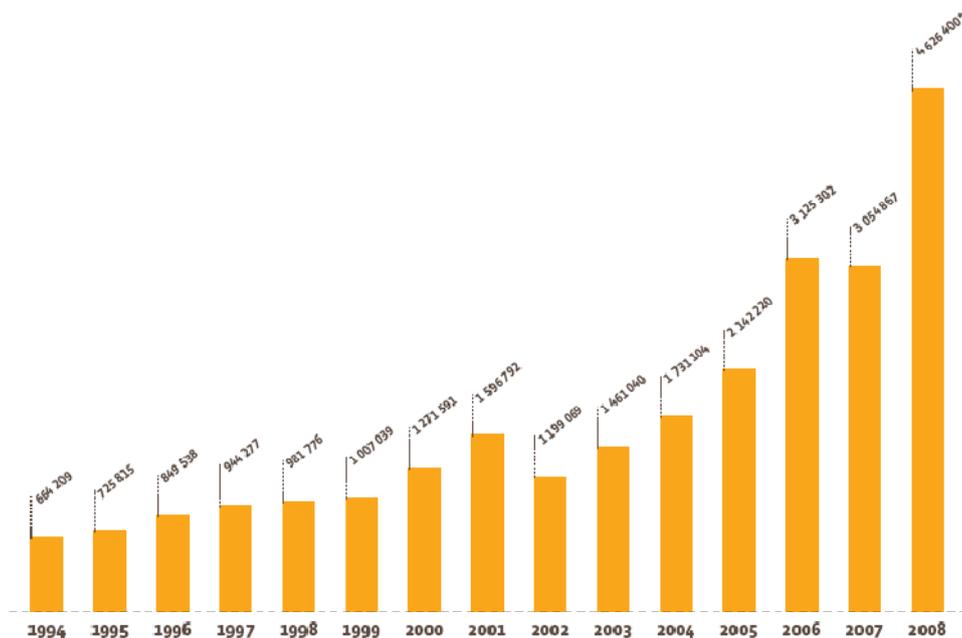


Gráfico 1 – Área de colectores solares (em m²) instalada entre 1994 e 2008. Fonte: [5]

Em parceria, os programas “Aquecimento e Arrefecimento Solar (*SH&C*)” e “Solar Paces” da AIE, *Task 33/IV*, desenvolveram um projecto de investigação de novos colectores solares, adequados a aplicações industriais, para utilização de calor de processo na gama das temperaturas de 80 °C a 250 °C. O projecto foi concebido para atrair a cooperação do maior número de empresas, envolvendo as responsáveis pelo projecto, fabrico e comercialização dos sistemas solares [6].

Na sequência destes programas, foi elaborado um relatório, que realça o potencial da energia solar em aplicações industriais ainda por explorar, que não deve ser ignorado face à sua relevância no consumo total de energia final [7]. Além disso, as necessidades de calor, em certos sectores da indústria, situam-se numa faixa de baixa e média temperatura, conforme demonstraram os casos de estudo e estatísticas efectuadas na indústria [7]. Conclui-se, ainda, que a energia solar poderá proporcionar à indústria 0,75 % das suas necessidades de calor.

2. Caso de estudo - Descrição da Indústria de Lacticínios em Análise

2.1 Estudo de viabilidade para uma “Indústria de lacticínios”

Nas indústrias de lacticínios utilizam-se diferentes processos tecnológicos com elevado consumo térmico, tais como a pasteurização e a secagem. Estes processos revelam grande potencial para o aproveitamento da energia solar, já que laboram diariamente e com elevada despesa de energia térmica. São também interessantes os processos de desidratação (produção de leite em pó) devido ao seu elevado e constante consumo de calor [4].

Na produção, tanto o leite como o soro de leite coalhado, são pulverizados em grandes torres com ar que é aquecido entre 60 °C (proveniente da recuperação de calor) e os 180 °C. Estes processos operam mais de 8.000 horas/ano.

A pasteurização e a esterilização são outros processos susceptíveis de exploração da energia solar. No processo de pasteurização, é possível distinguir entre LTLT (baixa temperatura, muito tempo), em que o produto é aquecido a 62-65 °C durante 30 minutos e é arrefecido até 4 °C, e HTST (alta temperatura, pouco tempo), que opera a temperaturas entre 72 e 85 °C e é também arrefecido até aos 4 °C [4]. O processo de pasteurização LTLT, é actualmente pouco utilizado. No processo, os organismos patogénicos e a maior parte dos microrganismos são destruídos por este tratamento e o arrefecimento do leite até 4 °C prolonga a sua conservação até 2- 3 dias, evitando o desenvolvimento de bactérias [8].

A esterilização UHT (ultra alta temperatura) requer temperaturas entre os 130-150 °C para serem aplicadas durante 2 a 3 segundos. O nível de temperatura exigido pelo processo é conseguido directamente através de jactos de vapor ou, indirectamente, num permutador de calor [4].

No seguimento de uma auditoria energética, realizada em Outubro de 2008, à fábrica de lacticínios Fromageries Bel Portugal S.A, localizada em S. Miguel - Açores, surgiu o objectivo de utilizar sistemas solares térmicos, para pré-aquecer a água de alimentação do grupo gerador de vapor existente na fábrica.

Este projecto integra-se no plano de racionalização energética e promove a redução de custos com combustíveis e a mitigação das emissões gasosas produzidas pelo grupo gerador de vapor. A concepção do projecto consiste em, através de sistemas solares térmicos, pré-aquecer a água de

alimentação de três caldeiras até à temperatura de 80 °C. A água pré-aquecida será acumulada, para que, dessa forma, possa ser utilizada em diferentes processos, se necessário.

Numa fase inicial de projecto, foram recolhidas diversas informações acerca da disponibilidade do espaço na fábrica, adequado à instalação do campo colector solar. Recolheram-se dados sobre os consumos de energia térmica e fez-se o estudo de todo o grupo gerador de vapor.

Numa fase posterior, procedeu-se ao dimensionamento do campo colector solar em folha de cálculo, determinando-se de forma aproximada o número de colectores a instalar, de forma a satisfazer as necessidades de consumo previsto. De seguida, dimensionou-se todo o sistema solar térmico, incluindo o circuito primário e secundário, bem como todos os equipamentos que constituem o sistema.

Na fase final de projecto, utilizou-se como programa de cálculo, o SOLTERM, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). Foram inseridos no programa os dados resultantes dos cálculos referidos anteriormente, tais como: consumo de água quente previsto, caudal recomendado para o circuito primário, parâmetros que caracterizam os colectores solares utilizados, características geográficas locais, etc. Concluída a inserção de dados, procedeu-se à análise energética do sistema e, após esta simulação, efectuou-se a análise económica do projecto.

2.2 Caracterização da unidade industrial de lacticínios em estudo

A Fábrica da Ribeira Grande, propriedade da Fromageries Bel, localiza-se na estrada Regional, freguesia da Matriz, concelho da Ribeira Grande, Ilha de São Miguel, Região Autónoma dos Açores. A Fábrica actualmente produz dois tipos de queijo (bola e barra), manteiga, leite em pó e lacto-soro.

2.2.1 Descrição dos principais processos tecnológicos

O leite é recolhido e transportado até à fábrica em viaturas equipadas com cisternas de aço inox isotérmicas. A recepção é feita sob um coberto, junto a linhas de bombagem que enviam o leite para as cisternas da fábrica. Já feita a descarga do leite, as viaturas deslocam-se para locais de lavagem via CIP, situados ainda sob o mesmo coberto [9].

- **Armazenagem, Termização e Estandarização do Leite**

Depois de medido, o leite passa aos tanques pulmão de leite cru, onde alimenta duas linhas de termização e estandarização. Esta última operação é definida em função dos lotes a preparar, nos

quais a composição pretendida depende do tipo e característica do produto a fabricar. Segue-se o desnate e a bactofugação (processo de higienização do leite) [9].

As natas resultantes do teor de matéria gorda, são enviadas para tanques de pulmão próprios, seguem para a pasteurização e posteriormente para depósitos maturadores, para o fabrico de manteiga [9].

- **Distribuição para a Pasteurização**

É no circuito das diferentes linhas de fabrico que se interpõem as operações de pasteurização. O leite para fabrico de queijo é enviado para as cubas, as natas são enviadas para os depósitos maturadores localizados na manteigaria [9]. A manteiga é obtida a partir de natas, que são inicialmente pasteurizadas (normalmente a temperaturas entre 90 °C e 95 °C, durante 20 a 30 segundos) e arrefecidas até à temperatura desejada, antes de passar para as cubas de maturação. Após o período de maturação, as natas são introduzidas em batedeiras, onde se produz manteiga [8].

No fabrico de queijo, o leite fluirá directamente para as cubas de fabrico. Durante o processo, é-lhe adicionado coalho e, após a coagulação é efectuado o corte da coalhada. Concluído o trabalho, nas cubas, a coalhada e o soro são enviados para tinas de pré-prensagem, seguindo-se a separação do soro por aplicação de determinada pressão, forma-se o bloco e pressiona-se a massa para enformagem [9].

A enformagem é efectuada através de um processo automático, onde são usados moldes, cujas características serão determinadas pelos tipos de queijo a fabricar.

Durante a descarga das cubas, o soro é enviado para um tanque pulmão onde lhe são removidos os finos e a gordura. De seguida, é armazenado em tanques e, posteriormente, irá alimentar o sector de secagem. Numa primeira fase, através da evaporação parcial da água num processo de aquecimento (evaporadores de múltiplo efeito), o teor de sólidos no leite é aumentado, passando de 8-12% para 40-50%. Uma operação final de secagem elimina a maior parte da água remanescente, obtendo-se produtos com teores de sólidos de 96 a 97% [8].

A secagem por atomização é o método mais comum e baseia-se num processo de evaporação da água [8].

O soro em pó (lacto-soro) é produzido de acordo com o mesmo processo de fabrico do leite em pó, mas a concentração de sólidos, após a evaporação, é de cerca de 55 a 60% [8].

A secagem do lacto-soro justifica-se por razões ambientais. Este subproduto, proveniente do fabrico do queijo, constitui um factor de poluição determinante das características do efluente líquido deste tipo de indústrias [9].

2.2.2 Capacidade de produção

Para informar o leitor acerca da capacidade de produção da fábrica, são apresentadas abaixo tabelas referentes à evolução de cinco anos de produção e recepção de matéria-prima.

Tabela 2 - Evolução da produção para 5 anos. Fonte: [9]

Quantidade de produtos acabados em [ton]				
Ano	Queijo	Leite em pó	Lactosoro	Manteiga
2002	7.978	5.959	1.669	3.187
2003	8.140	5.967	1.960	2.907
2004	7.185	4.434	2.586	2.811
2005	6.960	3.200	2.877	2.324
2006	8.309	1.348	3.871	2.098

Tabela 3 - Volume de matéria-prima. Fonte: [9]

Volumes de laboração de leite [m ³]	
Ano	Volume
2002	144.040
2003	144.682
2004	125.067
2005	103.824
2006	81.252

2.3 Caracterização do Grupo Gerador de Vapor

Os geradores de vapor são dispositivos que promovem os processos de combustão e pela queima de um combustível são libertadas elevadas quantidades de calor que, durante o processo, se transfere para a água, podendo simplesmente elevar a temperatura da água ou formar vapor.

As caldeiras a vapor, são geradores de vapor mais simples e queimam algum tipo de combustível como fonte geradora de calor.

Numa unidade fabril dedicada à produção de produtos lácteos, como é de prever, as necessidades de consumo de energia térmica são extremamente elevadas. Na fábrica em estudo, encontra-se instalado um grupo gerador de vapor, constituído por três caldeiras para a produção de vapor, com uma capacidade de 31,5 MWt [9].

2.3.1 Elementos que constituem o grupo gerador de vapor

No anexo I apresenta-se, em planta, o circuito do grupo gerador de vapor, com os seguintes componentes que o constituem e que estão abaixo descritos:

- 3 caldeiras (2 caldeiras Morisa e 1 caldeira LGI).
- 1 desgasificador.
- 2 economizadores MDE-300.
- 1 colector de vapor.
- 1 depósito diário de nafta e depósito geral.
- 3 pré-aquecedores (42 L – 4,5 kW) existentes na linha de nafta e colocados num local precedente à entrada do combustível, de forma a aumentar a sua viscosidade e permitir o bombeamento.

As caldeiras queimam fuelóleo (*thick fuel oil*) e o vapor produzido destina-se a ser utilizado nos seguintes pontos:

- Circuito de aquecimento dos pasteurizadores.
- Alimentação das duplas paredes dos lactofermentadores e das cubas de fabrico.
- Tanques de soluções para lavagens do CIP.
- Alimentação das “unidades de tratamento de ar” e das salas climatizadas.
- Tanques de lavagem do equipamento de fabrico.
- Produção de águas quentes a utilizar nas lavagens manuais, em pontos dispersos por toda a instalação.
- Produção de águas quentes a utilizar para instalações de balneários.

O grupo gerador de vapor produz vapor em circuito aberto e recebe fluido para um depósito de recolha com três origens diferentes, água da rede, retorno de condensados e líquido proveniente de processos de desidratação de leite.

A injeção da água da rede, no depósito de recolha, é controlada por uma bóia de nível, que admite água da rede, quando a cota de nível no depósito não é satisfeita pela admissão dos outros dois fluidos, retorno de condensados e fluido resultante da desidratação do leite (usualmente designado por água da vaca).

De forma generalizada, é ilustrada, na figura abaixo, a configuração do circuito água/vapor:

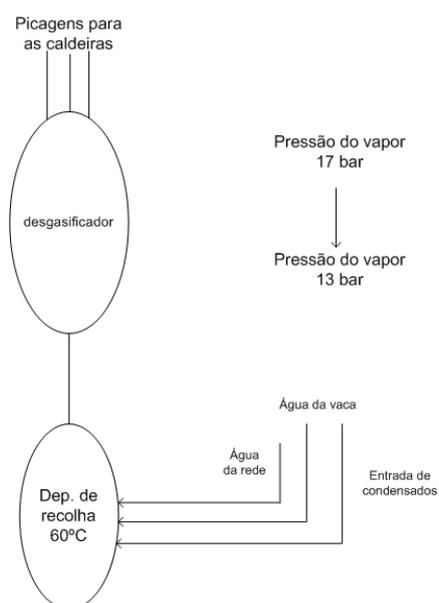


Figura 1 - Circuito água/vapor do grupo gerador.

2.3.2 Caracterização das caldeiras instaladas

Como já foi referido, na fábrica encontram-se instaladas três caldeiras (2 caldeiras Morisa e 1 caldeira LGI). Estas são classificadas como caldeiras de tubos de fogo ou gastubulares, onde os gases quentes da combustão atravessam a caldeira, pelo interior de tubos circundados por água, cedendo o calor que transportam à água [10].

Não exigem gastos com instalações especiais, com colunas de aço ou alvenaria, bastando apenas uma fundação simples e nivelada, com ligações à fonte de água e electricidade, para que a caldeira entre em funcionamento.



Figura 2 - Fotografia referente à caldeira Morisa 1 classificada como caldeira gastubular.

Esta tipologia de caldeiras é geralmente utilizada para satisfazer necessidades de vapor relativamente baixas e com níveis médios de pressão. Este equipamento torna-se competitivo para situações onde as taxas de vapor produzido se encontram acima dos 12.000 kg/h com um nível de pressão de 18 kg/cm² [11].

Por razões de ordem económica, apresentam um tipo construção compacta “*Packaged Boiler*” onde se podem queimar diferentes combustíveis, como óleo, gás ou combustíveis sólidos [11].

As caldeiras são constituídas por um corpo cilíndrico, que contém um tubulão, sobre o qual existe um conjunto de tubos de pequeno diâmetro. Estas possuem, geralmente, uma câmara de combustão de tijolos refractários na parte posterior, que recebe os gases quentes da combustão e os conduz para o espelho traseiro [10].

Estas unidades compactas alcançam elevados rendimentos térmicos, garantindo cerca de 83 % [11].

As duas tabelas seguintes resumem as características técnicas das três caldeiras instaladas e respectivos queimadores.

Tabela 4 - Características técnicas das caldeiras.

Caldeiras	Morisa 1	Morisa 2	LGI
Modelo	MSM 350	MSM 350	LGI 350-17
Nº de fabrico	830	986	2000
Ano de fabrico	1995	2003	2002
Pressão máxima (timbre)	17 bar	17 bar	17 bar
Superfície de aquecimento	350 m ²	350 m ²	354 m ²
Volume	22.770 l	22.770 l	28.583 m ³
Capacidade	-----	-----	28.583 m ³
Produção normal de vapor	14.000 kg/h	-----	-----
Produção máxima de vapor	14.100 kg/h	-----	-----
Produção vapor	-----	15.000 kg/h	-----

Tabela 5 - Características técnicas dos queimadores.

Queimadores	Marca	Modelo	Nº de Série	Size
Queimador Morisa 1	Hamworthy	384 352 132	6382	AWO35
Queimador Morisa 2	Hamworthy (Electrotec).	ERO235 500 02	Angle 137	cone 18,75
Queimador LGI	Weishaupt	WKMS70/2-A	51 18650	-----

2.3.3 Capacidade de produção de vapor do grupo gerador de vapor

A capacidade de produção de vapor de uma instalação é expressa, frequentemente, em quilogramas de vapor por hora (kg/h). Como, para valores distintos de temperatura e pressão, o vapor possui quantidades diferentes de energia, expressa-se a capacidade de uma caldeira em forma de calor total transmitido por unidade de tempo, \dot{q} , [kJ/h] [11].

Deste modo podemos, expressar a capacidade de produção de vapor como:

$$\dot{q} = \dot{m}_v \cdot (h_{Tot} - h_L) \text{ [kJ/h]}$$

Onde,

\dot{m}_v -Caudal de vapor produzido [kg/h].

h_{Tot} -Entalpia total do vapor [kJ/kg].

h_L - Entalpia da água de alimentação [kJ/kg].

Na sala do grupo gerador existe uma consola que regista os dados instantâneos produzidos por este. A título de exemplo, apresentam-se os seguintes quadros, com dados instantâneos retirados da consola no dia 3/03/09, onde são visíveis os valores de caudal de vapor, temperatura e pressão, nas diferentes linhas de distribuição de vapor.

<p>Fabrica velha CIP I e II</p> <p>Caudal – 1.685 kg/h</p> <p>Temperatura – 197,07 °C</p> <p>Pressão - 13,61 bar</p> <p>Energia Térmica – 932 kW</p>	<p>Fábrica de Queijo</p> <p>Caudal - 2.217 kg/h</p> <p>Temperatura – 196,2</p> <p>Pressão – 13,3 bar</p> <p>Energia Térmica – 1787 kW</p>	<p>Recepção e Tratamento de Leite</p> <p>Caudal -384 kg/h</p> <p>Temperatura – 196,96 °C</p> <p>Pressão – 13,88 bar</p> <p>Energia Térmica – 220 kW</p>
---	--	--

Quadro 2 - Dados instantâneos retirados a 3/3/09 da consola localizada na sala de caldeiras (linhas de vapor).

Os responsáveis da fábrica cordialmente forneceram registos de monitorizações do grupo gerador de vapor. Estes registos descrevem o consumo, a produção de vapor e as horas de funcionamento das caldeiras para um período de monitorização de quatro meses (Junho, Julho, Agosto e Setembro) do ano de 2008 e podem ser consultados no anexo II.2 (Capacidade de produção de vapor).

Com os registos fornecidos e com a informação dos dados instantâneos retirados a 3/03/09, podemos calcular a capacidade de produção de vapor aproximada para os diferentes meses, pois estes valores são característicos do funcionamento do grupo gerador de vapor.

Como exemplo de cálculo, será calculada a capacidade de produção de vapor do grupo, para o mês de Junho de 2008. Para os restantes três meses, a capacidade de produção de vapor será apenas apresentada em tabela. No anexo II apresentam-se os cálculos detalhados.

Numa primeira fase, fez-se a caracterização termodinâmica dos dois diferentes estados do fluido, líquido comprimido e vapor ligeiramente sobreaquecido. Com o auxílio do programa STEAM retirou-se os valores de entalpia e volume específico para os diferentes estados, como é visível na tabela 6.

Tabela 6 - Caracterização termodinâmica: estado, pressão, temperatura, entalpia, volume específico.

Estado	P [bar]	P [kPa]	T_{med} [°C]	h [kJ/kg]	v_m [m ³ /kg]
Liq. Comprimido	13	1.300	60 *	252	1,02E-03
Vapor sobreaquecido	13	1.300	197 **	2.800	0,15

* T_{med} - Temperatura média da água de alimentação ** T_{med} - Temperatura média do vapor sobreaquecido

Na expressão de cálculo da capacidade de produção de vapor já são conhecidos os valores das entalpias, estando em falta o valor do caudal mássico de vapor produzido, \dot{m}_v . Este valor pode ser conhecido através dos dados fornecidos, presentes no anexo II, no qual são conhecidas as horas de funcionamento e a quantidade de vapor produzido em m^3 . O valor do volume específico permite passar a quantidade de vapor produzido em m^3 para kg. Assim tem-se,

\dot{m}_v -caudal mássico de vapor - 14.758 kg/h.

h_{Tot} -Entalpia total do vapor sobreaquecido - 2.800 kJ/kg.

h_L - Entalpia da água de alimentação - 252 kJ/kg.

Agora, com todos os dados conhecidos, pode proceder-se ao cálculo da capacidade de produção de vapor, para o mês de Junho.

$$\dot{q} = \dot{m}_v \cdot (h_{Tot} - h_L) \text{ [kJ/h]}$$

$$\dot{q} = 14.758 \cdot (2.800 - 252)$$

$$\dot{q} = 37.603.384 \text{ kJ/h}$$

O cálculo dos restantes meses e a energia produzida pelo grupo durante o período de monitorização é apresentado na seguinte tabela:

Tabela 7 - Valores referentes ao cálculo da capacidade de produção de vapor e energia produzida pelo grupo gerador de vapor.

Mês/Item	Horas totais de funcionamento [h]	Total de vapor produzido [m^3]	Total de vapor produzido [kg]	Caudal mássico [kg/h]	Capacidade de prod. de vapor [kJ/h]	Energia produzida [kWh]
Junho 08	912	2.018.946	13.459.640	14.758	37.604.345	9.526.434
Julho 08	922	2.074.094	13.827.293	14.997	38.212.520	9.786.651
Agosto 08	819	1.984.998	13.233.320	16.158	41.170.329	9.366.250
Setembro 08	804	1.928.520	12.856.800	15.991	40.745.182	9.099.757
Total 122 dias	3.457	8.006.558	53.377.053	15.440	39.341.837	37.779.092

2.3.4 Consumo do grupo gerador

O consumo e despesa anual de fuelóleo, que é apresentado na tabela 8, foram fornecidos pelos responsáveis da fábrica [12].

Tabela 8 - Consumo anual de fuelóleo e custos dispendidos para o ano 2007.

Consumo / Factura Mensal Nafta 2007 (fuelóleo + Transportes)					
Meses	Consumo [kg]	Valor Transp. [€]	Valor Nafta [€]	Total Geral [€]	Custo p/100Kgs [€]
Janeiro	262.042	1.310,20	89.562,26	90.222,46	34,68
Fevereiro	285.857	1.429,29	93.012,69	94.441,98	33,04
Março	286.585	1.432,93	93.749,60	96.682,53	33,21
Abril	360.904	1.804,52	120.569,33	119.073,85	33,91
Mai	419.225	2.096,13	136.863,88	142.260,01	33,15
Junho	422.307	2.246,67	139.352,11	141.598,78	33,53
Julho	448.183	2.105,79	148.245,98	150.351,77	33,55
Agosto	397.441	1.987,21	128.249,48	130.236,69	32,77
Setembro	269.012	1.345,06	88.435,19	89.780,25	33,37
Outubro	298.142	1.490,71	102.545,09	99.535,8	34,89
Novembro	346.869	1.734,35	122.414,74	124.149,09	35,79
Dezembro	317.162	1.585,81	116.010,81	116.396,62	37,08
TOTAL	4.113.729	20.568,67	1.379.011,16	1.394.729,83	34,02

Foi, ainda, facultado o certificado de qualidade do fuelóleo, bem como os resultados das medições ao efluente gasoso do grupo gerador, que podem ser consultados nos anexos II.3 e II.4, respectivamente.

3. Implementação e Viabilidade Económica do Projecto Solar Térmico

3.1 Utilização de Colectores Solares para a Produção de Calor de Processo Industrial

3.1.1 Etapas preliminares de projecto - Disponibilidade e espaço no edifício

O local ideal para instalar o campo de colectores e acumular a água de pré-aquecimento seria próximo da sala do grupo gerador de vapor, em telhado ou terraço. Aí, a instalação ficaria próxima do consumo e da acumulação, evitando-se assim gastos desnecessários com tubagens e perdas térmicas.

Com este objectivo em mente, fez-se o levantamento do edifício, assinalando as suas características principais. Este levantamento incluiu a planta em formato CAD e um simples esboço efectuado no programa SketchUp, onde se mostram as principais dimensões do edifício, orientação e obstáculos encontrados para a instalação do campo de colectores solares a implementar. O edifício onde se encontra o grupo gerador de vapor apresenta telhados de duas águas com má orientação, com abas que possuem desvios relativamente à orientação Sul de cerca de 52° e 128°, respectivamente. Isto afectaria gravemente o rendimento e a energia térmica fornecida pelo sistema solar (só são aceitáveis desvios relativamente à orientação sul até 45°), o que conduz a uma redução na energia fornecida pelos colectores superior a 10% [13].

Nas imediações da sala de caldeiras, o espaço disponível é escasso e em grande parte ocupado por zonas afectas à circulação de camiões cisterna, o que vem dificultar a montagem do campo solar. Adicionalmente, verificou-se que o estado da cobertura não era o melhor. O telhado é constituído por telha metálica ondulada e não suportaria a carga do sistema solar.

3.1.2 Configuração do sistema solar térmico

Como já referido no capítulo 2.3 (Caracterização do Grupo Gerador de Vapor), o grupo produz vapor em circuito aberto e recebe fluido para um depósito de recolha com três origens diferentes, água da rede, retorno de condensados e líquido proveniente de processos de desidratação de leite.

A injeção da água da rede no depósito de recolha é controlada por uma bóia de nível, que admite água da rede quando a cota de nível no depósito não é satisfeita pela admissão dos outros dois fluidos.

O volume de água da rede injectado no depósito de recolha não é conhecido. Apenas é conhecido o volume total dos três líquidos injectados. Perante esta incerteza, admite-se que a água da rede injectada no depósito de recolha corresponde a cerca de 8.000 l diários injectados no depósito de recolha [14].

A ideia do projecto é, portanto, satisfazer o consumo de cerca de 5,68% do consumo total do grupo gerador de vapor, o que corresponde ao valor de 8.000 l de água diários a uma temperatura de 80 °C. Este consumo de água diário à temperatura de 80 °C corresponde a 655,56 kWh diários de energia.

3.2 Dimensionamento do Campo Colector Solar

Como já foi referido, no subcapítulo 2.1 - Estudo de viabilidade para uma “Indústria de lacticínios”, entre outras ferramentas de dimensionamento de sistemas solares térmicos, utilizou-se como programa de cálculo o SOLTERM, do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

Para proceder à análise de desempenho do referido sistema solar, no SOLTERM, há a necessidade de inserir os *inputs* que caracterizam a instalação, para que assim o software processe os dados fornecidos e efectue a análise energética e económica do sistema.

Os dados a inserir no SOLTERM resultam de cálculos de dimensionamento da instalação, que são apresentados no subcapítulo 3.2.2 - Dimensionamento do primário. No anexo III, serão apresentados os relatórios fornecidos pelo programa.

Como complemento ao dimensionamento feito pelo SOLTERM, foi elaborada uma folha de cálculo desenvolvida no programa EXCEL e que será apresentada ao longo do subcapítulo 3.2.1. Na folha de cálculo determinou-se a carga de consumo, o número aproximado de painéis solares para satisfazer as necessidades do consumo, a intensidade útil mensal, o rendimento do colector e a energia captada pelo sistema solar.

3.2.1 Dimensionamento do campo colector em folha de cálculo

Para o dimensionamento de um sistema de energia solar é essencial conhecer as quantidades de consumo, o perfil de consumo e a temperatura desejada para a água quente. Como foi visto, o consumo diário de água quente pré-aquecida é de 8000 l = 8 m³ diários a 80 °C. Com estes dados procedeu-se ao cálculo das necessidades térmicas de cada mês, indicadas na seguinte tabela:

Tabela 9 - Perfil de consumo. Cálculo da carga térmica. (*) Valores retirados da referência [16].

	1	2	3	4	5	6	7
Meses	Dias por mês	Cons. Mensal (m ³)	Temp. da rede * (°C)	Salto térmico (°C)	Nec. energ. mensal (Mcal)	Nec. energ. Mensal (MJ)	Nec. energ. diária (MJ)
Janeiro	31	248	14,6	65,4	16.219	67.861	2.189
Fevereiro	28	224	14,1	65,9	14.762	61.763	2.206
Março	31	248	14,6	65,4	16.219	67.861	2.189
Abril	30	240	15,1	64,9	15.576	65.170	2.172
Mai	31	248	15,5	64,5	15.996	66.927	2.159
Junho	30	240	16,5	63,5	15.240	63.764	2.125
Julho	31	248	17,5	62,5	15.500	64.852	2.092
Agosto	31	248	18	62,0	15.376	64.333	2.075
Setembro	30	240	17,4	62,6	15.024	62.860	2.095
Outubro	31	248	16,9	63,1	15.649	65.475	2.112
Novembro	30	240	15,4	64,6	15.504	64.869	2.162
Dezembro	31	248	14,9	65,1	16.145	67.550	2.179
	\sum (m ³)	976		\sum	108.438	453.703	14.841

Como se pode observar, a coluna 4 expressa o salto térmico entre a temperatura média mensal da água da rede e a temperatura final de pré-aquecimento ($\Delta T = 80^{\circ} - \bar{T}_{\text{mens.}}$).

As colunas 5 e 6 expressam a contribuição energética mensal, necessária para elevar o volume de água de consumo até à temperatura desejada, enquanto a coluna 7 expressa a contribuição diária. Estas quantidades calcularam-se utilizando a seguinte fórmula:

$$Q = mc_p \Delta T$$

sendo que: m- massa de água

c_p - calor específico (4.184 J/kg.K)

ΔT – salto térmico

Na tabela 10 apresenta-se os valores calculados para a irradiação teórica mensal [MJ/m^2] e intensidade útil de radiação solar [W/m^2], obtida para os colectores solares a instalar na fábrica da Ribeira Grande.

Tabela 10 - Cálculo da energia total teórica média mensal por m^2 e da intensidade útil mensal. (*) Valores retirados do SOLTERM (relatório climático) e convertidos em [MJ/m^2]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Meses	Inclinação óptima ($^{\circ}$)	Penalização	Irradiação horizontal média dia H (MJ/m^2) (*)	Zona urbana = 0,95; zona montanhosa = 1,05	Irradiação H (corrigido) (MJ/m^2)	K (factor de inclinação); $b = x^{\circ}$; $L = x^{\circ}$	Energ. Total teórica média mensal por m^2 E (MJ/m^2)	Nº de horas de sol	Intensidade útil mensal I (W/m^2)	Temp. ambiente durante as horas de sol ($^{\circ}\text{C}$)
Janeiro	32,49	0,96	6,5	0,95	5,9	1,3	7,944	8	276	13,4
Fevereiro	32,49	0,96	9	0,95	8,2	1,3	10,260	9	317	12,9
Março	32,49	0,96	11,9	0,95	10,9	1,2	12,481	9	385	13,4
Abril	32,49	0,96	15,5	0,95	14,1	1,0	14,701	9,5	430	14,1
Mai	32,49	0,96	19,1	0,95	17,4	1,0	16,722	9,5	489	15,7
Junho	32,49	0,96	19,4	0,95	17,7	0,9	16,631	9,5	486	17,6
Julho	32,49	0,96	20,9	0,95	19,1	1,0	18,489	9,5	541	19,7
Agosto	32,49	0,96	19,8	0,95	18,1	1,1	18,960	9,5	554	20,8
Setembro	32,49	0,96	15,5	0,95	14,1	1,2	16,822	9	519	19,8
Outubro	32,49	0,96	10,8	0,95	9,8	1,3	13,198	9	407	18
Novembro	32,49	0,96	7,2	0,95	6,6	1,4	9,390	8	326	15,8
Dezembro	32,49	0,96	5,8	0,95	5,3	1,4	7,511	7,5	278	14,4

A coluna 1 da tabela 10 apresenta a inclinação óptima a que se devem colocar os colectores. Esta depende da sua localização geográfica (latitude) e do período do ano em que se pretende maximizar a energia obtida.

A regra prática apresentada no guia para instaladores de colectores solares, descreve que a inclinação dever ser de igual valor ao da latitude, com menos cinco graus, para utilização durante todo o ano e de mais ou menos quinze graus, conforme se queira favorecer a captação no Inverno ou no Verão, respectivamente. A orientação ideal dos colectores é o Sul geográfico (voltados para o Equador) [15].

Como a fábrica da Ribeira Grande está situada geograficamente nas coordenadas $37^{\circ} 49' N$ de latitude e $25^{\circ} 30' W$ de longitude, com necessidades de consumo térmico todo o ano, deverá ser dado aos colectores a inclinação de $32,49^{\circ}$.

É possível calcular o efeito da orientação nos colectores, utilizando gráficos conhecidos como curvas de penalização, onde se apresentam as penalizações correspondentes à colocação dos painéis com diferentes inclinações e azimutes. As curvas representam a redução no rendimento face ao posicionamento óptimo do sistema solar, pois cada curva representa a energia produzida pelo sistema a dividir pela energia que o sistema produziria se estivesse na posição de orientação óptima. As curvas são planeadas para a latitude do local e para diferentes períodos de utilização do sistema (anual, semestre de Verão e semestre de Inverno) [16].

Como já foi referido, a orientação ideal dos colectores é o Sul geográfico (voltados para o equador) e sobre o azimute Sul.

O edifício onde se pretende instalar o campo colector solar apresenta um telhado de duas abas com má orientação e com desvios relativamente a Sul de cerca de 52° e 128° . Perante esta constatação, considera-se que a melhor solução seria transformar o telhado em terraço e colocar as baterias de colectores com um desvio de 40° relativamente a Sul, para que dessa forma se mantenha o equilíbrio hidráulico da instalação e não se afecte gravemente o rendimento do sistema solar.

Como se pode observar através da curva de penalização obtida em [16], para a latitude local de 37° e um desvio de 40° Sul, verifica-se que a penalização é aproximadamente de 0,96, como está representado na coluna 2 da tabela 10 e no gráfico 2.

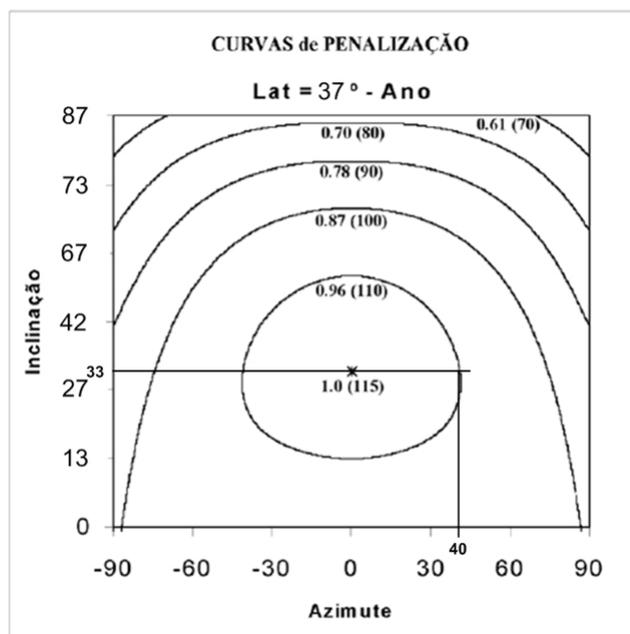


Gráfico 2 – Curva de penalização para período anual. Fonte: [16].

Para o cálculo da energia aproveitável, E , calculada na tabela 10, coluna 7, parte-se da irradiação local horizontal média diária de cada mês, H , introduzindo-se nesta correções para a orientação geográfica e para a localização do campo solar. Para a orientação geográfica, como já foi referido, o valor da penalização é retirado de gráficos de curvas de penalização. Para a localização do sistema, o valor da correção é de 0,95 para zonas urbanas e 1,05 para zonas montanhosas [16].

No passo seguinte, para se obter o valor de E (energia total teórica média mensal por m^2) é utilizado o valor K (tabelado) multiplicado por $H_{\text{(corrigido)}}$, dado pela expressão $E = K \cdot H_{\text{(corrigido)}}$ [16].

Tendo o valor da energia, facilmente se calcula a intensidade útil mensal de radiação [W/m^2] [16].

No processo de certificação de colectores solares, os organismos de certificação, como é o CERTIF, emitem certificados de qualidade, após se realizarem ensaios em laboratórios acreditados, onde se determinam parâmetros que permitem quantificar o desempenho dos colectores solares.

Na tabela 11, nas colunas 5 e 6, apresentam-se valores de parâmetros do colector seleccionado SchücoSol U5 DG retirados do certificado. Este colector plano de dupla cobertura e de alto rendimento foi concebido para funcionar com temperaturas próximas dos 100 °C em processos de aquecimento e climatização.

Com os parâmetros conhecidos, pode-se determinar o rendimento do colector pela equação “Hotel – Whillier-Bliss” [18]:

$$\eta = F'(\tau\alpha) - F'U_L \frac{(T_i - T_{amb})}{I}$$

Na expressão, o produto $F'(\tau\alpha)$, com valor 0,793 na tabela, representa o rendimento óptico do colector, onde F' é o termo de remoção de calor e $\tau\alpha$ representa o produto entre a transmitância e absorptância. O termo $F'U_L$ refere-se ao coeficiente de perdas e por último o termo $(T_i - T_{amb})$ representa a diferença entre a temperatura média do fluido e a temperatura ambiente [18].

Com a intensidade útil radiativa, I , determinada e conhecida, a temperatura média do fluido e a temperatura ambiente, podemos facilmente conhecer o valor do rendimento dos colectores em cada mês apresentado na tabela 11, coluna 8.

Tabela 11 – Folha de cálculo para determinar o rendimento efectivo do colector.

Meses	1 Nº de horas úteis de sol	2 I (Intensidade útil mensal) (W/m²)	3 Temp. ambiente durante as horas de sol (°C)	4 T_f (°C)	5 $F'(\tau\alpha)$	6 $F'U_L$	7 $\frac{F'U_L \cdot (T_f - T_a)}{I}$	8 η (teórico)	9 Correcção de sujidade	10 η (efectivo)
Janeiro	8	276	13,4	80	0,793	2,92	0,71	0,09	0,97	0,09
Fevereiro	9	317	12,9	80	0,793	2,92	0,62	0,17	0,97	0,17
Março	9	385	13,4	80	0,793	2,92	0,50	0,29	0,97	0,28
Abril	9,5	430	14,1	80	0,793	2,92	0,45	0,35	0,97	0,33
Maió	9,5	489	15,7	80	0,793	2,92	0,38	0,41	0,97	0,40
Junho	9,5	486	17,6	80	0,793	2,92	0,37	0,42	0,97	0,41
Julho	9,5	541	19,7	80	0,793	2,92	0,33	0,47	0,97	0,45
Agosto	9,5	554	20,8	80	0,793	2,92	0,31	0,48	0,97	0,47
Setembro	9	519	19,8	80	0,793	2,92	0,34	0,45	0,97	0,44
Outubro	9	407	18,0	80	0,793	2,92	0,44	0,35	0,97	0,34
Novembro	8	326	15,8	80	0,793	2,92	0,57	0,22	0,97	0,21
Dezembro	7,5	278	14,4	80	0,793	2,92	0,69	0,10	0,97	0,10

Rendimento óptico $F'(\tau\alpha)$	0,793
Coeficiente Global de Perdas $\left[\frac{W}{m^2K}\right]$	2,92

Na tabela 12, coluna 1, já é conhecida a energia incidente, E , e na coluna 2 o rendimento efectivo. Assim facilmente se calcula a energia captada por cada m^2 de colector solar, aplicando o produto de $\eta \cdot E \cdot (1 - 0,1)$, cujo resultado está representado na coluna 5. Aplicando agora o produto entre a energia mensal captada por cada m^2 e o número efectivo de colectores com respectiva área, determinamos a energia captada por mês efectiva em MJ.

Tabela 12 – Folha que nos permite conhecer de forma aproximada o nº de colectores e a energia por estes captada.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Meses	Energ. total Teórica média mensal por m ² E (MJ/m ²)	η (efectivo)	Perdas globais da instalação	Energia captada por dia (MJ/m ²)	Energia captada por mês (MJ/m ²)	Nec. energ. Mensal (MJ)	Superfície colectora (m ²)	Área de cada colector (m ²)	N.º de colectores teórico	N.º de colectores efectivos	Energ. captada por mês efectiva (MJ)
Janeiro	7,944	0,09	10%	0,610	18,901	67.861	3590	2,47	1454	96	4.481,871
Fevereiro	10,260	0,17	10%	1,561	43,705	61.763	1413	2,47	572	96	10.363,439
Março	12,481	0,28	10%	3,140	97,327	67.861	697	2,47	282	96	23.078,216
Abril	14,701	0,33	10%	4,432	132,972	65.170	490	2,47	198	96	31.530,316
Maió	16,722	0,40	10%	5,971	185,101	66.927	362	2,47	146	96	43.891,149
Junho	16,631	0,41	10%	6,074	182,205	63.764	350	2,47	142	96	43.204,504
Julho	18,489	0,45	10%	7,543	233,823	64.852	277	2,47	112	96	55.444,158
Agosto	18,960	0,47	10%	7,965	246,915	64.333	261	2,47	105	96	58.548,488
Setembro	16,822	0,44	10%	6,673	200,205	62.860	314	2,47	127	96	47.472,533
Outubro	13,198	0,34	10%	4,016	124,508	65.475	526	2,47	213	96	29.523,423
Novembro	9,390	0,21	10%	1,787	53,618	64.869	1210	2,47	490	96	12.713,893
Dezembro	7,511	0,10	10%	0,685	21,231	67.550	3182	2,47	1288	96	50.34,296

Por fim, a tabela 13 apresenta uma fracção solar de 47 %, o que quer dizer que apenas 53 % da energia consumida provém do grupo de apoio. Estes resultados, presentes no anexo III e descritos no subcapítulo 3.2.4.1, divergem dos produzidos pelo SOLTERM, que regista uma fracção solar de 64,8 %.

Tabela 13 - Tabela referente à fracção solar

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Meses	Energia captada por mês (MJ/m ²)	Nec. energ. Mensal (MJ)	Superfície colectora (m ²)	Área de cada colector (m ²)	N.º de colectores teórico	N.º de colectores efectivos	Energ. captada por mês efectiva (MJ)	% de energia fornecida pelo solar	% de energia fornecida pelo apoio	Fracção Solar	Energ. solar aproveitada
Janeiro	18,901	67.861	3.590	2,47	1454	96	4.481,871	6,6	93,4	47%	4.482
Fevereiro	43,705	61.763	1.413	2,47	572	96	10.363,439	16,8	83,2		10.363
Março	97,327	67.861	697	2,47	282	96	23.078,216	34,0	66,0		23.078
Abril	132,972	65.170	490	2,47	198	96	31.530,316	48,4	51,6		31.530
Maió	185,101	66.927	362	2,47	146	96	43.891,149	65,6	34,4		43.891
Junho	182,205	63.764	350	2,47	142	96	43.204,504	67,8	32,2		43.205
Julho	233,823	64.852	277	2,47	112	96	55.444,158	85,5	14,5		55.444
Agosto	246,915	64.333	261	2,47	105	96	58.548,488	91,0	9,0		58.548
Setembro	200,205	62.860	314	2,47	127	96	47.472,533	75,5	24,5		47.473
Outubro	124,508	65.475	526	2,47	213	96	29.523,423	45,1	54,9		29.523
Novembro	53,618	64.869	1210	2,47	490	96	12.713,893	19,6	80,4		12.714
Dezembro	21,231	67.550	3182	2,47	1288	96	50.34,296	7,5	92,5		5.034

Energia solar aproveitada	365.268,285 MJ
Necessidades energéticas totais mensais	783.284,966 MJ

Para facilitar a observação de todos os cálculos feitos na folha de cálculo é apresentada graficamente a energia fornecida pelo sistema solar e pelo grupo de apoio. Como é visível no gráfico 3, os equipamentos solares na estação de Inverno estão longe de garantirem o consumo energético. Desse modo, é necessário recorrer a um grupo de apoio que assegure as necessidades energéticas não cobertas pelo sistema solar.

No projecto, considera-se que as caldeiras a fuelóleo constituem o grupo de apoio, com a introdução de um permutador de calor, entre as caldeiras e um depósito acumulador de apoio. Assim, será garantido o défice de consumo energético.

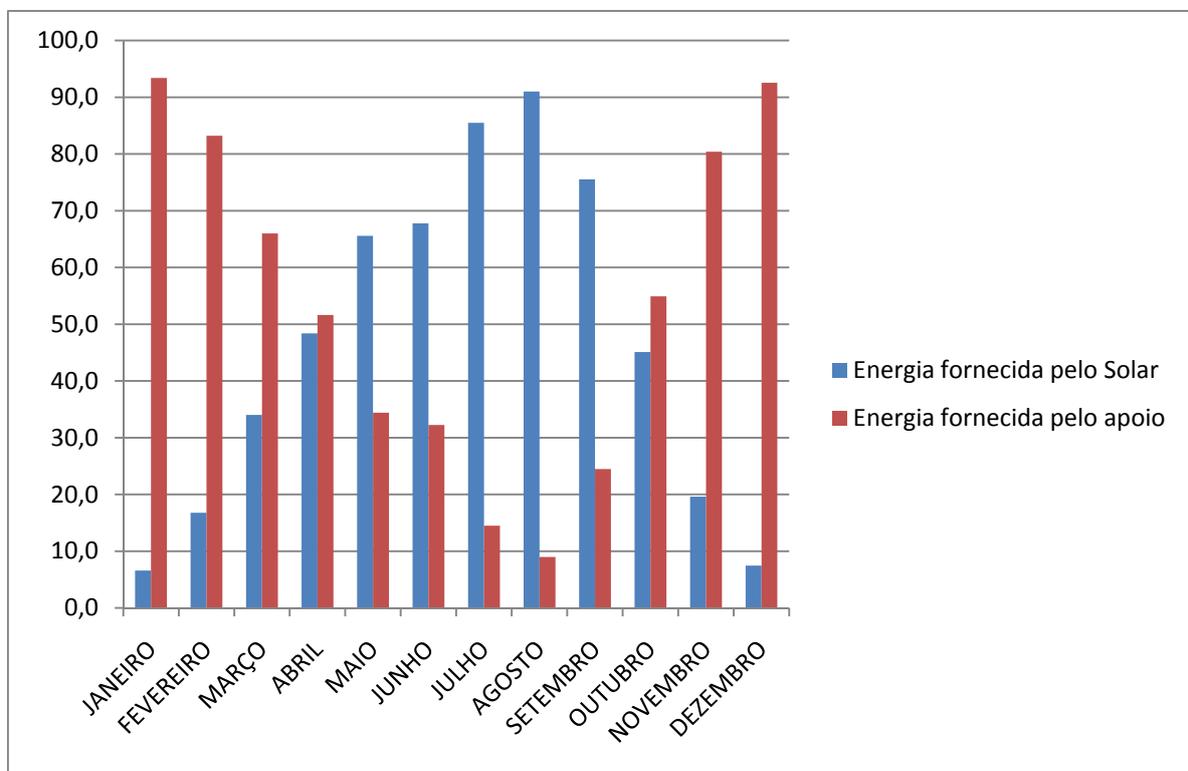


Gráfico 3 - Energia fornecida pelo solar vs Energia fornecida pelo apoio.

3.2.2 Dimensionamento do primário

3.2.2.1 Caudal do circuito primário

O caudal recomendado para o circuito primário depende das características do colector e do fluido de transferência, devendo assegurar um bom coeficiente de transmissão de calor entre o absorvedor e o fluido [17].

A determinação do caudal recomendado faz-se pela seguinte fórmula [16]:

$$\dot{m}_{\text{Recom}} = \frac{10 \cdot F'UL}{c_p}$$

\dot{m}_{Recom} - Caudal mássico de fluido térmico por área de colector. $\left[\frac{\text{Kg}}{(\text{s} \cdot \text{m}^2_{\text{col}})} \right]$

$F'UL$ - Coeficiente de perdas. $\left[\frac{\text{W}}{(\text{m}^2 \cdot \text{K})} \right]$

c_p - Calor específico a pressão constante do fluido (mistura anticongelante). $\left[\frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot \text{K})} \right]$

É comum utilizar-se no circuito primário, como fluido térmico, água ou uma mistura de anticongelante. A mistura de anticongelante serve como protecção da instalação evitando problemas de congelamento ou ebulição. A concentração deverá ser capaz de suportar, sem congelar, uma temperatura de cinco graus menor que a mínima histórica registada na zona. Em tabelas, é possível obter-se a percentagem em peso de anticongelante, que deve ser utilizada em função da temperatura [16].

Para este caso em concreto, a temperatura mínima histórica registada no local foi cerca de 5 °C [14]. Dessa forma, não seria necessário utilizar a mistura de propilenglicol. No entanto, optou-se, por questões de segurança, por utilizar uma mistura com a concentração 10% em peso.

Sendo o valor do calor específico a pressão constante da mistura de propilenglicol com a concentração em peso de 10 % e a 80 °C igual a $4.144 \frac{\text{J}}{(\text{kg} \cdot \text{K})}$, o caudal do fluido térmico por área de colector é dado por:

$$\dot{m}_{\text{Recom}} = \frac{10 \times 2,92 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right)}{4144 \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)} = 0,007 \frac{\text{kg}}{(\text{s} \cdot \text{m}^2_{\text{col}})} = 25,2 \frac{\text{kg}}{(\text{h} \cdot \text{m}^2_{\text{col}})}$$

O valor 2,92 (coeficiente de perdas) foi retirado do certificado do produto e pode ser consultado no anexo VI.2.

De seguida, calcula-se o caudal recomendado para um colector SchücoSol U.5 DG.

$$\dot{m}_{\text{Recom col}} = 25,2 \cdot \text{área absorsor}$$

$$\dot{m}_{\text{Recom col}} = 25,2 \frac{\text{kg}}{(\text{h} \cdot \text{m}^2_{\text{col}})} \cdot 2,47 \text{m}^2$$

A área do absorsor é de 2,47 m². Este valor foi retirado do anexo VI.2 (certificado do produto), logo,

$$\dot{m}_{\text{Recom col}} = 62,244 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

É preciso instalar o número suficiente de colectores solares para captar a energia necessária para satisfazer o consumo. Através de simulações efectuadas no SOLTERM, apresentadas no capítulo 4.5 concluiu-se que 96 colectores seriam capazes de assegurar as necessidades de consumo previsto.

Podemos agora calcular o caudal total recomendado para o campo colector de 96 colectores pela seguinte expressão:

$$\dot{m}_{\text{Recom Tot}} = 62,244 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 12 \cdot 8 \Leftrightarrow \dot{m}_{\text{Recom Tot}} = 5.975,424 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Conhecendo o valor da massa volúmica da mistura de propilenglicol com a concentração em peso de 10% e à temperatura de 80 °C ($\rho_{\text{mist.}} = 1008 \text{ kg/m}^3$), é possível determinar o caudal volúmico de fluido térmico que circula no circuito primário

$$\dot{Q} = \frac{\dot{m}_{\text{Recom Tot}}}{\rho} = \frac{5.975,424}{1008} = 5,928 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Leftrightarrow \dot{Q} = 5928 \frac{\text{l}}{\text{h}} \Leftrightarrow \dot{Q} = 1,645 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \Leftrightarrow \dot{Q} = 1,645 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Sabe-se pela experiência que, em circuitos primários, a velocidade máxima recomendada de circulação do líquido é de cerca de 1,3 m/s (1,5 m/s no máximo), se este circular de forma contínua [16]. Para o circuito secundário, a velocidade do líquido recomendada é cerca de 2,5 m/s. Também se recomenda que a perda de carga por cada metro linear não exceda os 40 mm c.a. [16].

Das duas condições anteriores, para a velocidade e perdas de carga, impõe-se um limite inferior ao diâmetro da tubagem.

Como primeira aproximação da estimativa do diâmetro mínimo, pode admitir-se a seguinte expressão [16]:

$$d = j\dot{Q}^{0,35} \Leftrightarrow d = 2,2 \cdot (5,928)^{0,35}$$

d - Diâmetro da tubagem. [cm]

\dot{Q} - Caudal volúmico de fluido térmico. $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right]$

j - 2,2 para tubagens metálicas e 2,4 para tubagens plásticas [16].

O que resulta em:

$$d = 4,1 \text{ cm} \Leftrightarrow d = 41 \text{ mm}$$

Pode utilizar-se a seguinte expressão para cálculo do diâmetro da tubagem, recorrendo à definição de caudal volúmico:

$$\dot{Q} = Av \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Q = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 v$$

Onde,

\dot{Q} - Caudal volúmico de fluido térmico. $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$

d - Diâmetro da tubagem. [m]

v - Velocidade. $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$

Isto resulta num diâmetro de,

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \Leftrightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,645 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,3}} \Leftrightarrow d = 0,040 \text{ m} \Leftrightarrow 40 \text{ mm}$$

Para se verificar a condição de limite de velocidade máxima de 1,5 m/s e se respeitar simultaneamente uma perda de carga por metro linear não superior a 40 mm c.a., é aconselhável consultar gráficos que nos dão as perdas por atrito em tubagens de cobre [16]. Neste caso, para que

as condições de velocidade e perda de carga fossem satisfeitas verificou-se graficamente que o diâmetro adequado é de 0,042 m para um caudal de aproximadamente 6 m³/h, tendo como condições limite os valores de 1,3 m/s para a velocidade e 40 mm c.a. para as perdas de carga (consultar anexo V).

Pode, de seguida, calcular-se a capacidade interna da tubagem (C_{ap}), que se traduz pelo conteúdo em litros por metro de comprimento de tubagem.

$$C_{ap} = \frac{\pi \cdot d^2}{4.000} \Leftrightarrow$$

Onde,

C_{ap} - Capacidade interna da tubagem. $\left[\frac{l}{m}\right]$

d - Diâmetro da tubagem. [mm]

Isso resulta numa capacidade interna de tubagem de,

$$C_{ap} = \frac{\pi \cdot 42^2}{4.000} \Leftrightarrow C_{ap} = 1,385 \frac{l}{m}$$

Nas instalações solares de grandes dimensões, o volume do fluido contido nas tubagens pode ser considerável e deverá ser calculado, para que se conheça a quantidade em litros de fluido térmico presente em toda a tubulação. O cálculo também é necessário para o dimensionamento do vaso de expansão da instalação, tema que será abordado no subcapítulo 3.2.2.4.

Mediu-se todo o comprimento de tubagem necessário à instalação do circuito primário, sendo o seu valor igual a 134 m. Sabendo o valor da capacidade interna da tubagem, facilmente conhecemos o volume total de fluido presente no circuito primário, sendo o seu valor igual a 186 l.

3.2.2.2 Perdas de carga do circuito primário

Cálculo das perdas de carga nos colectores

A folha de características do colector SchücoSol U.5 DG anexa no presente documento (anexo VI.1), apresenta as perdas de carga para duas situações de ensaio. Num dos casos, o caudal e a temperatura média do fluido têm o valor de 15 l/m²h e 25 °C respectivamente, e no outro, 30 l/m²h e 75 °C. Os ensaios consideram apenas uma única bateria, onde se varia o número de colectores começando por 2 colectores até a um número máximo de 13 colectores ligados em série.

A informação dada pela folha de características do colector é útil para determinar as perdas de carga totais aproximadas nos colectores considerados em projecto, constituído por doze baterias de oito módulos para produzir água à temperatura de 80 °C.

Na folha de características é exibida uma situação de ensaio semelhante às condições de projecto. É indicado o valor da perda de carga numa bateria de oito colectores com um caudal de 30 l/m²h com uma temperatura média do fluido de 75 °C. O valor da perda de carga é de 154 mbar para um caudal total de 600 l/h.

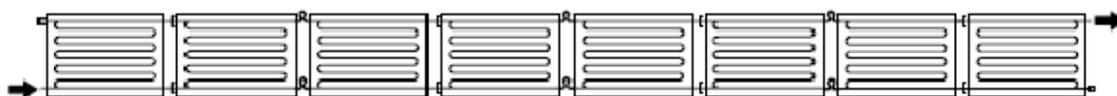


Figura 3 - Configuração de 8 colectores ligados em série com uma perda de carga de 154 mbar para o caudal de 600l/h

Com estes dados facilmente se conhecem as perdas de carga totais aproximadas do campo colector, constituído por doze baterias ligadas em paralelo, cujos módulos se interligam em série. Como em ligações em paralelo a perda de carga total é a mesma que a perda de carga em cada bateria, podemos concluir que a perda aproximada no campo de colectores é igual a 154 mbar, equivalente a 1,6 m c.a.

Cálculo das perdas de carga no permutador de calor

Para médios ou grandes volumes de transferência de calor ou acumulação de água quente (>3000 l) utiliza-se permutadores de calor de placas.

Recomenda-se dimensionar o permutador de calor, para que a potência térmica a transferir (expressa em kW) seja igual a dois terços da superfície colectora (expressa em m²). Deste modo, como o campo colector dimensionado tem uma área total de 237 m², o permutador de calor deverá ter uma potência de 158 kW [16].

Seleccionou-se um permutador da marca Danfoss de 160 kW e utilizou-se um programa disponibilizado pelo fabricante para simular o desempenho do permutador de calor no sistema, considerando as temperaturas e caudais de entrada e saída, entre o circuito primário e secundário. Verificou-se que nas condições do sistema solar, o permutador de calor apresenta uma perda de carga de 0,776 m c.a. No capítulo 6 (Componentes que constituem o sistema), serão apresentados de forma mais detalhada os resultados obtidos pelo programa, relativos ao desempenho do permutador de calor.

Cálculo das perdas de carga na tubagem

Como já foi referido anteriormente, verificou-se graficamente que, para o caudal de 6 m³/h de água, haverá uma perda de carga de 40 mm c.a. para uma velocidade de 1,3 m/s, podendo-se portanto utilizar um diâmetro interior de tubagem de 0,042 m. (consultar anexo V).

É de assinalar as diferenças existentes entre as propriedades físicas da água e da mistura de anticongelante. A viscosidade pode ser elevada, sobretudo em situações de baixas temperaturas, fazendo aumentar as perdas de carga no circuito e modificando as condições de funcionamento da bomba. Desse modo, ao valor encontrado para as perdas de carga da tubagem, deve-se aplicar um factor de correcção que é igual à raiz quarta do quociente entre a viscosidade da mistura e a viscosidade da água à temperatura pretendida (neste caso 80 °C) [16].

$$\text{factor} = \sqrt[4]{\frac{\mu_{\text{mist. } T=80^{\circ}\text{C}, 10\%}}{\mu_{\text{água } T=80^{\circ}\text{C}}}} \Leftrightarrow \text{factor} = \sqrt[4]{\frac{0,35}{0,43}} \Leftrightarrow \text{factor} = 0,95$$

Fazendo a respectiva correcção haverá uma perda de,

$$0,95 \cdot 0,040 = 0,038 \text{ m c. a.}$$

Cálculo das perdas de carga total no circuito primário

Seguidamente, determinar-se-á de forma aproximada a perda de carga total no circuito primário. Admitindo o uso dos seguintes acessórios, será necessário transformar as perdas de carga dos acessórios (singularidades) em perdas de carga lineares.

Tabela 14 - Singularidades constituintes do circuito primário e respectivos comprimentos equivalentes (Leq.).

Quantidades	Singularidades	L eq. [m]	Total [m]
22	Tês	1,4	30,8
17	Curva 90°	1,5	25,5
4	Entrada no depósito	1,4	5,6
3	V.a de retenção borboleta	10	30
3	V.a de esfera	1	3
			94,9

Sabendo que no circuito primário o comprimento total de tubagem é de 134 m, ter-se-á que somar a este valor o comprimento equivalente das singularidades.

$$L_{\text{Total}} = L_{\text{Real}} + L_{\text{eq.}}$$

$$L_{\text{Total}} = 134 + 94,9$$

$$L_{\text{Total}} = 228,9 \text{ m}$$

Tendo em conta que a perda de carga por metro linear de tubagem, como foi calculada anteriormente, é de 0,038 m c. a., por cada metro obtém-se:

$$228,9 \text{ m} \cdot 0,038 \text{ m c. a.} = 8,698 \text{ m c. a.}$$

Agora que já são conhecidas as perdas de carga no campo de colectores, na tubagem e no permutador de calor, é possível calcular as perdas de carga totais no circuito primário. Assim, as perdas de carga totais do circuito primário vêm dadas por:

$$8,698 \text{ m c. a.} + 1,6 \text{ m c. a.} + 0,776 \text{ m c. a.} = 11,074 \text{ m c. a.}$$

3.2.2.3 Bomba de circulação

O movimento do fluido térmico no circuito primário e secundário realiza-se através de bombas circuladoras que fornecem a energia necessária para transportar o fluido a determinada pressão. O valor desta energia deve ser suficiente para vencer a resistência que o fluido encontra à sua passagem [17].

Com os resultados obtidos anteriormente, reúnem-se as condições para calcular a potência da bomba circuladora do circuito primário através da seguinte expressão:

$$\begin{aligned}P_{\text{elect.}} &= \dot{Q} \cdot \Delta P \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow P_{\text{elect.}} &= 1,645 \cdot 10^{-3} \cdot 108.525 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow P_{\text{elect.}} &= 179 \text{ W}\end{aligned}$$

$P_{\text{elect.}}$ – Potência eléctrica da bomba circuladora.

\dot{Q} – Caudal volúmico [m^3/s].

ΔP – Perda de carga da instalação [N/m^2]. 1 m c.a é equivalente a $9800 \text{ N}/\text{m}^2$

Então 11,074 m c.a. é equivalente a $108.525 \text{ N}/\text{m}^2$.

Considerando o rendimento da bomba circulador a 25%, η_{Bomba} , a potência nominal da bomba, P_n , virá:

$$P_n = \frac{P_{\text{elect.}}}{\eta_{\text{Bomba}}} = \frac{179}{0,25} = 716 \text{ W}$$

Como conclusão podemos escolher uma bomba com uma potência nominal cerca de 20% acima deste valor, ou seja, com 860 W [16].

$$P_n = 860 \text{ W}$$

3.2.2.4 Vaso de expansão

O vaso de expansão deve ser instalado no circuito de alimentação do colector para absorver a dilatação do fluido relacionada com o aumento de temperatura.

Existem diversas formas de calcular o volume de expansão, apresentando-se neste trabalho, três métodos diferentes.

1 ° MÉTODO – CÁLCULO VASO DE EXPANSÃO

O volume do vaso de expansão deve ser pelo menos igual ao aumento de volume do líquido do circuito de acordo com a fórmula [17]:

$$V_u = (V_c \times e + V_p) \cdot K$$

V_u – volume útil do vaso de expansão.

V_c - volume do circuito solar. (vol. de colector + vol. da tubulação + vol. permutador)

$$V_c = (2,04 \text{ l} \cdot 96) + \left(1,385 \frac{\text{l}}{\text{m}} \cdot 134\text{m}\right) + 6 \text{ l}$$

$$V_c = 387,4 \text{ l}$$

e – coeficiente de dilatação [16].

V_p - volume dos colectores. (vol. de colector = 196 L)

k – constante de segurança [16].

Desta forma o volume útil do vaso de expansão toma o valor de:

$$V_u = (387,4 \cdot 0,07 + 196) \times 1,1 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow V_u = 245,4 \text{ l}$$

O volume nominal do vaso de expansão é o volume máximo de líquido que o vaso pode absorver em condições de segurança.

$$V_n = V_u \cdot \frac{(P_{\text{máx}+1})}{(P_{\text{máx}} - P_{\text{inicial}})}$$

V_n – volume nominal do vaso de expansão (litros)

V_u – volume útil do vaso de expansão.

P_{inicial} – pressão inicial do sistema.

$P_{\text{máx}}$ – pressão máxima de abertura da válvula de segurança – 0,5.

P – Pressão relativa do sistema (em bar). $(P+1)$ é a pressão absoluta. 6bar

$$P_{\text{máx}} = 6 - 0,5 = 5,5 \text{ bar}$$

$$V_n = V_u \cdot \frac{(5,5 + 1)}{(5,5 - 2)}$$

$$V_n = 455,7 \text{ l}$$

2 ° MÉTODO – CÁLCULO VASO DE EXPANSÃO

Pelo segundo método, será calculado o volume mínimo do vaso de expansão, calculado através da seguinte expressão:

$$V_{\text{min}} = V_{\text{exp}} \cdot (P_{\text{máx}} + 1) / (P_{\text{máx}} - P_{\text{adm}})$$

V_{min} - volume mínimo do vaso de expansão.

V_{exp} – volume de expansão.

$P_{\text{máx}}$ – Pressão de operação máxima permitida. ($P_{\text{máx}}$ = Pressão da válvula de segurança – 0,3)

A pressão máxima de operação deve ser cerca de 0,3 bar abaixo da pressão de resposta da válvula de segurança.

P_{adm} – Pressão inicial do sistema

V_{exp} - Volume de expansão

$$V_{\text{min}} = V_{\text{exp}} \cdot (P_{\text{máx}} + 1) / (P_{\text{máx}} - P_{\text{adm}})$$

$$V_{\text{exp}} = V_{\text{col}} + 0,1 \cdot V_{\text{sist}}$$

V_{col} (vol.colectores) = 196 l

V_{sist} (vol. volume do circuito solar) – 387,4 l

$$V_{\text{exp}} = 196 + 0,1 \cdot 387,4$$

$$V_{\text{exp}} = 234,7 \text{ l}$$

$$V_{\text{min}} = V_{\text{exp}} \times (P_{\text{máx}} + 1) / (P_{\text{máx}} - P_{\text{adm}})$$

Este método apresenta maior rigor do que o método apresentado anteriormente, por contabilizar a pressão estática da instalação.

$$P_{adm} = 1,5 + P_{est} \rightarrow P_{est} = h_{sist(m)} \times 0,1 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{est} = 8,75 \times 0,1 \frac{\text{bar}}{\text{m}} \Leftrightarrow P_{est} = 0,875 \frac{\text{bar}}{\text{m}}$$

$$P_{m\acute{a}x} = P_{m\acute{a}x} \text{ da v\acute{a}lvula de seguran\c{c}a} - 0,3 \Leftrightarrow P_{m\acute{a}x} = 5,7 \text{ bar}$$

$$V_{min} = 234,7 \cdot ((5,7 + 1)/(5,7 - 0,875))$$

$$V_{min} = 325,9 \text{ l}$$

3 ° MÉTODO – CÁLCULO VASO DE EXPANSÃO

Pelo terceiro método de cálculo, o volume do vaso de expansão é determinado pela seguinte fórmula:

$$V = \left(\frac{e \times t - 2,5}{100} \cdot V_t + V_{col} \right) \cdot \frac{P_{m\acute{a}x} + 1}{P_{m\acute{a}x} - P_i}$$

V – Volume do vaso de expansão.

V_t – Volume total do circuito primário. (vol. de colector + vol. da tubulação + vol. permutador) = 387,4 l)

V_{col} – Volume total nos colectores (V_{col} =196 L)

t – temperatura máxima possível.

P – Pressão relativa do sistema (em bar). ($P+1$) é a pressão absoluta. 6bar

P_i – Pressão relativa inicial no vaso de expansão. 2bar

Onde V representa o volume do vaso de expansão e t representa a temperatura máxima possível. Por exemplo sendo a pressão nominal (absoluta) da válvula de segurança 6 bar, o valor de t é igual a 158,8 °C (ver quadro 3).

Pressão absoluta (bar)	1,013	1,5	2	3	4	5	6	8	10
Temperatura de ebulição (°C)	100	111,3	127,4	133,5	143,6	151,8	158,8	170,4	179,9

Quadro 3 -Referente à variação de pressão e temperatura. Fonte: [17].

Como no caso concreto a água tem uma mistura de 10% de mistura anticongelante, considera-se 0,07 para e , o coeficiente de dilatação.

Tendo em conta os valores anteriormente calculados, para o volume total do primário do circuito primário (387,4 l), o volume total nos colectores (196 l) e considerando a pressão máxima no circuito primário de 6 bar, obtém-se o volume do vaso de expansão, dado por:

$$V = \left(\frac{0,07 \cdot 158,8 - 2,5}{100} \cdot 387,4 + 196 \right) \cdot \frac{6}{5 - 2}$$

$$V = 458 \text{ l}$$

Após a aplicação dos três métodos de cálculo, para determinar o volume do vaso de expansão, a tomada de decisão recai sobre um volume de 500 l para o vaso de expansão. Com este volume é garantida a segurança da instalação.

3.2.3 Volume de acumulação

O volume ideal de acumulação depende de diversos factores, tais como o tipo de colectores, o local da instalação e as características de consumo [17].

Geralmente, o volume armazenado é idêntico ao volume de consumo previsto. No entanto, para situações onde exista o desfasamento entre a captação, armazenamento e o consumo, pode haver a necessidade de o volume acumulado ser superior ao consumo, não originando maiores economias. Se, por outro lado, o volume é menor conseguem-se maiores temperaturas de acumulação mas com menor rendimento.

Para o caso de pré-aquecimento de água para alimentação de caldeiras, é comum haver a coincidência entre o período de captação e de consumo. Nesta situação, o volume a acumular é de 35 a 50 l/m² de colector. Assim, como a área de colectores é de 237 m², o volume a acumular será de $237 \cdot 50 = 11.856 \text{ l}$.

De acordo com a EN 12975, os sistemas solares de energia têm que estar equipados com uma válvula de segurança com uma largura nominal mínima de DN 15 (na secção de entrada). Quando é excedida a pressão de regulação, a válvula de segurança abre e permite o escoamento do fluido de transferência térmica para um depósito colector [13].

O depósito de armazenamento deve ser equipado com uma válvula de segurança correspondente, que é adequada ao tamanho do tanque e das saídas térmicas do campo colector. As válvulas de segurança devem exibir os seguintes tamanhos mínimos, apresentados no quadro 4.

Conteúdo de volume de água (l)	Capacidade máxima de aquecimento (kW)	Capacidade máxima correspondente ao tamanho do campo colector (m²)*	Diâmetro de ligação da válvula de segurança, min
Até 200	75	125	DN 15
200-1000	150	250	DN 20
1000-5000	250	417	DN 25
acima de 5000			1 ¼"
* Capacidade máxima do colector de 600 W/m²			

Quadro 4 -Referente às características e normas depósitos de acumulação de AQS. Fonte: [13].

No projecto consideram-se quatro depósitos acumuladores de 3000 l. Assim, de forma a cumprir com a norma EN 12975, o diâmetro de ligação da válvula de segurança a seleccionar deverá ser o diâmetro DN 25 (diâmetro nominal de 25 mm).

As válvulas de segurança devem ser instaladas na posição vertical ou horizontal, nunca invertidas (com a alavanca para baixo). Além disso, devem evitar-se elementos que isolem a válvula do resto do sistema.

As válvulas de segurança solares, de membrana solar, destinam-se a limitar a pressão do circuito primário dos sistemas solares térmicos. Incorporam também uma alavanca de accionamento para efectuar um esvaziamento manual.

3.2.4 Resultados obtidos pelo SOLTERM

3.2.4.1 Análise energética

Neste subcapítulo são apresentados os resultados obtidos pelo programa SOLTERM para dois cenários diferentes. Um dos cenários considera a instalação projectada, isto é, com os colectores dispostos como considerado e dimensionado em projecto, sobre o azimute 40° e o outro com a instalação sobre a orientação ideal, azimute Sul.

As tabelas 15 e 16 apresentam os resultados obtidos para os dois cenários simulados no programa. Observando as tabelas, verifica-se que o valor da fracção solar varia de forma ligeira, cerca de 1,8 %, nos cenários considerados.

Verifica-se ainda que, consoante a orientação do campo colector solar, há variação de energia captada, registando a instalação sobre o azimute 40° uma perda de energia de 3.318 kWh/anuais.

As colunas 1 e 2 correspondem, respectivamente, à irradiação solar horizontal e à irradiação solar inclinada, captadas pelo conjunto dos 96 colectores.

Tabela 15 - Relatório energético com campo de colectores sobre o azimute 0°

Balço energético mensal e anual						
	1	2	3	4	5	6
	Irrad.Horiz. kWh/m ²	Irrad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	55	83	-	8.835	18.744	9.909
Fevereiro	69	94	51	9.698	16.930	7.232
Março	103	120	239	11.797	18.744	6.947
Abril	129	135	203	12.626	18.139	5.513
Mai	164	158	1149	14.470	18.744	4.274
Junho	163	151	560	13.592	18.139	4.548
Julho	179	168	1606	15.257	18.744	3.487
Agosto	170	174	2787	15.387	18.744	3.357
Setembro	130	148	1563	14.337	18.139	3.803
Outubro	93	120	105	13.074	18.744	5.670
Novembro	60	88	-	9.534	18.139	8.606
Dezembro	49	77	-	8.088	18.744	10.656
Anual	1.362	1.517	8.261	146.695	220.695	74.000
Fracção Solar			66,5			
Rendimento global anual do sistema			40 %			
Produtividade			609 kWh/(m ² colector)			

Os valores da energia fornecida pelo sistema solar e pelo grupo de apoio constam nas colunas 4 e 6. As necessidades térmicas de consumo são idênticas em ambos os cenários e estão representadas na coluna 5.

Tabela 16 - Relatório energético com campo de colectores sobre o azimute 40°

Balço energético mensal e anual						
	1	2	3	4	5	6
	Irrad.Horiz. kWh/m ²	Irrad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	55	76	-	8.117	18.144	10.627
Fevereiro	69	87	-	9.174	16.930	7.756
Março	103	115	138	11.458	18.744	7.286
Abril	129	130	134	12.245	18.139	5.894
Mai	164	157	935	14.539	18.744	4.205
Junho	163	152	580	13.715	18.139	4.424
Julho	179	168	1.427	15.450	18.744	3.293
Agosto	170	170	2.210	15.403	18.744	3.341
Setembro	130	141	956	14.263	18.139	3.876
Outubro	93	112	3	12.398	18.744	6.346
Novembro	60	80	-	8.750	18.139	9.389
Dezembro	49	69	-	7.363	18.744	11.381
Anual	1.362	1.457	6.384	142.877	220.695	77.818
Fracção Solar			64,78 %			
Rendimento global anual do sistema			41 %			
Produtividade			593 kWh/(m ² colector)			

3.2.4.2 Análise do impacto económico-financeiro do projecto

Neste subcapítulo, apresenta-se o estudo económico-financeiro realizado no programa SOLTERM, para a instalação que está sobre o azimute 40° (conforme Anexo III.3). Consideram-se dois cenários, um com recurso ao financiamento bancário e o outro simulando uma aplicação alternativa segura vs investimento em energia solar.

Nas tabelas 17,18 e 19 apresentam-se os indicadores financeiros mais relevantes para o projecto em questão - Análise do investimento em energia solar vs um investimento financeiro seguro.

Tabela 17 – Parâmetros operacionais e económicos do sistema - Análise do investimento em energia solar vs um investimento financeiro seguro.

Parâmetros operacionais e económicos do sistema/ Cenário financeiro sobre 25 anos	
Área de captação	241,0 m ²
Tempo de vida da instalação	25 anos
Renovação dos componentes	13º ano
Componente fixa do preço	48.232 €
Componente variável do preço	320 € / m ² de colector
Preço total do sistema	125.339 €
Valor das renovações	1% do preço do sistema
Manutenção anual	1% do preço do sistema
Valor residual em fim de vida	2% do preço do sistema*
Fonte de energia convencional	Electricidade
Preço da energia convencional	0,43 €/kg (0,112 €/kWh)
Energia convencional deslocada	142.877 kWh/ano
Taxa de inflação média	2 % ao ano
Deriva média do preço da energia	2 % (acima da inflação)
Rend. seguro de aplic. de aplicação alternativa	4 % ao ano

* O equipamento tem uma durabilidade de 30 anos.

Tabela 18 – Síntese de resultados da análise do investimento em energia solar vs. investimento financeiro seguro.

Análise do investimento em energia solar vs um investimento financeiro seguro	
Síntese de resultados da análise	
Opção – Aplicação num sistema solar	
Investimento	- 125.339 €
Custos energéticos evitados	666.825 €
Valor residual em fim de vida	4.113 €
Reinvestimentos	333.690
Manutenção	-40.949 €
Reparações	-1.621 €
Benefícios totais	836.718 €
Opção – Aplicação financeira segura alternativa	
Investimento	- 125.339 €
Restituição do Capital	125.339 €
Rendimento	208.794 €
Benefícios totais	334.133 €

Nota: Valores a preços correntes (i.e incluindo a inflação), as poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são reinvestidos com a taxa da aplicação alternativa.

Tendo em conta os valores indicados, nas tabelas 18 e 19, verifica-se que o investimento em energia solar em estudo é mais atractivo, apresentado uma taxa de rentabilidade da ordem dos 7,8 %, enquanto o investimento do mesmo capital numa aplicação financeira segura (depósito a prazo/certificados de aforro) regista uma taxa de rentabilidade bastante inferior – 4 %.

Tabela 19 – Valores dos indicadores económicos do investimento em energia solar vs. investimento financeiro seguro.

Análise de rentabilidade		
	Valor actualizado líquido VAL	Rentabilidade média anual TIR
Sistema Solar	384.666 €	7,8 %
Aplicação financeira	78.326 €	4,0 %

De seguida, apresenta-se o segundo estudo económico-financeiro, considerando o recurso ao financiamento bancário.

Tabela 20 – Parâmetros operacionais e económicos do sistema - Análise do investimento com recurso ao financiamento bancário.

Parâmetros operacionais e económicos do sistema/ Cenário financeiro sobre 25 anos	
Área de captação	241,0 m ²
Tempo de vida da instalação	25 anos
Renovação dos componentes	13º ano
Componente fixa do preço	48.232 €
Componente variável do preço	320 € / m ² de colector
Preço total do sistema	125.339 €
Valor das renovações	1% do preço do sistema
Manutenção anual	1% do preço do sistema
Valor residual em fim de vida	2% do preço do sistema*
Fonte de energia convencional	Electricidade
Preço da energia convencional	0,43 € / kg (0,112 € / kWh)
Energia convencional deslocada	142.877 kWh / ano
Taxa de inflação média	2 %
Deriva média do preço da energia	2 %
Taxa de juro do empréstimo (TAEG)	5 %
Empréstimo a pagar em	10 anos
Rend. de aplic. segura para reinvestimentos	4 %

* O equipamento tem uma durabilidade de 30 anos.

Os resultados apurados, que a seguir se indicam (Tabela 21), demonstram que mesmo recorrendo a um financiamento bancário, a pagar num prazo de dez anos, o projecto é viável, apresentando um VAL de 173.158 € e uma taxa interna de rentabilidade de 7 %, superior à taxa de financiamento.

Tabela 21 – Síntese de resultados da análise do investimento com recurso ao financiamento bancário.

Análise do investimento em energia solar com recurso ao financiamento bancário	
Síntese de resultados da análise	
Empréstimo	
Financiamento bancário (em 10 prestações de anuais de 16.232 €)	162.320 €
Capital pago	125.339 €
Juros pagos	36.981 €
Custos e benefícios operacionais	
Custos energéticos evitados	666.825 €
Valor residual em fim de vida	4.113 €
Reinvestimentos	149.008 €
Manutenção	-40.949 €
Reparações	-1.621 €
Análise	
Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes	489.716 €
Valor actualizado líquido (VAL)	173.158 €
Taxa Interna de Rentabilidade (TIR)	7 %

3.3 Componentes que Constituem o Sistema

Neste capítulo são apresentados e descritos os principais equipamentos que integram o sistema solar.

3.3.1 Características do colector (*Schüco double-glazed flat plate collector*)

Desenvolvido pela empresa Schüco International KG, o modelo *SchücoSol U.5 DG* é um tipo de colector plano melhorado, com dupla cobertura e revestimento anti-reflectivo no vidro e com gases inertes. Este tipo de colector plano de alta eficiência foi concebido para funcionar em processos de aquecimento e climatização solar que necessitam de temperaturas próximas dos 100 °C.

De seguida apresentam-se as suas principais características:

- Modelo: *SchücoSol U.5 DG*
- Tipo de colector: plano selectivo de dupla cobertura
- Nível de temperatura de operação: 80 °C a 150 °C
- Potência térmica nominal de 2 kW
- Temperatura de estagnação: 235 °C (medido de acordo com a norma EN 12975)
- Área do absorsor: 2,47 m²
- $\eta_0=0,793$
- $a_{1a} = 2,92 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- $a_{2a} = 0,013 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Caudal nominal 59 a 110 L/h
- Perda de carga 2780 a 9180 Pa

3.3.2 Características do permutador de calor

Na tabela 22 apresenta-se as características do permutador de calor de placas seleccionado com uma potência de 160 kW da marca Danfoss. Os valores presentes na tabela foram obtidos a partir de um programa disponibilizado pelo fabricante que permite simular o desempenho do permutador de calor na instalação.

Tabela 22 - Na seguinte tabela apresenta-se as características de funcionamento do permutador na instalação.

Características do permutador	Unidades	Lado do primário	Lado do secundário
Caudal	[l/s]	1,114	0,619
Temperatura de entrada	[°C]	85	17,5
Temperatura de saída	[°C]	80	80
Temperatura máx. de serviço	[°C]	180	180
Perda de carga	bar	0,076	0,024
Velocidade nas conexões	[m/s]	0,5	0,3
Volume de água	[l]	2,94	3,15
Pressão máx. de serviço	bar	25	25
Real temperatura em T12	[°C]	50	
Área de permuta de calor	[m ²]	0,28	

3.3.3 Características da bomba

No gráfico 4 são apresentadas as curvas característica de desempenho da bomba seleccionada para três velocidades e o ponto de funcionamento para uma potência de entrada de 965 W.

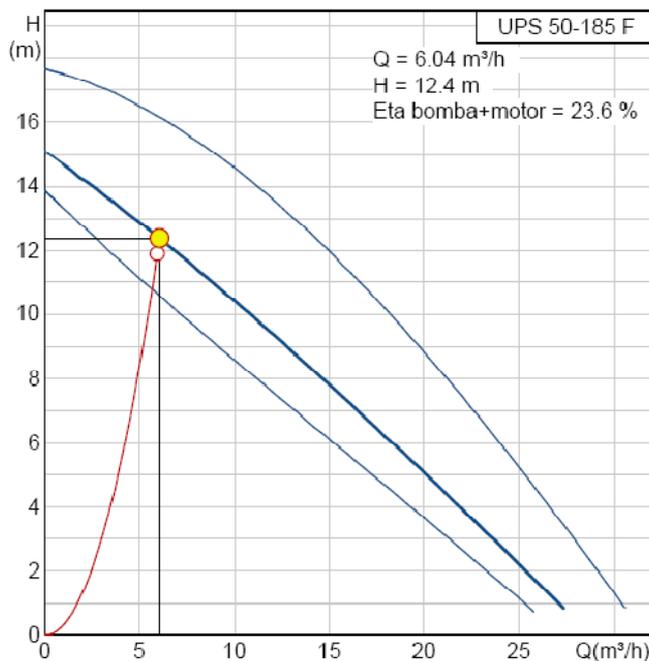


Gráfico 4 – Curva característica da bomba e ponto de funcionamento para uma potência de entrada de 965W.

Descrição das principais características da bomba

Marca: Grundfos

Modelo: UPS 50-185F

Características eléctricas:

Potência de entrada à velocidade 1-2-3: 870-965-1265 W

Instalação:

Temperatura ambiente mínima - 0°C

Temperatura ambiente máxima - 40°C

Pressão máxima de operação -10bar

Diâmetro da tubagem - DIN 50

Pressão de serviço lig.tubagem - PN 6/PN 10

Líquido: Temperatura mínima do líquido 10°C

Temperatura máxima do líquido 120°C

3.3.4 Outros componentes hidráulicos da instalação solar

Tratando-se de um circuito hidráulico, uma instalação solar deve integrar uma série de componentes, quer para o seu correcto funcionamento, quer pela sua segurança.

Válvula de segurança

A actual legislação exige a colocação de válvulas de segurança em todos os circuitos submetidos a pressão e a variações de temperatura. As válvulas de segurança actuam como elementos limitadores da pressão dos circuitos e são imprescindíveis para proteger os elementos da instalação.

Válvula de anti-retorno

Para prevenir a circulação convectiva de líquido, que tem lugar num circuito solar quando a bomba de circulação for desligada, o que pode retirar calor do tanque de armazenamento e transferi-lo para o meio circundante através do campo de colectores, o circuito solar é ajustado com uma válvula de anti-retorno de fluxo. Se possível, esta deve ser montada directamente na direcção do fluxo, depois da circulação da bomba.

De forma a evitar que a direcção do fluxo se efectue no sentido contrário ao estabelecido, instalam-se válvulas anti-retorno. Esta mudança na direcção do fluxo pode acontecer durante a noite, já que pode haver uma transferência de calor do sistema solar para o meio ambiente.

Dado que, para tubos com grandes secções, pode acontecer uma circulação no próprio tubo, muitos fabricantes recomendam a instalação de uma segunda válvula anti-retorno na linha de alimentação. A tubagem que contém a válvula anti-retorno deve ser capaz de ser aberta para esvaziar e encher o circuito solar.

Válvula de seccionamento

Para fechar secções do circuito solar devem ser instaladas válvulas de seccionamento, estas podem ser de vários tipos (borboleta, esféricas, etc...). De referir que as válvulas borboleta possuem uma baixa resistência ao fluxo.

Mapa de orçamento

Após o dimensionamento do sistema solar e selecção de todo o material necessário à sua instalação, consultaram-se vendedores e listas de preços de modo a orçamentar o custo de todo o equipamento e sua instalação, sendo o seu valor igual a 125.339 €.

Tabela 23 - Na seguinte tabela mostra-se o mapa de orçamento para o sistema solar térmico dimensionado.

Mapa de orçamento	Custos (€)		
	Quant.	Custo unitário	Sub-Total
Painéis Solares SchücoSol U5 DG (ref.ª 249 634)	96	766,8*	73.612,8
Fixação hidráulica de 18 mm	88	14,4*	1.267,2
União do colector de 18 mm	88	21,6*	1.900,8
Tampão cego de 18 mm	8	11,4*	91,2
União roscada angular de 18 mm	4	23,4*	93,6
Peça em T	22	22,2*	488,4
Purgador de ar manual	144	14,4*	2.073,6
Triângulo de suporte CP h-45	48	32,4*	1.555,2
Cruz de suporte horizontal	48	18,6*	892,8
kit de ligação 1/2	40	24,0*	960,0
Líquido solar-20	14	48,6*	680,4
Bombas circuladoras UPS 50-185 F	4	996,0	3.984,0
Termóstato diferencial (+ 2 sondas)	2	176,8	353,6
Depósitos de acumuladores 3000L	4	6.943,0	27.772,0
Permutador de Placas 160 kW XB 51H-1 30	1	574,6	574,6
Rolos de cobre 42 m diâmetro (25m)	6	1.285,0	7.710,0
v.a de seccionamento (Socla esf. + de 2'')	11	42,7	469,7
v.a anti-retorno (2'')	8	23,7	189,6
v.a de segurança caleffi (5331710 1 1/4' 10bar)	4	78,7	314,8
Vaso de expansão (Série 556 - volume 450L)	1	355,0	355,0
Total			125.339,3

* Preço unitário que consta da proposta do fornecedor SCHÜCO International KG (Anexo VI.3 – pág.112)

3.4 Áreas Seleccionadas para a Instalação do Sistema Solar Térmico

Da conjectura e das condições do espaço disponível descritas para o edifício, concluiu-se que existem duas boas possibilidades para a instalação do sistema solar com 96 colectores.

Uma das possibilidades consiste na reformulação do telhado de duas abas para terraço. É certo que o investimento de reformulação é elevado, no entanto, é a única possibilidade viável para instalar o sistema de colectores solares no edifício em causa. É possível observar nas figuras 4 e 5 o tipo transformação que seria necessária efectuar ao edifício.

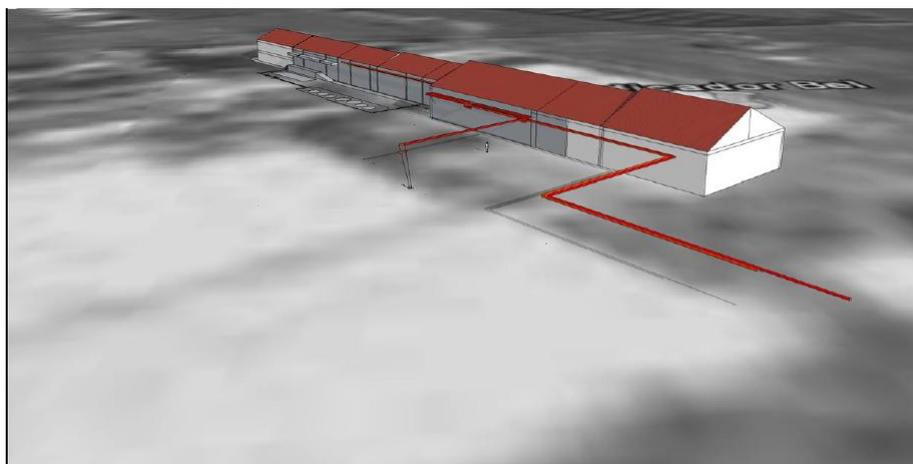


Figura 4 - Maqueta do edifício sem reformulação, inadequado à instalação do campo colector.

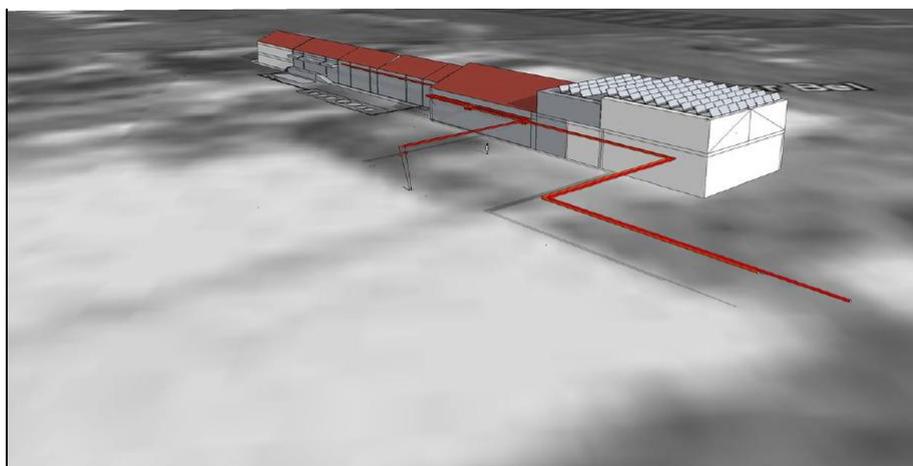


Figura 5 - Maqueta do edifício com reformulação e com campo colector solar instalado.

Quanto à outra possibilidade, é sugerida a instalação do campo solar térmico no terreno anexo à fábrica junto à ETARI (Estação de tratamento de águas residuais industriais). O terreno está contornado a encarnado, como é possível observar na figura 6. No local é possível colocar as 12 baterias com 8 colectores orientados a Sul.



Figura 6 - Maqueta mostra o terreno anexo à fábrica contornado a encarnado, onde é possível dimensionar um campo solar térmico com dimensões consideráveis.

3.4.1 Características do processo industrial

Recolheram-se os elementos disponíveis sobre os consumos de energia térmica na indústria. Estes elementos incluíram o tipo de combustível utilizado, o seu preço, o perfil temporal dos consumos numa base sazonal (4 meses).

Obteve-se um esquema geral dos processos para avaliar a viabilidade do acoplamento do sistema solar térmico a um ou mais processos industriais. Podendo o sistema solar térmico ser utilizado em diferentes processos, além do pré-aquecimento de água de alimentação do grupo gerador.

3.4.2 Associação de colectores

Para médias e grandes instalações solares, é comum utilizar-se um misto de ligações entre colectores solares e suas baterias. Para o caso em estudo, optou-se por dar a seguinte configuração nas ligações entre colectores, como se pode observar na figura 7 e com melhor qualidade no anexo IV.

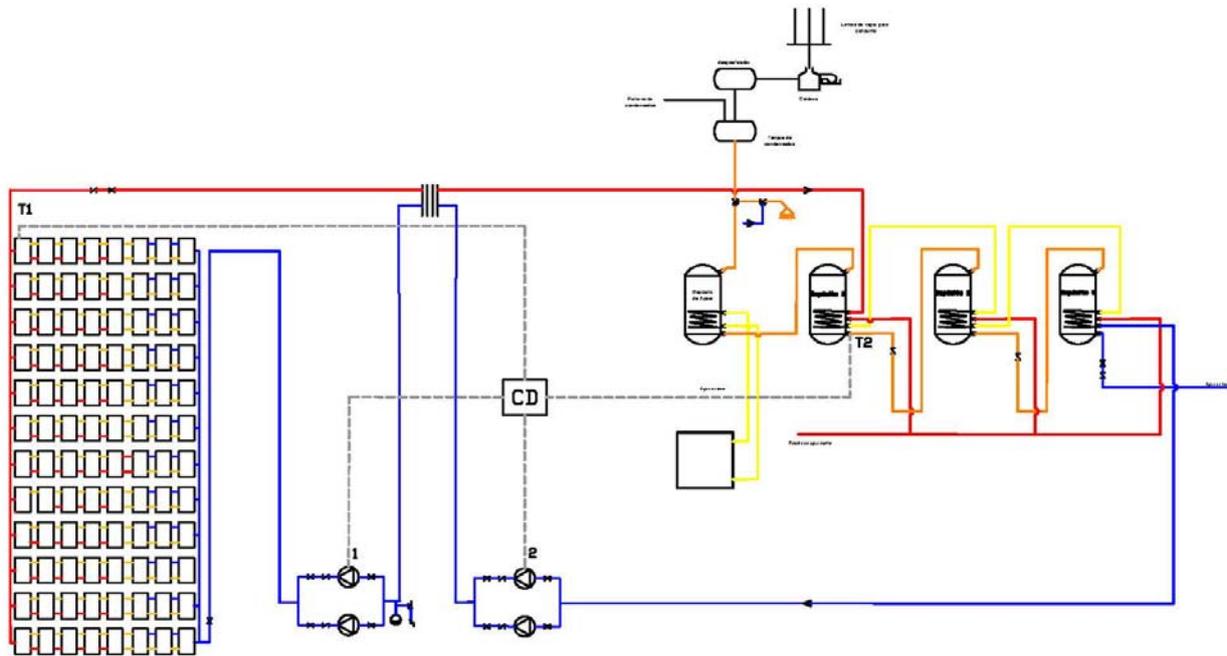


Figura 7 - Diagrama da instalação de colectores solares térmicos no processo industrial

A acumulação de 12.000 l de água quente é feita em depósitos de acumuladores ligados em série e em contra corrente. Descrevendo o sistema, observa-se que a alimentação da água fria é instalada na parte inferior do tanque de alimentação e que o módulo de segurança é constituído por uma válvula de seccionamento, uma válvula anti-retorno e uma válvula de segurança. A água fria entra no depósito 1, levando algum pré-aquecimento. Entra no depósito 2, sendo pré-aquecida. Entra no depósito 3, completando o seu aquecimento. De seguida, entra no depósito de apoio e, aí, será reaquecida conforme as necessidades, ou não, pela energia de apoio. A água aquecida sairá para a distribuição através do depósito de apoio, podendo fazer-se o retorno para os depósitos de acumulação.

Para o circuito solar, sairá água do depósito 3, através da bomba circulatoria (2), que se ligará mediante um termóstato diferencial, estando a sonda quente no último painel solar e a sonda fria no depósito 1.

No meio do circuito, a jusante da água de alimentação do campo colector, encontra-se uma bomba circulatoria que é comandada por um termóstato regulado, de modo a não permitir que a linha de aquecimento tenha uma temperatura superior a 85 °C, e desta forma entrará no depósito 1.

O termóstato diferencial compara as temperaturas da sonda 1 (situada na parte superior dos colectores) e da sonda 2 (localizada na parte inferior do depósito acumulador 1) e põe em

funcionamento a bomba circuladora quando necessário. Isto é, a bomba imprime movimento ao fluido, quando a água nos colectores estiver mais quente do que no depósito 1. A tabela 24 apresenta de forma sintética o funcionamento do grupo de controlo diferencial.

Tabela 24 - Na seguinte tabela apresenta-se o funcionamento do grupo de controlo.

Bomba	Funcionamento		Parada
1	$T_1 - T_2 > 6 \text{ °C}$	$T_1 > 85 \text{ °C}$	$T_1 - T_2 < 2 \text{ °C}$
2	Bomba 1 Em funcionamento	Bomba 1 Em funcionamento	Bomba 1 Parada

É conveniente conhecer as sombras de uma fila de colectores sobre a fila seguinte para evitar o sombreamento entre filas [13].

A separação entre linhas de colectores estabelece-se de tal forma que, às 12:00 horas solares do dia mais desfavorável (altura solar mínima no solstício de Inverno), a sombra da aresta superior de uma fila tem que projectar-se, no máximo, sobre a aresta inferior da fila seguinte. Em equipamentos que se utilizem todo o ano (A.Q.S.), o dia mais desfavorável corresponde a 21 de Dezembro. Neste dia, a altura mínima do Sol às 12:00 h solares tem o seguinte valor [17]:

$$h_0 = (90^\circ - \text{Latitude do lugar}) - 23,5^\circ$$

A fábrica da Fromageries Bel Portugal S.A da Ribeira Grande, geograficamente, apresenta as seguintes coordenadas $37^\circ 49' \text{N}$ de latitude e $25^\circ 30' \text{W}$ de longitude.

$$h_0 = (90^\circ - 38^\circ) - 23,5^\circ = 28,5^\circ$$

Para filas de colectores dispostas sobre superfícies horizontais, verifica-se que a distância mínima D entre filas de colectores é [17]:

$$D = D_1 + D_2 = \frac{z}{\tan h_0} + \frac{z}{\tan \beta} = L * \left(\frac{\sin \beta}{\tan h_0} + \cos \beta \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow D = 1,252 \cdot \left(\frac{\sin 38^\circ}{\tan 29^\circ} \right) + \cos 38^\circ \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow D = 2,28 \text{ m}$$

Verifica-se que a distância mínima entre filas de colectores é de 2,28 m. Efectivamente, utilizando esta distância, a sombra da aresta superior de uma fila projecta, no máximo, sobre a aresta inferior da fila seguinte. Para estas condições é possível verificar no programa SketchUp do Google que de facto não existem sombreamentos entre filas, como mostra a figura 8.

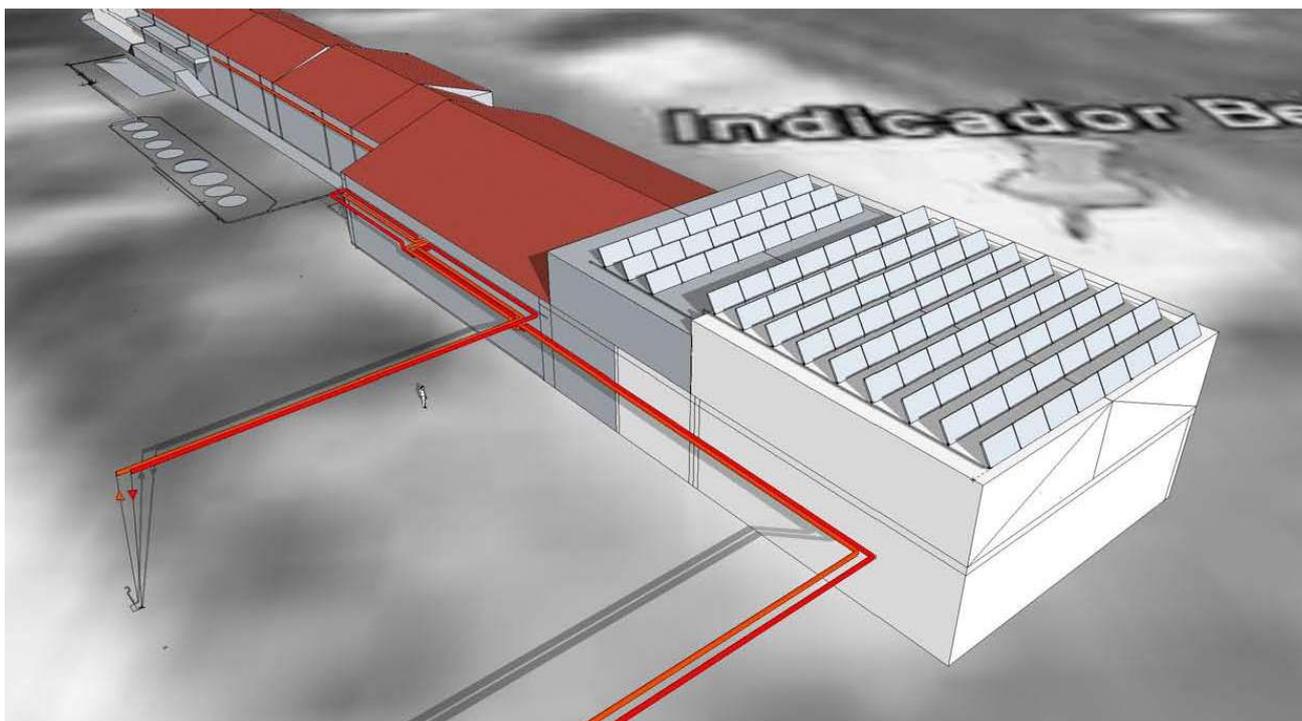


Figura 8 - No dia 21 de Dezembro às 12:00 h as fileiras não fazem sombreamento umas sobre as outras

3.5 Energia Associada ao Perfil de Consumo

Na tabela 25 são apresentados o perfil de consumo mensal (período sazonal) e a energia térmica envolvida no processo de aquecimento da água da rede até à temperatura de 80 °C.

Tabela 25 - Consumo e energia para elevar a temperatura da água da rede até 80 °C.

Consumo e Energia para elevar a temp. de água da rede até 80 °C							
Meses	Salto Térmico	Consumo Mensal [l]	Consumo Mensal [m ³]	5,68 % Consumo Mensal [m ³]	Energia Associada 5,68 % do consumo mensal [Mcal]	Energia Associada 5,68 % do consumo mensal [MJ]	Energia Associada 5,68 % do consumo mensal [kWh]
Junho	63,5	4.228.303	4.228	240	15.240	63.764	17.712
Julho	62,5	4.369.247	4.369	248	15.500	64.852	18.014
Agosto	62,0	4.369.247	4.369	248	15.376	64.333	17.870
Setembro	62,6	4.228.303	4.228	240	15.024	62.860	17.461
Total		17.195.100	17.195	976	61.140	255.810	71.058

Observando a tabela, verificamos que 5,68% do consumo mensal de água puxada pelas caldeiras atinge o valor de 976 m³ em 4 meses. Este volume de água armazenada à temperatura de 80 °C corresponde a uma energia térmica de 71.058 kWh.

De forma grosseira, podemos quantificar o fuelóleo que se deixará de queimar assumindo que se armazena em 4 meses 255.810 MJ de energia. Como o sistema solar só nos fornece 64,7 % desta energia, será necessário retirar 35,3 % da energia fornecida pelo grupo de apoio. Assim, o sistema solar em quatro meses fornece 165.509,07 MJ.

Agora, sabendo que o fuelóleo apresenta um poder calorífico igual a 42,6 MJ/kg, conclui-se que são necessários $\frac{165.509,07 \text{ MJ}}{42,6 \text{ MJ/kg}} = 3.885 \text{ kg}$ para que se obtenham 45.974 kWh.

Assumindo que a caldeira possui uma eficiência de 83%, então serão necessários mais 660,5 kg, o que perfaz 4.546 kg.

Por extrapolação, podemos conhecer de forma aproximada a quantidade de fuelóleo que se deixará de queimar anualmente, multiplicando por três o consumo sazonal dos meses de verão, sendo o seu valor igual a 13.637 kg.

Assim, uma vez conhecida a quantidade de fuelóleo anual que se evita queimar, podemos averiguar quais os benefícios económicos.

Em conclusão, reduzir-se-ia o volume da facturação anual de fuelóleo em 5.864 € tomando por base o preço actual de fuelóleo, que é de 0,43 € por kg, não incluindo o custo dos transportes.

De modo a quantificar, de forma mais rigorosa, o estudo de viabilidade económica, foram efectuadas simulações de análise económica no programa SOLTERM, que podem ser consultadas nos anexos III.3 e III.4.

4. Conclusão

Os Açores são totalmente dependentes da importação de combustíveis fósseis, devido à impossibilidade de acesso às redes transeuropeias de energia. Importa combater esta situação promovendo a utilização de fontes naturais de produção de energia.

Muitos têm sido os esforços desenvolvidos neste sentido, quer pelo Governo Regional dos Açores, quer pela Empresa Regional (EDA) responsável pela produção de energia eléctrica, que tem apostado fortemente na introdução de novas tecnologias e na utilização de fontes naturais de produção de energia, nomeadamente a hídrica, a geotérmica (S Miguel), a eólica (ilha de Santa Maria) e, mais recentemente, a produzida pelas ondas.

As indústrias de lacticínios são grandes consumidoras de combustíveis fósseis e, na Região, são as indústrias dominantes. Importa, por isso, chamá-las a darem o seu contributo, incentivando-as, pela demonstração de que o investimento em energia solar é viável e vale a pena, para além de criar valor para as suas empresas, pode melhorar a imagem perante a comunidade envolvente (stakeholders) ao demonstrar a sua responsabilidade social, evidenciada pelas preocupações ambientais.

O projecto está em consonância com a política definida para o País e para a Região, pois visa a produção de energia térmica, utilizando uma fonte de energia renovável, promovendo simultaneamente a redução de custos com a aquisição de combustíveis e a protecção do meio ambiente, através da redução das emissões de poluentes atmosféricos e gases com efeito de estufa.

No dimensionamento do campo colector solar realizado no SOLTERM e para o azimute 40°, obtiveram-se resultados satisfatórios. A análise energética obtida pelo programa mostra que o sistema solar dimensionado possui uma fracção solar de 64,7 %, valor razoável, neste tipo de sistemas solares. Estima-se que o campo solar projectado, com uma área de 241 m², constituído por 96 colectores, irá produzir 142.877 kWh/ano.

Com base nos dados apresentados no subcapítulo 3.2.4.2 (análise do impacto económico-financeiro do projecto), apuraram-se indicadores que sustentam a viabilidade do projecto, sem recurso a subsídios.

Se a empresa dispuser do capital necessário ao investimento – 125.339 € e decidir aplicá-lo no campo solar projectado, consegue obter uma rentabilidade e retorno do investimento bastante

razoáveis e muito superiores às conseguidas pelo investimento do mesmo capital numa aplicação financeira segura, conforme demonstram os indicadores económicos:

VAL (Valor actual líquido): 384.666 €

TIR (Taxa interna de rentabilidade): 7,8 %

Se a empresa recorrer a um empréstimo bancário para financiar o investimento, a pagar num prazo de dez anos, o projecto é igualmente atractivo, conforme demonstram os indicadores económicos:

VAL (Valor actual líquido): 173.158 €

TIR (Taxa interna de rentabilidade): 7 %

O projecto tem consistência técnica e económica, como comprovam as variáveis de avaliação do investimento, considerando o actual preço do combustível. Dada a volatilidade do preço dos combustíveis fósseis, poderá tornar-se ainda mais vantajoso.

Acrescem às vantagens de carácter económico, os benefícios de natureza ambiental, resultantes da mitigação da emissão de CO₂, SO₂, CO, NO_x, partículas, e a possibilidade de utilização de água quente para higienização de utensílios e camiões cisterna.

Referências Bibliográficas:

[1] Diário da República N.º 73. “Resolução de Conselho de Ministros n.º29/2010”, 15 de Abril de 2010.

Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2010/04/07300/0128901296.pdf>

[2] Diário da República N.º 204. “Resolução de Conselho de Ministros n.º169/2010”, 24 de Outubro de 2005.

Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2005/10/204B00/61686176.pdf>

[3] Diário da República N.º 146. Decreto Legislativo Regional n.º26/2006”, 31 de Julho de 2006.

Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2006/07/14600/54565459.pdf>

[4] Brochura IP-AQSpP, “Utilização de Colectores Solares para a Produção de Calor de Processo Industrial”, DGGE - IP_AQSpP Lisboa, 2004.

Disponível em: <http://www.energiasrenovaveis.com/images/upload/AQSindustria.pdf>

[5] Eurobserv’Er. “Solar Thermal Barometer”, Junho de 2008.

Disponível em: <http://www.eurobserv-er.org/pdf/baro191.pdf>

[6] IEA. “Calor Solar para Processo Industriais”. International Energy Agency, Task 33/IV NewsLetter N.º. 1 Dezembro de 2004.

Disponível em: <http://www.iea-ship.org/newsletter>

[7] Vannoni, C., Battisti, R. e Drigo, S. “Potencial for Solar Heat in Industrial Process”, CIEMAT, Madrid, 2008.

Disponível em: http://www.iea-shc.org/publications/downloads/task33-Potential_for_Solar_Heat_in_Industrial_Processes.pdf

[8] Direcção Geral de Energia. “Manual Conservação de Energia - Lacticínios”, Junho 1986.

[9] FROMAGERIES BEL PORUGAL, SA. “Licenciamento Ambiental, Resumo Não Técnico”, 2007.

[10] Martinelli Jr, Luiz., “INTRODUÇÃO ÀS MÁQUINAS TÉRMICAS Caldeiras”, ISBN 978-85-908775-2-3, pp

[11] United Nations Environment Programme. “Energy Efficiency Guide for Industry in Asia; Thermal Energy Equipment: Boilers & Thermic Fluid Heaters”, Section 2, pp 2-3, 2006

Disponível em: <http://www.energyefficiencyasia.org>

[12] FROMAGERIES BEL PORUGAL, SA. Elementos solicitados para a auditoria energética, Setembro 2008.

[13] "Energia Solar Térmica Manual sobre Tecnologias, Projecto e Instalação", Manual Resultante do Programa ALTENER, p 164, p153 Janeiro de 2004.

[14] FROMAGERIES BEL PORUGAL, SA. Comunicação pessoal, Abril 2008.

[15] Brochura IP-AQSpP, “Guia para Instaladores de Colectores Solares”, DGGE Lisboa, 2004.

Disponível em: http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/27/14_Guia%20pr%20Instaladores.pdf

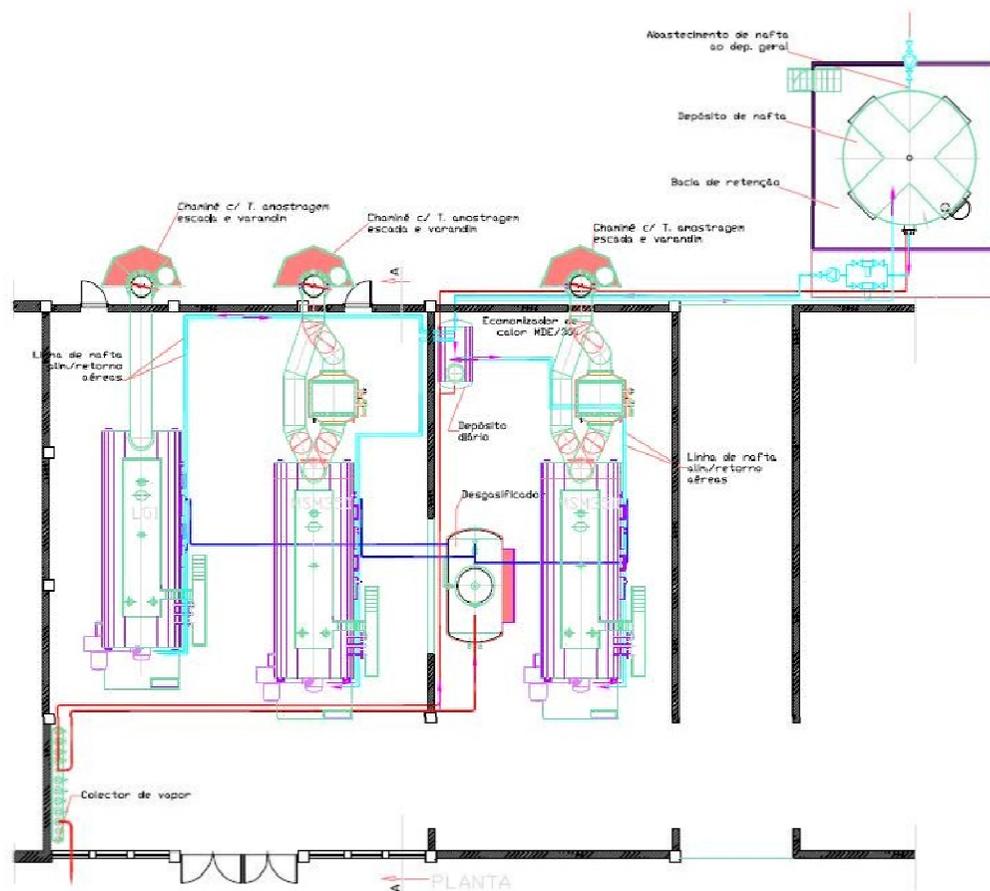
[16] ISQ. “Guia de formação do Curso de Projectistas de Instalações Solares térmicas”, 2008.

[17] INETI. “Manual Instalações Solares Térmicas”, Secção 4.13, p65. Editado pela Sociedade Portuguesa de Energia Solar, 2006.

[18] ED, Frank Kreith, “Mechanical Engineering Handbook”, CRC Press, Section 8, pp 117-123, 1999.

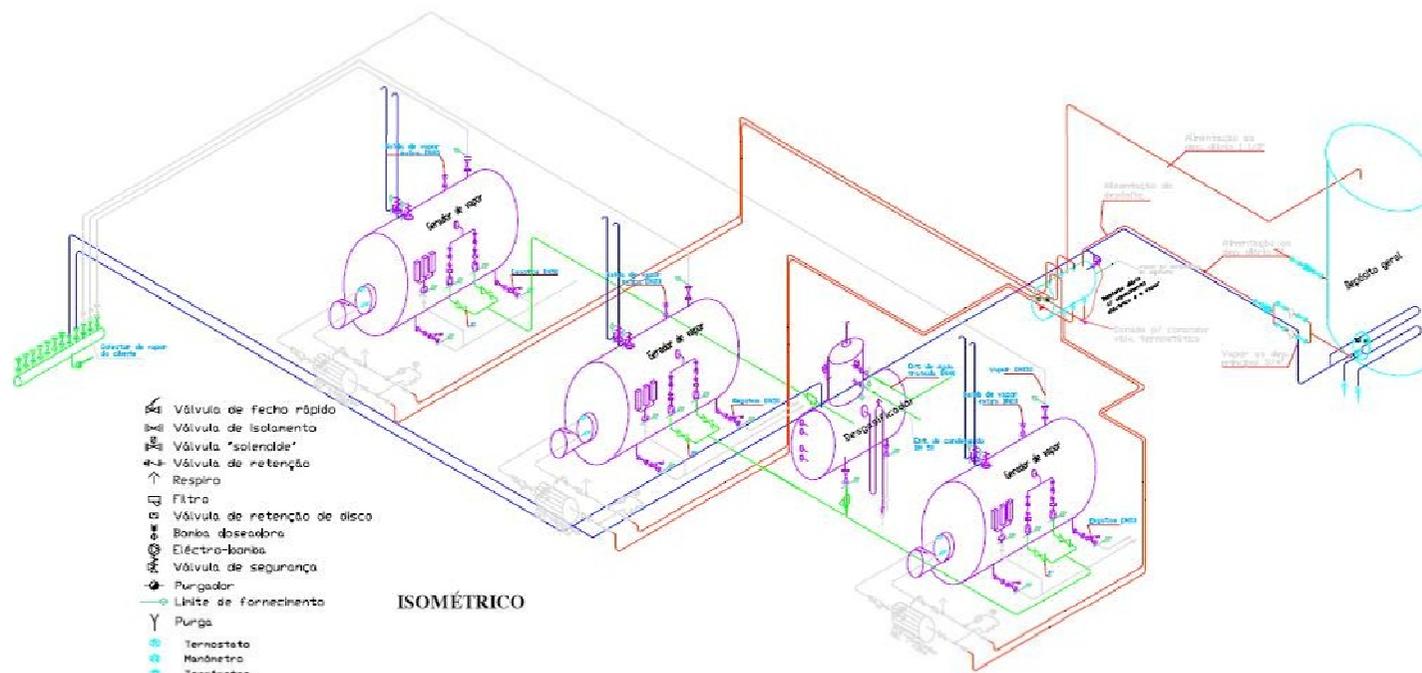
ANEXO I

I.1 Grupo gerador



Os condensados dos depósitos vão p/ esgoto.

		PROJECTISTA:
		OBRA: BEL
		DESIGNADOR:
ARQUIVO: DATA: 23 Jan 08		ESCALAS: S/E
		DESIGNAÇÃO: Circuito do Grupo Gerador de Vapor
		NÚMERO: 1



ISOMÉTRICO

- ⊞ Válvula de fecho rápido
- ⊞ Válvula de isolamento
- ⊞ Válvula "solenóide"
- ⊞ Válvula de retenção
- ↑ Respira
- ⊞ Filtro
- ⊞ Válvula de retenção de disco
- ⊞ Bomba doseadora
- ⊞ Electro-bomba
- ⊞ Válvula de segurança
- ⊞ Purgador
- ⊞ Limite de fornecimento
- Y Purga
- ⊞ Termostato
- ⊞ Manómetro
- ⊞ Termómetro
- Rede do vapor
- Água
- Vapor
- Purga

		O PROJECTISTA:
OBRA:		O DESENHADOR:
BEL		ESCALAS:
DESIGNAÇÃO:		S/E
Circuito do Grupo Gerador de Vapor		NÚMERO:
ARQUIVO:	DATA:	2
	23 Jan 08	

ANEXO II

II.1 Dados fornecidos referentes ao funcionamento do grupo gerador

	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Linha Fabrica Velha + CIP1 + CIP2 [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrica velha + CIP1 + Cip 2 [m3]	Linha Recepção e Tratamento [m3]	Valor liq. De Vapor recepção e tratamento [m3]	Linha Fabrico Queijo [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrico de queijo [m3]	Linha Leite em Pó [m3]	Valor liq. de vapor linha de leite em pó [m3]
31-Mai-08	93,24		13.256,00		157.873,00		23.735,00		3.120,48		6.618,00		140.288,00		36.305,00		36.876,00		5.355.168,00	
1-Jun-08	110,99	17,75	13.270,00	14,00	157.914,00	41,00	23.746,00	11,00	3.326,97	206,49	6.642,00	24,00	190.893,00	50.605,00	54.691,00	18.386,00	58.249,00	21.373,00	5.368.439,00	13.271,00
2-Jun-08	114,21	3,22	13.273,00	3,00	157.922,00	8,00	23.748,00	2,00	3.456,64	129,67	6.663,00	21,00	210.129,00	19.236,00	66.507,00	11.816,00	69.150,00	10.901,00	5.368.754,00	315,00
3-Jun-08	118,50	4,29	13.277,00	4,00	157.952,00	30,00	23.756,00	8,00	3.601,32	144,68	6.684,00	21,00	249.347,00	39.218,00	85.145,00	18.638,00	80.214,00	11.064,00	5.370.974,00	2.220,00
4-Jun-08	129,50	10,99	13.282,00	5,00	157.954,00	2,00	23.757,00	1,00	3.738,98	137,66	6.702,00	18,00	285.502,00	36.155,00	107.926,00	22.781,00	91.085,00	10.871,00	5.373.948,00	2.974,00
5-Jun-08	138,81	9,31	13.287,00	5,00	157.973,00	19,00	23.762,00	5,00	3.858,91	119,93	6.721,00	19,00	323.506,00	38.004,00	123.461,00	15.535,00	101.997,00	10.912,00	5.376.886,00	2.938,00
6-Jun-08	152,11	13,30	13.305,00	18,00	157.973,00	0,00	23.762,00	0,00	3.944,54	85,64	6.734,00	13,00	362.600,00	39.094,00	152.020,00	28.559,00	112.751,00	10.754,00	5.379.398,00	2.512,00
7-Jun-08	170,47	18,36	13.321,00	16,00	158.018,00	45,00	23.768,00	6,00	3.964,50	19,96	6.739,00	5,00	404.514,00	41.914,00	183.165,00	31.145,00	126.595,00	13.844,00	5.382.448,00	3.050,00
8-Jun-08	171,09	0,62	13.328,00	7,00	158.057,00	39,00	23.775,00	7,00	4.039,06	74,56	6.751,00	12,00	420.369,00	15.855,00	193.258,00	10.093,00	134.396,00	7.801,00	5.387.845,00	5.397,00
9-Jun-08	172,23	1,14	13.332,00	4,00	158.081,00	24,00	23.782,00	7,00	4.099,37	60,31	6.763,00	12,00	440.239,00	19.870,00	208.755,00	15.497,00	145.323,00	10.927,00	5.387.847,00	2,00
10-Jun-08	177,24	5,01	13.343,00	11,00	158.083,00	2,00	23.784,00	2,00	4.231,27	131,90	6.782,00	19,00	466.214,00	25.975,00	220.580,00	11.825,00	156.601,00	11.278,00	5.391.225,00	3.378,00
11-Jun-08	181,74	4,50	13.347,00	4,00	158.086,00	3,00	23.785,00	1,00	4.354,43	123,16	6.801,00	19,00	489.037,00	22.823,00	233.939,00	13.359,00	167.854,00	11.253,00	5.394.281,00	3.056,00
12-Jun-08	183,94	2,20	13.351,00	4,00	158.140,00	54,00	23.799,00	14,00	4.483,88	129,45	6.821,00	20,00	525.755,00	36.718,00	263.759,00	29.820,00	179.040,00	11.186,00	5.397.305,00	3.024,00
13-Jun-08	191,12	7,19	13.356,00	5,00	158.196,00	56,00	23.812,00	13,00	4.592,85	108,97	6.841,00	20,00	563.213,00	37.458,00	294.350,00	30.591,00	189.122,00	10.082,00	5.400.456,00	3.151,00
14-Jun-08	196,07	4,95	13.360,00	4,00	158.256,00	60,00	23.827,00	15,00	4.699,26	106,41	6.855,00	14,00	600.810,00	37.597,00	320.500,00	26.150,00	200.394,00	11.272,00	5.403.275,00	2.819,00
15-Jun-08	198,88	2,81	13.369,00	9,00	158.277,00	21,00	23.833,00	6,00	4.793,06	93,80	6.874,00	19,00	616.016,00	15.206,00	330.053,00	9.553,00	211.904,00	11.510,00	5.406.222,00	2.947,00
16-Jun-08	200,25	1,37	13.370,00	1,00	158.309,00	32,00	23.842,00	9,00	4.834,06	41,00	6.885,00	11,00	629.719,00	13.703,00	343.310,00	13.257,00	221.147,00	9.243,00	5.408.603,00	2.381,00
17-Jun-08	205,71	5,47	13.374,00	4,00	158.383,00	74,00	23.860,00	18,00	4.939,07	105,02	6.904,00	19,00	667.113,00	37.394,00	373.590,00	30.280,00	231.625,00	10.478,00	5.411.092,00	2.489,00
18-Jun-08	207,41	1,69	13.378,00	4,00	158.424,00	41,00	23.870,00	10,00	5.097,01	157,94	6.925,00	21,00	702.563,00	35.450,00	402.800,00	29.210,00	244.741,00	13.116,00	5.414.475,00	3.383,00
19-Jun-08	211,15	3,74	13.383,00	5,00	158.472,00	48,00	23.882,00	12,00	5.250,62	153,61	6.946,00	21,00	739.041,00	36.478,00	436.754,00	33.954,00	257.277,00	12.536,00	5.417.581,00	3.106,00
20-Jun-08	212,26	1,11	13.386,00	3,00	158.524,00	52,00	23.893,00	11,00	5.381,80	131,17	6.964,00	18,00	776.789,00	37.748,00	468.266,00	31.512,00	268.721,00	11.444,00	5.420.728,00	3.147,00
21-Jun-08	215,13	2,87	13.403,00	17,00	158.551,00	27,00	23.900,00	7,00	5.459,34	77,55	6.977,00	13,00	812.344,00	35.555,00	497.016,00	28.750,00	276.768,00	8.047,00	5.423.972,00	3.244,00
22-Jun-08	225,74	10,60	13.411,00	8,00	158.573,00	22,00	23.906,00	6,00	5.554,49	95,15	6.994,00	17,00	837.856,00	25.512,00	506.027,00	9.011,00	287.659,00	10.891,00	5.427.226,00	3.254,00
23-Jun-08	227,39	1,66	13.412,00	1,00	158.598,00	25,00	23.915,00	9,00	5.568,92	14,43	6.998,00	4,00	854.780,00	16.924,00	519.401,00	13.374,00	297.391,00	9.732,00	5.427.552,00	326,00
24-Jun-08	239,03	11,64	13.437,00	25,00	158.615,00	17,00	23.919,00	4,00	5.570,26	1,34	6.998,00	0,00	893.293,00	38.513,00	551.430,00	32.029,00	309.029,00	11.638,00	5.429.371,00	1.819,00
25-Jun-08	284,74	45,70	13.483,00	46,00	158.682,00	67,00	23.932,00	13,00	5.572,39	2,14	6.999,00	1,00	969.872,00	76.579,00	615.944,00	64.514,00	334.242,00	25.213,00	5.435.983,00	6.612,00

	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Linha Fabrica Velha + CIP1 + CIP2 [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrica velha + CIP1 + Cip 2 [m3]	Linha Recepção e Tratamento [m3]	Valor liq. De Vapor recepção e tratamento [m3]	Linha Fabrico Queijo [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrico de queijo [m3]	Linha Leite em Pó [m3]	Valor liq. de vapor linha de leite em pó [m3]
26-Jun-08	302,77	18,04	13.498,00	15,00	158.688,00	6,00	23.933,00	1,00	5.681,72	109,33	7.016,00	17,00	1.007.587,00	37.715,00	650.800,00	34.856,00	345.367,00	11.125,00	5.439.082,00	3.099,00
27-Jun-08	302,77	0,00	13.498,00	0,00	158.688,00	0,00	23.933,00	0,00	5.681,72	0,00	7.016,00	0,00	1.007.587,00	0,00	650.800,00	0,00	345.367,00	0,00	5.439.082,00	0,00
28-Jun-08	306,27	3,50	13.514,00	16,00	158.688,00	0,00	23.933,00	0,00	5.830,73	149,01	7.037,00	21,00	1.036.752,00	29.165,00	679.027,00	28.227,00	354.029,00	8.662,00	5.442.330,00	3.248,00
29-Jun-08	307,71	1,43	13.527,00	13,00	158.704,00	16,00	23.933,00	0,00	5.880,05	49,32	7.050,00	13,00	1.048.914,00	12.162,00	687.487,00	8.460,00	365.072,00	11.043,00	5.445.426,00	3.096,00
30-Jun-08	310,49	2,78	13.526,00	-1,00	158.704,00	0,00	23.933,00	0,00	5.933,72	53,66	7.062,00	12,00	1.064.170,00	15.256,00	701.167,00	13.680,00	375.853,00	10.781,00	5.446.393,00	967,00
1-Jul-08	311,92	1,43	13.538,00	12,00	158.719,00	15,00	23.936,00	3,00	6.062,07	128,35	7.083,00	21,00	1.099.734,00	35.564,00	731.421,00	30.254,00	387.102,00	11.249,00	5.447.776,00	1.383,00
2-Jul-08	315,03	3,11	13.539,00	1,00	158.793,00	74,00	23.953,00	17,00	6.184,30	122,24	7.104,00	21,00	1.136.563,00	36.829,00	758.992,00	27.571,00	398.883,00	11.781,00	5.450.885,00	3.109,00
3-Jul-08	315,03	0,00	13.539,00	0,00	158.874,00	81,00	23.968,00	15,00	6.314,21	129,91	7.122,00	18,00	1.173.141,00	36.578,00	790.926,00	31.934,00	410.355,00	11.472,00	5.453.902,50	3.017,50
4-Jul-08	321,15	6,12	13.539,00	0,00	158.942,00	68,00	23.982,00	14,00	6.462,86	148,64	7.143,00	21,00	1.208.628,00	35.487,00	819.581,00	28.655,00	422.145,00	11.790,00	5.456.920,00	3.017,50
5-Jul-08	322,28	1,13	13.540,00	1,00	159.033,00	91,00	23.997,00	15,00	6.569,15	106,29	7.158,00	15,00	1.243.144,00	34.516,00	850.048,00	30.467,00	432.887,00	10.742,00	5.460.046,00	3.126,00
6-Jul-08	322,31	0,03	13.540,00	0,00	159.095,00	62,00	24.010,00	13,00	6.616,23	47,08	7.166,00	8,00	1.263.781,00	20.637,00	859.081,00	9.033,00	444.555,00	11.668,00	5.461.476,50	1.430,50
7-Jul-08	324,26	1,95	13.542,00	2,00	159.116,00	21,00	24.021,00	11,00	6.623,94	7,72	7.166,00	0,00	1.279.582,00	15.801,00	871.113,00	12.032,00	454.737,00	10.182,00	5.462.907,00	1.430,50
8-Jul-08	325,59	1,33	13.561,00	19,00	159.152,00	36,00	24.028,00	7,00	6.629,73	5,78	7.167,00	1,00	1.316.148,00	36.566,00	897.763,00	26.650,00	465.563,00	10.826,00	5.463.777,00	870,00
9-Jul-08	326,69	1,10	13.573,00	12,00	159.205,00	53,00	24.041,00	13,00	6.722,36	92,63	7.180,00	13,00	1.353.299,00	37.151,00	926.256,00	28.493,00	470.667,00	5.104,00	5.466.851,00	3.074,00
10-Jul-08	329,22	2,53	13.577,00	4,00	159.240,00	35,00	24.050,00	9,00	6.869,62	147,26	7.200,00	20,00	1.388.526,00	35.227,00	953.440,00	27.184,00	489.504,00	18.837,00	5.469.902,00	3.051,00
11-Jul-08	330,34	1,12	13.581,00	4,00	159.266,00	26,00	24.056,00	6,00	6.986,18	116,56	7.219,00	19,00	1.422.601,00	34.075,00	977.498,00	24.058,00	499.951,00	10.447,00	5.472.165,00	2.263,00
12-Jul-08	330,87	0,54	13.590,00	9,00	159.316,00	50,00	24.064,00	8,00	7.046,35	60,18	7.227,00	8,00	1.456.143,00	33.542,00	988.994,00	11.496,00	509.109,00	9.158,00	5.475.353,00	3.188,00
13-Jul-08	331,80	0,93	13.598,00	8,00	159.336,00	20,00	24.070,00	6,00	7.112,28	65,93	7.238,00	11,00	1.476.411,00	20.268,00	998.787,00	9.793,00	519.145,00	10.036,00	5.478.591,00	3.238,00
14-Jul-08	333,85	2,05	13.599,00	1,00	159.356,00	20,00	24.076,00	6,00	7.155,37	43,08	7.246,00	8,00	1.492.370,00	15.959,00	1.010.300,00	11.513,00	526.556,00	7.411,00	5.479.838,00	1.247,00
15-Jul-08	334,81	0,96	13.603,00	4,00	159.372,00	16,00	24.081,00	5,00	7.293,56	138,20	7.266,00	20,00	1.527.540,00	35.170,00	1.037.779,00	27.479,00	536.832,00	10.276,00	5.481.178,00	1.340,00
16-Jul-08	335,99	1,18	13.608,00	5,00	159.388,00	16,00	24.085,00	4,00	7.444,41	150,85	7.286,00	20,00	1.562.160,00	34.620,00	1.061.660,00	23.881,00	546.265,00	9.433,00	5.484.103,00	2.925,00
17-Jul-08	337,30	1,31	13.614,00	6,00	159.399,00	11,00	24.088,00	3,00	7.595,01	150,60	7.305,00	19,00	1.597.901,00	35.741,00	1.087.504,00	25.844,00	556.858,00	10.593,00	5.487.045,00	2.942,00
18-Jul-08	338,93	1,63	13.619,00	5,00	159.446,00	47,00	24.099,00	11,00	7.712,00	116,99	7.322,00	17,00	1.633.855,00	35.954,00	1.114.242,00	26.738,00	569.461,00	12.603,00	5.489.770,00	2.725,00
19-Jul-08	339,60	0,67	13.650,00	31,00	159.469,50	23,50	24.106,00	7,00	7.811,89	99,89	7.337,50	15,50	1.670.276,00	36.421,00	1.139.831,00	25.589,00	579.604,00	10.143,00	5.492.881,00	3.111,00
20-Jul-08	340,27	0,67	13.681,00	31,00	159.493,00	23,50	24.113,00	7,00	7.911,78	99,89	7.353,00	15,50	1.689.898,00	19.622,00	1.149.972,00	10.141,00	593.875,00	14.271,00	5.495.832,00	2.951,00
21-Jul-08	341,65	1,38	13.683,00	2,00	159.526,00	33,00	24.118,00	5,00	7.976,45	64,67	7.366,00	13,00	1.704.656,00	14.758,00	1.164.553,00	14.581,00	604.195,00	10.320,00	5.496.111,00	279,00

	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Linha Fabrica Velha + CIP1 + CIP2 [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrica velha + CIP1 + Cip 2 [m3]	Linha Recepção e Tratamento [m3]	Valor liq. De Vapor recepção e tratamento [m3]	Linha Fabrico Queijo [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrico de queijo [m3]	Linha Leite em Pó [m3]	Valor liq. de vapor linha de leite em pó [m3]
22-Jul-08	343,03	1,38	13.683,00	0,00	159.559,00	33,00	24.131,00	13,00	8.041,12	64,67	7.379,00	13,00	1.740.036,00	35.380,00	1.188.830,00	24.277,00	615.484,00	11.289,00	5.497.428,00	1.317,00
23-Jul-08	346,85	3,83	13.641,00	-42,00	159.613,00	54,00	24.144,00	13,00	8.193,64	152,52	7.400,00	21,00	1.775.023,00	34.987,00	1.216.908,00	28.078,00	628.269,00	12.785,00	5.500.447,00	3.019,00
24-Jul-08	348,90	2,04	13.646,00	5,00	159.618,00	5,00	24.146,00	2,00	8.358,41	164,77	7.420,00	20,00	1.810.370,00	35.347,00	1.244.229,00	27.321,00	640.364,00	12.095,00	5.503.126,00	2.679,00
25-Jul-08	349,78	0,88	13.650,00	4,00	159.637,00	19,00	24.151,00	5,00	8.504,71	146,30	7.440,00	20,00	1.845.497,00	35.127,00	1.272.445,00	28.216,00	651.922,00	11.558,00	5.506.304,00	3.178,00
26-Jul-08	350,98	1,20	13.658,00	8,00	159.640,00	3,00	24.152,00	1,00	8.622,20	117,48	7.452,00	12,00	1.881.399,00	35.902,00	1.294.946,00	22.501,00	665.013,00	13.091,00	5.509.265,00	2.961,00
27-Jul-08	352,02	1,04	13.660,00	2,00	159.647,00	7,00	24.154,00	2,00	8.742,80	120,60	7.477,00	25,00	1.898.105,00	16.706,00	1.303.649,00	8.703,00	677.235,00	12.222,00	5.512.063,00	2.798,00
28-Jul-08	353,36	1,34	13.660,00	0,00	159.680,00	33,00	24.167,00	13,00	8.756,17	13,38	7.479,00	2,00	1.912.326,00	14.221,00	1.316.976,00	13.327,00	688.404,00	11.169,00	5.513.161,00	1.098,00
29-Jul-08	354,57	1,21	13.664,00	4,00	159.696,00	16,00	24.171,00	4,00	8.894,87	138,70	7.500,00	21,00	1.948.782,00	36.456,00	1.340.387,00	23.411,00	701.331,00	12.927,00	5.514.670,00	1.509,00
30-Jul-08	355,90	1,32	13.669,00	5,00	159.719,00	23,00	24.178,00	7,00	9.050,35	155,48	7.520,00	20,00	1.986.588,00	37.806,00	1.369.286,00	28.899,00	713.948,00	12.617,00	5.517.740,00	3.070,00
31-Jul-08	360,23	4,33	13.674,00	5,00	159.760,00	41,00	24.187,00	9,00	9.181,77	131,42	7.540,00	20,00	2.021.412,00	34.824,00	1.392.929,00	23.643,00	726.603,00	12.655,00	5.520.733,00	2.993,00
1-Ago-08	363,91	3,68	13.678,00	4,00	159.788,00	28,00	24.194,00	7,00	9.321,67	139,90	7.560,00	20,00	2.055.556,00	34.144,00	1.416.991,00	24.062,00	739.437,00	12.834,00	5.523.281,00	2.548,00
2-Ago-08	364,81	0,90	13.687,00	9,00	159.794,00	6,00	24.197,00	3,00	9.433,42	111,75	7.576,00	16,00	2.089.871,00	34.315,00	1.437.587,00	20.596,00	749.053,00	9.616,00	5.526.207,00	2.926,00
3-Ago-08	366,40	1,60	13.690,00	3,00	159.810,00	16,00	24.203,00	6,00	9.498,74	65,32	7.585,00	9,00	2.107.499,00	17.628,00	1.446.093,00	8.506,00	760.144,00	11.091,00	5.528.129,00	1.922,00
4-Ago-08	368,86	2,45	13.691,00	1,00	159.829,00	19,00	24.211,00	8,00	9.504,37	5,63	7.585,00	0,00	2.122.747,00	15.248,00	1.454.053,00	7.960,00	770.534,00	10.390,00	5.528.132,00	3,00
5-Ago-08	372,12	3,26	13.696,00	5,00	159.837,00	8,00	24.213,00	2,00	9.645,68	141,31	7.600,00	15,00	2.160.079,00	37.332,00	1.483.246,00	29.193,00	785.486,00	14.952,00	5.529.437,00	1.305,00
6-Ago-08	376,88	4,76	13.701,00	5,00	159.846,00	9,00	24.216,00	3,00	9.802,92	157,23	7.624,00	24,00	2.192.574,00	32.495,00	1.505.326,00	22.080,00	800.095,00	14.609,00	5.532.651,00	3.214,00
7-Ago-08	384,56	7,69	13.714,00	13,00	159.846,00	0,00	24.216,00	0,00	9.900,49	97,57	7.638,00	14,00	2.229.171,00	36.597,00	1.532.821,00	27.495,00	814.174,00	14.079,00	5.535.277,00	2.626,00
8-Ago-08	423,38	38,82	13.724,00	10,00	159.855,00	9,00	24.218,00	2,00	10.020,47	119,98	7.654,00	16,00	2.264.044,00	34.873,00	1.559.217,00	26.396,00	826.209,00	12.035,00	5.538.362,00	3.085,00
9-Ago-08	429,27	5,89	13.724,00	0,00	159.885,00	30,00	24.226,00	8,00	10.186,82	166,35	7.676,00	22,00	2.299.109,00	35.065,00	1.588.499,00	29.282,00	836.252,00	10.043,00	5.541.403,00	3.041,00
10-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	159.949,00	64,00	24.241,00	15,00	10.232,98	46,16	7.685,00	9,00	2.316.405,00	17.296,00	1.595.505,00	7.006,00	848.225,00	11.973,00	5.542.810,00	1.407,00
11-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	159.964,00	15,00	24.248,00	7,00	10.237,45	4,47	7.685,00	0,00	2.330.514,00	14.109,00	1.609.635,00	14.130,00	859.531,00	11.306,00	5.543.920,00	1.110,00
12-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.002,00	38,00	24.258,00	10,00	10.372,11	134,66	7.706,00	21,00	2.364.909,00	34.395,00	1.636.230,00	26.595,00	869.509,00	9.978,00	5.545.145,00	1.225,00
13-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.072,00	70,00	24.275,00	17,00	10.512,42	140,31	7.729,00	23,00	2.401.005,00	36.096,00	1.662.668,00	26.438,00	878.990,00	9.481,00	5.548.081,00	2.936,00
14-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.102,00	30,00	24.281,00	6,00	10.660,82	148,40	7.750,00	21,00	2.436.996,00	35.991,00	1.692.784,00	30.116,00	889.594,00	10.604,00	5.550.180,00	2.099,00
15-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.165,00	63,00	24.298,00	17,00	10.773,63	112,81	7.760,00	10,00	2.461.696,00	24.700,00	1.708.559,00	15.775,00	901.874,00	12.280,00	5.552.898,00	2.718,00
16-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.271,00	106,00	24.318,00	20,00	10.790,61	16,98	7.770,00	10,00	2.482.049,00	20.353,00	1.717.370,00	8.811,00	911.633,00	9.759,00	5.555.921,00	3.023,00

	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Linha Fabrica Velha + CIP1 + CIP2 [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrica velha + CIP1 + Cip 2 [m3]	Linha Recepção e Tratamento [m3]	Valor liq. De Vapor recepção e tratamento [m3]	Linha Fabrico Queijo [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrico de queijo [m3]	Linha Leite em Pó [m3]	Valor liq. de vapor linha de leite em pó [m3]
17-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.301,00	30,00	24.326,00	8,00	10.850,29	59,68	7.780,00	10,00	2.495.690,00	13.641,00	1.726.629,00	9.259,00	924.384,00	12.751,00	5.557.531,00	1.610,00
18-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.318,00	17,00	24.336,00	10,00	10.858,51	8,22	7.782,00	2,00	2.507.808,00	12.118,00	1.737.010,00	10.381,00	933.932,00	9.548,00	5.557.538,00	7,00
19-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.360,00	42,00	24.345,00	9,00	10.996,02	137,50	7.802,00	20,00	2.540.925,00	33.117,00	1.767.967,00	30.957,00	944.331,00	10.399,00	5.558.836,00	1.298,00
20-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.420,00	60,00	24.359,00	14,00	11.156,12	160,10	7.824,00	22,00	2.574.700,00	33.775,00	1.798.909,00	30.942,00	954.828,00	10.497,00	5.561.911,00	3.075,00
21-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.479,00	59,00	24.372,00	13,00	11.307,36	151,24	7.845,00	21,00	2.610.055,00	35.355,00	1.828.247,00	29.338,00	965.393,00	10.565,00	5.564.863,00	2.952,00
22-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.531,00	52,00	24.385,00	13,00	11.467,38	160,02	7.867,00	22,00	2.647.029,00	36.974,00	1.861.784,00	33.537,00	976.000,00	10.607,00	5.567.883,00	3.020,00
23-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.581,00	50,00	24.395,00	10,00	11.616,24	148,86	7.887,00	20,00	2.680.683,00	33.654,00	1.890.576,00	28.792,00	986.500,00	10.500,00	5.570.657,00	2.774,00
24-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.660,00	79,00	24.409,00	14,00	11.666,50	50,25	7.895,00	8,00	2.702.042,00	21.359,00	1.900.501,00	9.925,00	999.029,00	12.529,00	5.573.397,00	2.740,00
25-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.674,00	14,00	24.415,00	6,00	11.688,20	21,70	7.901,00	6,00	2.716.451,00	14.409,00	1.913.265,00	12.764,00	1.010.310,00	11.281,00	5.573.458,00	61,00
26-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.699,00	25,00	24.421,00	6,00	11.850,34	162,14	7.923,00	22,00	2.750.525,00	34.074,00	1.943.260,00	29.995,00	1.024.983,00	14.673,00	5.574.797,00	1.339,00
27-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.751,00	52,00	24.433,00	12,00	12.011,14	160,80	7.945,00	22,00	2.784.934,00	34.409,00	1.973.243,00	29.983,00	1.039.601,00	14.618,00	5.577.961,00	3.164,00
28-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.841,00	90,00	24.448,00	15,00	12.112,59	101,45	7.960,00	15,00	2.818.019,00	33.085,00	2.003.405,00	30.162,00	1.051.542,00	11.941,00	5.580.418,00	2.457,00
29-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.885,00	44,00	24.459,00	11,00	12.268,13	155,54	7.982,00	22,00	2.851.955,00	33.936,00	2.033.315,00	29.910,00	1.062.399,00	10.857,00	5.583.496,00	3.078,00
30-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	160.975,00	90,00	24.477,00	18,00	12.365,11	96,98	7.997,00	15,00	2.885.381,00	33.426,00	2.058.392,00	25.077,00	1.072.790,00	10.391,00	5.526.185,00	57.311,00
31-Ago-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.047,00	72,00	24.492,00	15,00	12.414,03	48,92	8.004,00	7,00	2.904.473,00	19.092,00	2.068.093,00	9.701,00	1.085.163,00	12.373,00	5.588.946,00	62.761,00
1-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.061,00	14,00	24.499,00	7,00	12.435,23	21,20	8.010,00	6,00	2.918.388,00	13.915,00	2.082.402,00	14.309,00	1.096.003,00	10.840,00	5.589.088,00	142,00
2-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.095,00	34,00	24.506,00	7,00	12.566,46	131,23	8.031,00	21,00	2.951.409,00	33.021,00	2.103.861,00	21.459,00	1.106.128,00	10.125,00	5.590.248,00	1.160,00
3-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.181,00	86,00	24.525,00	19,00	12.685,44	118,98	8.052,00	21,00	2.985.738,00	34.329,00	2.130.479,00	26.618,00	1.117.963,00	11.835,00	5.593.178,00	2.930,00
4-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.225,00	44,00	24.534,00	9,00	12.819,12	133,67	8.073,00	21,00	3.020.370,00	34.632,00	2.155.141,00	24.662,00	1.128.969,00	11.006,00	5.596.263,00	3.085,00
5-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.285,00	60,00	24.544,00	10,00	12.918,21	99,09	8.087,00	14,00	3.052.889,00	32.519,00	2.183.505,00	28.364,00	1.140.744,00	11.775,00	5.597.930,00	1.667,00
6-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.384,00	99,00	24.558,00	14,00	12.992,50	74,29	8.098,00	11,00	3.085.454,00	32.565,00	2.202.282,00	18.777,00	1.151.521,00	10.777,00	5.600.884,00	2.954,00
7-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.420,00	36,00	24.567,00	9,00	13.059,92	67,42	8.109,00	11,00	3.102.207,00	16.753,00	2.213.399,00	11.117,00	1.163.122,00	11.601,00	5.603.242,00	2.358,00
8-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.444,00	24,00	24.578,00	11,00	13.064,76	4,83	8.110,00	1,00	3.115.575,00	13.368,00	2.221.785,00	8.386,00	1.173.513,00	10.391,00	5.603.245,00	3,00
9-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.516,00	72,00	24.590,00	12,00	13.158,08	93,32	8.127,00	17,00	3.149.778,00	34.203,00	2.246.135,00	24.350,00	1.184.053,00	10.540,00	5.604.647,00	1.402,00
10-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.607,00	91,00	24.608,00	18,00	13.270,25	112,18	8.146,00	19,00	3.185.315,00	35.537,00	2.273.776,00	27.641,00	1.195.240,00	11.187,00	5.607.370,00	2.723,00

	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Contador de Água [m3]	Valor liq. de Água [m3]	Horas funcionamento [h]	Horas liq. de funcionamento [h]	Linha Fabrica Velha + CIP1 + CIP2 [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrica velha + CIP1 + Cip 2 [m3]	Linha Recepção e Tratamento [m3]	Valor liq. De Vapor recepção e tratamento [m3]	Linha Fabrico Queijo [m3]	Valor liq. De Vapor Fabrico de queijo [m3]	Linha Leite em Pó [m3]	Valor liq. de vapor linha de leite em pó [m3]
11-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.690,00	83,00	24.623,00	15,00	13.379,02	108,77	8.164,00	18,00	3.220.394,00	35.079,00	2.292.376,00	18.600,00	1.206.599,00	11.359,00	5.610.412,00	3.042,00
12-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.766,00	76,00	24.636,00	13,00	13.475,98	96,96	8.178,00	14,00	3.253.963,00	33.569,00	2.319.736,00	27.360,00	1.217.535,00	10.936,00	5.612.270,00	1.858,00
13-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.825,00	59,00	24.648,00	12,00	13.618,57	142,59	8.200,00	22,00	3.291.691,00	37.728,00	2.339.658,00	19.922,00	1.228.094,00	10.559,00	5.615.298,00	3.028,00
14-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.883,00	58,00	24.660,00	12,00	13.648,28	29,71	8.206,00	6,00	3.308.083,00	16.392,00	2.350.250,00	10.592,00	1.239.368,00	11.274,00	5.617.398,00	2.100,00
15-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.894,00	11,00	24.665,00	5,00	13.680,76	32,48	8.216,00	10,00	3.322.710,00	14.627,00	2.365.728,00	15.478,00	1.250.652,00	11.284,00	5.617.398,00	0,00
16-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	161.986,00	92,00	24.683,00	18,00	13.766,20	85,44	8.230,00	14,00	3.352.311,00	29.601,00	2.402.183,00	36.455,00	1.264.176,00	13.524,00	5.618.489,00	1.091,00
17-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.013,00	27,00	24.689,00	6,00	13.924,29	158,08	8.253,00	23,00	3.379.821,00	27.510,00	2.432.708,00	30.525,00	1.277.302,00	13.126,00	5.621.549,00	3.060,00
18-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.072,00	59,00	24.703,00	14,00	14.063,72	139,44	8.275,00	22,00	3.406.600,00	26.779,00	2.470.533,00	37.825,00	1.288.070,00	10.768,00	5.623.843,00	2.294,00
19-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.098,00	26,00	24.708,00	5,00	14.220,08	156,36	8.296,00	21,00	3.435.203,00	28.603,00	2.502.048,00	31.515,00	1.300.921,00	12.851,00	5.627.042,00	3.199,00
20-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.136,00	38,00	24.715,00	7,00	14.358,31	138,22	8.317,00	21,00	3.464.261,00	29.058,00	2.537.726,00	35.678,00	1.313.590,00	12.669,00	5.629.480,00	2.438,00
21-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.173,00	37,00	24.726,00	11,00	14.392,03	33,72	8.322,00	5,00	3.476.404,00	12.143,00	2.547.965,00	10.239,00	1.325.274,00	11.684,00	5.630.711,00	1.231,00
22-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.185,00	12,00	24.733,00	7,00	14.418,70	26,67	8.330,00	8,00	3.493.342,00	16.938,00	2.564.685,00	16.720,00	1.334.501,00	9.227,00	5.630.719,00	8,00
23-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.232,00	47,00	24.744,00	11,00	14.547,24	128,54	8.352,00	22,00	3.525.010,00	31.668,00	2.600.942,00	36.257,00	1.346.759,00	12.258,00	5.631.610,00	891,00
24-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.268,00	36,00	24.752,00	8,00	14.687,92	140,68	8.374,00	22,00	3.556.071,00	31.061,00	2.630.847,00	29.905,00	1.359.055,00	12.296,00	5.634.032,00	2.422,00
25-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.340,00	72,00	24.768,00	16,00	14.818,69	130,77	8.395,00	21,00	3.586.597,00	30.526,00	2.667.446,00	36.599,00	1.372.113,00	13.058,00	5.636.472,00	2.440,00
26-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.418,00	78,00	24.786,00	18,00	14.961,35	142,66	8.414,00	19,00	3.618.792,00	32.195,00	2.704.592,00	37.146,00	1.383.381,00	11.268,00	5.639.466,00	2.994,00
27-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.479,00	61,00	24.801,00	15,00	15.087,46	126,11	8.439,00	25,00	3.651.522,00	32.730,00	2.730.857,00	26.265,00	1.394.347,00	10.966,00	5.642.528,00	3.062,00
28-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.508,00	29,00	24.813,00	12,00	15.121,99	34,53	8.442,00	3,00	3.665.768,00	14.246,00	2.739.965,00	9.108,00	1.406.074,00	11.727,00	5.643.781,00	1.253,00
29-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.536,00	28,00	24.824,00	11,00	15.126,33	4,34	8.443,00	1,00	3.682.890,00	17.122,00	2.752.497,00	12.532,00	1.414.989,00	8.915,00	5.643.788,00	7,00
30-Set-08	429,27	0,00	13.724,00	0,00	162.600,00	64,00	24.837,00	13,00	15.252,54	126,22	8.463,00	20,00	3.716.194,00	33.304,00	2.787.241,00	34.744,00	1.426.959,00	11.970,00	5.644.801,00	1.013,00
Totais		336,5		468		4.727		1.102		12.132		1.845,00		3.575.906		2.750.936		1.390.083		289.633

II.2 Capacidade de produção de vapor

Mês/Item	Horas de funcionamento [h]				Linhas de Vapor				Total de vapor produzido [m3]	Total de vapor produzido [kg]	Caudal mássico [kg]	Capacidade de prod. de vapor [kJ/h]
	Gerador LG	Morisa 2 (NOVA)	Morisa 1	Horas totais de funcionamento [h]	Linha fabrica velha + CIP1 + CIP2 [m3]	Linha recepção e tratamento [m3]	Linha fabrico de queijo [m3]	Linha leite em pó [m3]				
1-Jun-08	14,00	11,00	24,00	49	50.605	18.386	21.373	13.271	103.635	690.900	14.100	35.926.800
2-Jun-08	3,00	2,00	21,00	26	19.236	11.816	10.901	315	42.268	281.787	10.838	27.615.093
3-Jun-08	4,00	8,00	21,00	33	39.218	18.638	11.064	2.220	71.140	474.267	14.372	36.619.135
4-Jun-08	5,00	1,00	18,00	24	36.155	22.781	10.871	2.974	72.781	485.207	20.217	51.512.774
5-Jun-08	5,00	5,00	19,00	29	38.004	15.535	10.912	2.938	67.389	449.260	15.492	39.472.913
6-Jun-08	18,00	0,00	13,00	31	39.094	28.559	10.754	2.512	80.919	539.460	17.402	44.340.132
7-Jun-08	16,00	6,00	5,00	27	41.914	31.145	13.844	3.050	89.953	599.687	22.211	56.592.653
8-Jun-08	7,00	7,00	12,00	26	15.855	10.093	7.801	5.397	39.146	260.973	10.037	25.575.387
9-Jun-08	4,00	7,00	12,00	23	19.870	15.497	10.927	2	46.296	308.640	13.419	34.191.944
10-Jun-08	11,00	2,00	19,00	32	25.975	11.825	11.278	3.378	52.456	349.707	10.928	27.845.393
11-Jun-08	4,00	1,00	19,00	24	22.823	13.359	11.253	3.056	50.491	336.607	14.025	35.736.408
12-Jun-08	4,00	14,00	20,00	38	36.718	29.820	11.186	3.024	80.748	538.320	14.166	36.095.773
13-Jun-08	5,00	13,00	20,00	38	37.458	30.591	10.082	3.151	81.282	541.880	14.260	36.334.480
14-Jun-08	4,00	15,00	14,00	33	37.597	26.150	11.272	2.819	77.838	518.920	15.725	40.066.914
15-Jun-08	9,00	6,00	19,00	34	15.206	9.553	11.510	2.947	39.216	261.440	7.689	19.592.621
16-Jun-08	1,00	9,00	11,00	21	13.703	13.257	9.243	2.381	38.584	257.227	12.249	31.210.169
17-Jun-08	4,00	18,00	19,00	41	37.394	30.280	10.478	2.489	80.641	537.607	13.112	33.410.287
18-Jun-08	4,00	10,00	21,00	35	35.450	29.210	13.116	3.383	81.159	541.060	15.459	39.389.168
19-Jun-08	5,00	12,00	21,00	38	36.478	33.954	12.536	3.106	86.074	573.827	15.101	38.476.588
20-Jun-08	3,00	11,00	18,00	32	37.748	31.512	11.444	3.147	83.851	559.007	17.469	44.510.906
21-Jun-08	17,00	7,00	13,00	37	35.555	28.750	8.047	3.244	75.596	503.973	13.621	34.706.055
22-Jun-08	8,00	6,00	17,00	31	25.512	9.011	10.891	3.254	48.668	324.453	10.466	26.667.971
23-Jun-08	1,00	9,00	4,00	14	16.924	13.374	9.732	326	40.356	269.040	19.217	48.965.280

24-Jun-08	25,00	4,00	0,00	29	38.513	32.029	11.638	1.819	83.999	559.993	19.310	49.202.173
25-Jun-08	46,00	13,00	1,00	60	76.579	64.514	25.213	6.612	172.918	1.152.787	19.213	48.955.007
26-Jun-08	15,00	1,00	17,00	33	37.715	34.856	11.125	3.099	86.795	578.633	17.534	44.677.507
27-Jun-08	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-Jun-08	16,00	0,00	21,00	37	29.165	28.227	8.662	3.248	69.302	462.013	12.487	31.816.486
29-Jun-08	13,00	0,00	13,00	26	12.162	8.460	11.043	3.096	34.761	231.740	8.913	22.710.520
30-Jun-08	-1,00	0,00	12,00	11	15.256	13.680	10.781	967	40.684	271.227	24.657	62.825.959
1-Jul-08	12,00	3,00	21,00	36	35.564	30.254	11.249	1.383	78.450	523.000	14.528	37.016.778
2-Jul-08	1,00	17,00	21,00	39	36.829	27.571	11.781	3.109	79.290	528.600	13.554	34.535.200
3-Jul-08	0,00	15,00	18,00	33	36.578	31.934	11.472	3.018	83.002	553.343	16.768	42.724.813
4-Jul-08	0,00	14,00	21,00	35	35.487	28.655	11.790	3.018	78.950	526.330	15.038	38.316.824
5-Jul-08	1,00	15,00	15,00	31	34.516	30.467	10.742	3.126	78.851	525.673	16.957	43.206.957
6-Jul-08	0,00	13,00	8,00	21	20.637	9.033	11.668	1.431	42.769	285.123	13.577	34.594.964
7-Jul-08	2,00	11,00	0,00	13	15.801	12.032	10.182	1.431	39.446	262.970	20.228	51.542.120
8-Jul-08	19,00	7,00	1,00	27	36.566	26.650	10.826	870	74.912	499.413	18.497	47.129.821
9-Jul-08	12,00	13,00	13,00	38	37.151	28.493	5.104	3.074	73.822	492.147	12.951	32.999.729
10-Jul-08	4,00	9,00	20,00	33	35.227	27.184	18.837	3.051	84.299	561.993	17.030	43.392.697
11-Jul-08	4,00	6,00	19,00	29	34.075	24.058	10.447	2.263	70.843	472.287	16.286	41.496.084
12-Jul-08	9,00	8,00	8,00	25	33.542	11.496	9.158	3.188	57.384	382.560	15.302	38.990.515
13-Jul-08	8,00	6,00	11,00	25	20.268	9.793	10.036	3.238	43.335	288.900	11.556	29.444.688
14-Jul-08	1,00	6,00	8,00	15	15.959	11.513	7.411	1.247	36.130	240.867	16.058	40.915.218
15-Jul-08	4,00	5,00	20,00	29	35.170	27.479	10.276	1.340	74.265	495.100	17.072	43.500.510
16-Jul-08	5,00	4,00	20,00	29	34.620	23.881	9.433	2.925	70.859	472.393	16.289	41.505.456
17-Jul-08	6,00	3,00	19,00	28	35.741	25.844	10.593	2.942	75.120	500.800	17.886	45.572.800
18-Jul-08	5,00	11,00	17,00	33	35.954	26.738	12.603	2.725	78.020	520.133	15.762	40.160.598
19-Jul-08	31,00	7,00	15,50	54	36.421	25.589	10.143	3.111	75.264	501.760	9.379	23.896.906
20-Jul-08	31,00	7,00	15,50	54	19.622	10.141	14.271	2.951	46.985	313.233	5.855	14.918.103

21-Jul-08	2,00	5,00	13,00	20	14.758	14.581	10.320	279	39.938	266.253	13.313	33.920.675
22-Jul-08	0,00	13,00	13,00	26	35.380	24.277	11.289	1.317	72.263	481.753	18.529	47.211.827
23-Jul-08	0,00	13,00	21,00	34	34.987	28.078	12.785	3.019	78.869	525.793	15.465	39.403.571
24-Jul-08	5,00	2,00	20,00	27	35.347	27.321	12.095	2.679	77.442	516.280	19.121	48.721.535
25-Jul-08	4,00	5,00	20,00	29	35.127	28.216	11.558	3.178	78.079	520.527	17.949	45.734.550
26-Jul-08	8,00	1,00	12,00	21	35.902	22.501	13.091	2.961	74.455	496.367	23.637	60.225.822
27-Jul-08	2,00	2,00	25,00	29	16.706	8.703	12.222	2.798	40.429	269.527	9.294	23.681.171
28-Jul-08	0,00	13,00	2,00	15	14.221	13.327	11.169	1.098	39.815	265.433	17.696	45.088.276
29-Jul-08	4,00	4,00	21,00	29	36.456	23.411	12.927	1.509	74.303	495.353	17.081	43.522.769
30-Jul-08	5,00	7,00	20,00	32	37.806	28.899	12.617	3.070	82.392	549.280	17.165	43.736.420
31-Jul-08	5,00	9,00	20,00	34	34.824	23.643	12.655	2.993	74.115	494.100	14.532	37.028.435
1-Ago-08	4,00	7,00	20,00	31	34.144	24.062	12.834	2.548	73.588	490.587	15.825	40.323.059
2-Ago-08	9,00	3,00	16,00	28	34.315	20.596	9.616	2.926	67.453	449.687	16.060	40.921.487
3-Ago-08	3,00	6,00	9,00	18	17.628	8.506	11.091	1.922	39.147	260.980	14.499	36.943.169
4-Ago-08	1,00	8,00	0,00	9	15.248	7.960	10.390	3	33.601	224.007	24.890	63.418.776
5-Ago-08	5,00	2,00	15,00	22	37.332	29.193	14.952	1.305	82.782	551.880	25.085	63.917.738
6-Ago-08	5,00	3,00	24,00	32	32.495	22.080	14.609	3.214	72.398	482.653	15.083	38.431.272
7-Ago-08	13,00	0,00	14,00	27	36.597	27.495	14.079	2.626	80.797	538.647	19.950	50.832.285
8-Ago-08	10,00	2,00	16,00	28	34.873	26.396	12.035	3.085	76.389	509.260	18.188	46.342.660
9-Ago-08	0,00	8,00	22,00	30	35.065	29.282	10.043	3.041	77.431	516.207	17.207	43.843.153
10-Ago-08	0,00	15,00	9,00	24	17.296	7.006	11.973	1.407	37.682	251.213	10.467	26.670.482
11-Ago-08	0,00	7,00	0,00	7	14.109	14.130	11.306	1.110	40.655	271.033	38.719	98.656.133
12-Ago-08	0,00	10,00	21,00	31	34.395	26.595	9.978	1.225	72.193	481.287	15.525	39.558.659
13-Ago-08	0,00	17,00	23,00	40	36.096	26.438	9.481	2.936	74.951	499.673	12.492	31.829.191
14-Ago-08	0,00	6,00	21,00	27	35.991	30.116	10.604	2.099	78.810	525.400	19.459	49.582.193
15-Ago-08	0,00	17,00	10,00	27	24.700	15.775	12.280	2.718	55.473	369.820	13.697	34.900.050
16-Ago-08	0,00	20,00	10,00	30	20.353	8.811	9.759	3.023	41.946	279.640	9.321	23.750.757

17-Ago-08	0,00	8,00	10,00	18	13.641	9.259	12.751	1.610	37.261	248.407	13.800	35.163.344
18-Ago-08	0,00	10,00	2,00	12	12.118	10.381	9.548	7	32.054	213.693	17.808	45.374.218
19-Ago-08	0,00	9,00	20,00	29	33.117	30.957	10.399	1.298	75.771	505.140	17.419	44.382.646
20-Ago-08	0,00	14,00	22,00	36	33.775	30.942	10.497	3.075	78.289	521.927	14.498	36.940.810
21-Ago-08	0,00	13,00	21,00	34	35.355	29.338	10.565	2.952	78.210	521.400	15.335	39.074.329
22-Ago-08	0,00	13,00	22,00	35	36.974	33.537	10.607	3.020	84.138	560.920	16.026	40.834.976
23-Ago-08	0,00	10,00	20,00	30	33.654	28.792	10.500	2.774	75.720	504.800	16.827	42.874.347
24-Ago-08	0,00	14,00	8,00	22	21.359	9.925	12.529	2.740	46.553	310.353	14.107	35.944.559
25-Ago-08	0,00	6,00	6,00	12	14.409	12.764	11.281	61	38.515	256.767	21.397	54.520.122
26-Ago-08	0,00	6,00	22,00	28	34.074	29.995	14.673	1.339	80.081	533.873	19.067	48.582.473
27-Ago-08	0,00	12,00	22,00	34	34.409	29.983	14.618	3.164	82.174	547.827	16.113	41.054.775
28-Ago-08	0,00	15,00	15,00	30	33.085	30.162	11.941	2.457	77.645	517.633	17.254	43.964.324
29-Ago-08	0,00	11,00	22,00	33	33.936	29.910	10.857	3.078	77.781	518.540	15.713	40.037.573
30-Ago-08	0,00	18,00	15,00	33	33.426	25.077	10.391	-57.311	11.583	77.220	2.340	5.962.320
31-Ago-08	0,00	15,00	7,00	22	19.092	9.701	12.373	62.761	103.927	692.847	31.493	80.244.241
1-Set-08	0,00	7,00	6,00	13	13.915	14.309	10.840	142	39.206	261.373	20.106	51.229.173
2-Set-08	0,00	7,00	21,00	28	33.021	21.459	10.125	1.160	65.765	438.433	15.658	39.897.433
3-Set-08	0,00	19,00	21,00	40	34.329	26.618	11.835	2.930	75.712	504.747	12.619	32.152.363
4-Set-08	0,00	9,00	21,00	30	34.632	24.662	11.006	3.085	73.385	489.233	16.308	41.552.218
5-Set-08	0,00	10,00	14,00	24	32.519	28.364	11.775	1.667	74.325	495.500	20.646	52.605.583
6-Set-08	0,00	14,00	11,00	25	32.565	18.777	10.777	2.954	65.073	433.820	17.353	44.214.934
7-Set-08	0,00	9,00	11,00	20	16.753	11.117	11.601	2.358	41.829	278.860	13.943	35.526.764
8-Set-08	0,00	11,00	1,00	12	13.368	8.386	10.391	3	32.148	214.320	17.860	45.507.280
9-Set-08	0,00	12,00	17,00	29	34.203	24.350	10.540	1.402	70.495	469.967	16.206	41.292.244
10-Set-08	0,00	18,00	19,00	37	35.537	27.641	11.187	2.723	77.088	513.920	13.890	35.391.031
11-Set-08	0,00	15,00	18,00	33	35.079	18.600	11.359	3.042	68.080	453.867	13.754	35.044.008
12-Set-08	0,00	13,00	14,00	27	33.569	27.360	10.936	1.858	73.723	491.487	18.203	46.381.779

13-Set-08	0,00	12,00	22,00	34	37.728	19.922	10.559	3.028	71.237	474.913	13.968	35.590.564
14-Set-08	0,00	12,00	6,00	18	16.392	10.592	11.274	2.100	40.358	269.053	14.947	38.085.994
15-Set-08	0,00	5,00	10,00	15	14.627	15.478	11.284	0	41.389	275.927	18.395	46.870.743
16-Set-08	0,00	18,00	14,00	32	29.601	36.455	13.524	1.091	80.671	537.807	16.806	42.822.856
17-Set-08	0,00	6,00	23,00	29	27.510	30.525	13.126	3.060	74.221	494.807	17.062	43.474.737
18-Set-08	0,00	14,00	22,00	36	26.779	37.825	10.768	2.294	77.666	517.773	14.383	36.646.846
19-Set-08	0,00	5,00	21,00	26	28.603	31.515	12.851	3.199	76.168	507.787	19.530	49.763.093
20-Set-08	0,00	7,00	21,00	28	29.058	35.678	12.669	2.438	79.843	532.287	19.010	48.438.087
21-Set-08	0,00	11,00	5,00	16	12.143	10.239	11.684	1.231	35.297	235.313	14.707	37.473.648
22-Set-08	0,00	7,00	8,00	15	16.938	16.720	9.227	8	42.893	285.953	19.064	48.573.940
23-Set-08	0,00	11,00	22,00	33	31.668	36.257	12.258	891	81.074	540.493	16.379	41.732.637
24-Set-08	0,00	8,00	22,00	30	31.061	29.905	12.296	2.422	75.684	504.560	16.819	42.853.963
25-Set-08	0,00	16,00	21,00	37	30.526	36.599	13.058	2.440	82.623	550.820	14.887	37.932.145
26-Set-08	0,00	18,00	19,00	37	32.195	37.146	11.268	2.994	83.603	557.353	15.064	38.382.062
27-Set-08	0,00	15,00	25,00	40	32.730	26.265	10.966	3.062	73.023	486.820	12.171	31.010.434
28-Set-08	0,00	12,00	3,00	15	14.246	9.108	11.727	1.253	36.334	242.227	16.148	41.146.236
29-Set-08	0,00	11,00	1,00	12	17.122	12.532	8.915	7	38.576	257.173	21.431	54.606.471
30-Set-08	0,00	13,00	20,00	33	33.304	34.744	11.970	1.013	81.031	540.207	16.370	41.710.503
Totais	510,00	1.102,00	1.845,00	3.457	3.575.906	2.750.936	1.390.083	289633	8.006.558	53.377.053	15.440	39.341.837

II.3 Certificado de qualidade do fuelóleo

Certificate of Quality

Inspectorato Netherlands B.V.
 P.O. Box 966 3160 AD Rhoon The Netherlands
 Tel: +31 (0)10 472 04 22
 Fax: +31 (0)10 472 04 22
 e.p@inspectorate.nl
 www.inspectorate.nl

Job No.: 91856-3
 Date: 3 August 2007

Product: FUEL OIL (BENCOM Specifications B)
 Subject: Tv. Evnico
 Sample: Composite sample ex cargo tanks after loading
 Terminal: Argos Terminal, Rotterdam

TEST	METHOD	UNIT	SPECS	RESULTS
Density at 15 °C ✓	D 4052	kg/l	max. 0.990	0.9835
Kinematic Viscosity at 50 °C ✓	D 445	mm ² /s	100 - 180	157.5
Aluminium ✓	IP 501	mg/kg	Al + Si	14
Silicon ✓	IP 501	mg/kg	max. 80	16
Total Sediment - Existent ✓	IP 375	% m/m	max. 0.15	0.03
Total Sediment - Accelerated	IP 390b	% m/m	max. 0.15	0.04
Pour Point ✓	D 97	°C	max. zero	minus 6
Compatibility	D 4740	scale	max. 1	1
Flash Point PMcc ✓	D 93b	°C	min. 65	95.0
Sulphur ✓	D 4294	% m/m	max 3.0	1.76
Water by Distillation ✓	D 95	% m/m	max 0.5	0.1
Sediments by extraction ✓	D 473	% m/m	max 0.10	0.05
Vanadium ✓	IP 501	mg/kg	max 200	62
Sodium ✓	IP 501	mg/kg	report	22
Nickel ✓	IP 501	mg/kg	report	25
Ash ✓	D 482	% m/m	max 0.10	0.076
Ashpalthenes ✓	IP 143	% m/m	max 12.0	2.1
Micro Carbon Residue ✓	D 4530	% m/m	max 16.0	10.8

Date of sampling : 1 August 2007
 Date of analysis : 1 August 2007

TQ 2
 S.G Air - 0.9843
 Vise. - 165.2 cst
 F.P. - 96°C
 Sulphur - 1.76%

Carl A. Carlson
 Inspectorato Netherlands B.V.
 BENCOM S.A.



351 296201719

CHEMOIL EUROPE B.V.
Driemanssteeweg 88
3084 CB Rotterdam

ANALYTICAL REPORT SPL-1133386.02.B03

P.1/3

grade at	FUEL OIL Odfjell Terminals Rotterdam B.V
sample	200 shoretank 574 - tank composite (upper-middle-lower) before loading
date sampling	14.02.2007
start analyses	16.02.2007

Density at 15°C (upper sample), kg/m³
(ASTM D 4052) 200
988.2

Density at 15°C (middle sample), kg/m³
(ASTM D 4052) 988.2

Density at 15°C (lower sample), kg/m³
(ASTM D 4052) 988.2

Density at 15°C (calculated average), kg/m³
(ASTM D 4052) 988.2

Density at 15°C (dead bottom sample), kg/m³
(ASTM D 4052) 988.2

Flash point
Peniksy Martens closed cup, °C
(ASTM D 93 procedure B) 90.0

Kinematic viscosity at 50°C, mm²/s
(ASTM D 445) 172.1

Sulphur content, % wt
(ASTM D 4294) 2.15

Water by distillation, % vol
(ASTM D 95) < 0.05

Sediment by extraction, % wt
(ASTM D 473) 0.02

Pour point, °C
(ASTM D 97) -18

SGS Nederland B.V. | Malledijk 18, P.O. Box 200, 3200 AE Spijkenisse t +31-181-693333 f +31-181-693556 www.sgs.com
Member of the SGS Group (Societe Generale de Surveillance)

All orders are executed as per agreed contracts. In the absence of such agreements orders are executed in accordance with the latest version of our conditions filed at the Rotterdam District Court of the General Cargo Survey and Inspection Conditions, last version, filed at the Rotterdam District Court and at the Chamber of Commerce in Rotterdam. Upon request the conditions will be sent to you.

ANALYTICAL REPORT SPL-1133386.02.B03

P. 2/3

	<u>200</u>
Total sediment by hot filtration, % wt. (IP 375)	0.02
Ash content, % wt (ASTM D 482)	0.053
Micro carbon residue, % wt (ASTM D 4530)	12.2
Asphaltenes, % wt (ASTM D 6560)	6.60
Hydrogensulphide, mg/kg (IP 399)	<0.5
Filtration test: Polypropylene presence (SGS SPI 141)	< 2
Sediment, mg/kg	<2
Identification of sediment	not enough present
ICP analysis (IP 501)	
nickel, ppm wt Ni	32
	<u>200</u>
aluminium plus silicium, ppm wt Al/Si	15
sodium, ppm wt Na	68
vanadium, ppm wt V	94

Tests marked with Q are performed under RVA Accreditation (L468)

End of analytical results

TQ 2

Spijkensse, the 19th February 2007
Oil, Gas & Chemicals Services

SG_{mir} - 0.9879
Visc. - 168,0 cst
F.P. - 87°C

M. Audier
M. Audier
Laboratory Manager

BENCOM SA
5/03/2007

Reports are established on behalf of and for the account of the principal, who expressly accepts that these reports purely represent the situation at a given time and that they must always be presented and/or mentioned in their totality and in their particular context. SGS Nederland B.V., issuer of the reports, cannot be held liable for errors of results during analysis or for transmission. Only the principal is responsible.

II.4 Resultados obtidos das medições ao efluente gasoso do grupo gerador

Resultados das Medições ao Efluente Gasoso

Descrição	Parâmetros	Valores limites	Morisa Velha		Morisa Nova		LG		Torre de Secagem		Chaminé do Gerador
			Jul-07	Nov-07	Jul-07	Nov-07	Jul-07	Nov-07	Jul-07	Nov-07	Jul-07
Características do escoamento da Conduta	T ambiente (K)		419	392	407	467	440	433	354	347	439
	P atmosférica (kPa)		101,9	100,6	102,2	100,7	102,1	100,8	101,6	100,7	99,9
	% volumica de água		6,1	7,5	10,0	8,8	8,8	7,0	5,0	3,8	4,1
	O ₂ (%)		13,8	7,6	4,6	7,0	6,6	14,6	21	21	18,3
	CO ₂ (%)		6,0	10,3	13,6	11,2	12	5,8	0,1	0,1	2,3
	Massa molecular gas seco (kg/kmol)		29,5	30	30,4	30,1	30,2	29,5	28,9	28,90	29,1
	Densidade do gas seco (Kg/m ³ N)		1,32	1,34	1,36	1,34	1,35	1,32	1,29	1,29	1,30
	Velocidade (m/s)		10	6,0	7,4	7,8	3,9	6	19,7	25,4	20,2
	Caudal efectivo (m ³ /h)		17840	10690	12900	13630	14000	13420	50300	64860	1230
	Caudal seco (m ³ N/h)		10990	6850	7870	7220	7980	7830	37010	48800	730
Análise qualitativa de poluentes (Concentração mg/Nm ³)	Partículas	300	1111	167+/-10	95	148+/-4	186	524+/-32	-	-	222
	Monóxido de Carbono	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	1170
	Dióxido de Enxofre	2700	2700	2404+/-277	2730	2555+/-128	2772	2423+/-249	-	-	<14
	Óxidos de Azoto	1500	511	454 +/-58	538	521+/-31	550	526+/-84	-	-	705
	Compostos Orgânicos	50	32	-	-	123+/-30	-	-	-	-	329
Análise qualitativa de poluentes (Caudal Kg/h)	Partículas	0,5 - 5	6,8	1,2+/-0,2	9,4 x 10 ⁻⁰¹	1,2+/-0,1	1,60	2,0+/-0,3	4,2 x 10 ⁻⁰¹	6,5+/-0,5x10 ⁻⁰¹	3,4x10 ⁻⁰²
	Monóxido de Carbono	5 - 100	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8x10 ⁻⁰¹
	Dióxido de Enxofre	2,0 - 50	16	16,9+/-2,9	27	19,9+/-2,6	24	9,3+/-1,4	-	-	<2,1x10 ⁻⁰³
	Óxidos de Azoto	2,0 - 30	3,1	3,2+/-0,6	5,30	4,0+/-0,6	4,90	2,0+/-0,4	-	-	1,1x10 ⁻⁰¹
	Compostos Orgânicos	2,0 - 30	2,0 x 10 ⁻⁰¹	-	-	9,6+/-2,4 x10 ⁻⁰¹	-	-	-	<2,9x10 ⁻⁰¹	5,0x10 ⁻⁰²

Nº = valores que estão acima do valor limite

Nota: De acordo com o D.L. 78/2004 de 3 de Abril o parâmetro partículas na Caldeira Morisa Velha está sujeito a medição em contínuo.

Resultados das Medições ao Efluente Gasoso

Descrição	Parâmetros	Valores limites	Morisa Velha		Morisa Nova		LG		Torre de Secagem		Gerador de emergência
			Jun-08	Dez-08	Jun-08	Dez-08	Jun-08	Dez-08	Jun-08	Dez-08	Dez-08
Características do escoamento da Conduta	T ambiente (K)		407	457	456	467	441	-	347	350	438
	P atmosférica (kPa)		101,7	102,2	101,8	102,3	101,8	-	102,1	102,0	102,3
	% volumica de água		6,2	6,7	7,4	7,3	7,8	-	2,6	4,6	1,9
	O ₂ (%)		10	16,2	6,5	17,3	4,8	-	21,0	21,0	18,2
	CO ₂ (%)		8,5	4,0	11,4	3,1	13,1	-	0,1	0,1	2,7
	Massa molecular gas seco (kg/kmol)		29,8	29,3	30,1	29,2	30,3	-	28,9	28,9	29,2
	Densidade do gas seco (Kg/m ³ N)		1,33	1,31	1,34	1,30	1,35	-	1,29	1,29	1,30
	Velocidade (m/s)		11,9	8,0	6,2	6,7	3,2	-	12,5	17,1	19,3
	Caudal efectivo (m ³ /h)		21330	14290	10760	11690	7110	-	31870	43540	1180
	Caudal seco (m ³ N/h)		13470	8050	5990	6400	4080	-	24600	32630	730
Análise qualitativa de poluentes (Concentração mg/Nm ³ para o teor de O ₂ de ref.)	Partículas	300	895± 39	299± 37	165± 6	215± 34	712± 19	-	<5	<5	137± 27
	Monóxido de Carbono	1000	106± 5	-	94± 5	1172± 193	93± 3	-	-	-	3410± 677
	Dióxido de Enxofre	2700	2996± 163	3699± 508	3102± 158	3524± 581	3062± 102	-	-	-	<13
	Óxidos de Azoto	1500	696± 37	2012± 286	963± 63	1917± 324	829± 16	-	-	-	1439± 287
	Compostos Orgânicos	50	0,5± 0,1	-	0,5± 0,1	4,0± 0,7	3± 0,2	-	3± 0,2	14± 1	119± 24
Análise qualitativa de poluentes (Caudal Kg/h)	Partículas	0,5 - 5	10± 1	(8,8± 0,9)x10 ⁻⁰¹	1,1± 0,2	(3,9± 0,5)x10 ⁻⁰¹	3,6± 1,7	-	<1,2x10 ⁻⁰¹	<1,6x10 ⁻⁰¹	(2,1± 0,7)x10 ⁻⁰²
	Monóxido de Carbono	5 - 100	1,2± 0,1	-	0,6± 0,1	2,1± 0,3	(4,7± 2,2)x10 ⁻⁰¹	-	-	-	(5,3± 1,8)x10 ⁻⁰¹
	Dióxido de Enxofre	2,0 - 50	34± 3	11± 1	21± 3	6,4± 0,9	16± 7	-	-	-	<2,1x10 ⁻⁰³
	Óxidos de Azoto	2,0 - 30	7,9± 0,6	5,9± 0,7	6,4± 0,9	3,5± 0,5	4,2± 1,9	-	-	-	(2,2± 0,8)x10 ⁻⁰¹
	Compostos Orgânicos	2,0 - 30	(5,8± 0,8)x10 ⁻⁰³	-	(3,3± 0,5)x10 ⁻⁰³	(7,3± 1,2)x10 ⁻⁰³	(1,3± 0,6)x10 ⁻⁰²	-	(8,5± 0,5)x10 ⁻⁰²	(4,6± 0,3)x10 ⁻⁰¹	(1,9± 0,6)x10 ⁻⁰²

Nº = valores que estão acima do valor limite

Nota: De acordo com o D.L. 78/2004 de 3 de Abril o parâmetro partículas na Caldeira Morisa Velha está sujeito a medição em contínuo.

Partículas
Monóxido de Carbono
Dióxido de Enxofre
Óxidos de Azoto
Compostos Orgânicos

ANEXO III - SOLTERM

III.1 Relatório energético com campo de colectores sobre o azimute 40°

SolTerm 5.0

Licenciado a SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda
()

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

Campo de colectores

Modelo de colector: schucoSol U.5DG

Tipo: Plano

96 módulos (241,0 m²)

Inclinação 33° - Azimute 40°

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 2,920 W/m²/K a2= 0,013 W/m²/K²

Rendimento óptico: 79,3%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,94	0,92	0,89	0,86	0,80	0,72	0,59	0,32	0,00	0,00

Permutador

Externo, com eficácia 75%

Caudal no grupo painel/permutador: 25,0 l/m² por hora (=1,67 l/s)

Depósito

Modelo: 2000 l

Volume: 12000 l

Área externa: 16,20 m²

Material: médio condutor de calor

Posição vertical

Deflectores interiores

Coefficiente de perdas térmicas: 16,20 W/K

6 conjuntos depósito/permutador.

Tubagens

Comprimento total: 134,0 m
Percurso no exterior: 108,4 m com protecção mecânica
Diâmetro interno: 42,0 mm
Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
Espessura do isolamento: 30,0 mm
Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K
Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K

Carga térmica: segunda a sexta

Bel

Temperatura nominal de consumo: 80°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
02												

03													
04													
05													
06													
07													
08													
09	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
diário	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

 Carga térmica: fim-de-semana

Bel

Temperatura nominal de consumo: 80°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
diário	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

 Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Ribeira Grande

Coordenadas nominais: 37,8°N, 25,5°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: Bel

Orientação do painel: inclinação 33° - azimute 40°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	55	76	,	8117	18744	10627
Fevereiro	69	87	,	9174	16930	7756
Março	103	115	138,	11458	18744	7286
Abril	129	130	134,	12245	18139	5894
Maio	164	157	935,	14539	18744	4205
Junho	163	152	580,	13715	18139	4424
Julho	179	168	1427,	15450	18744	3293
Agosto	170	170	2210,	15403	18744	3341
Setembro	130	141	956,	14263	18139	3876
Outubro	93	112	3,	12398	18744	6346
Novembro	60	80	,	8750	18139	9389
Dezembro	49	69	,	7363	18744	11381
Anual	1362	1457	6384,	142877	220695	77818

Fracção solar: 64,7%

Rendimento global anual do sistema: 41%

Produtividade: 593 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Análise energética para o azimute 40 | 08-10-2010 9:47:04 |

III.2 Relatório energético com campo de colectores sobre o azimute 0°

 SolTerm 5.0

Licenciado a SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda
 ()

Estimativa de desempenho de sistema solar térmico

 Campo de colectores

 Modelo de colector: schucoSol U.5DG

Tipo: Plano

96 módulos (241,0 m²)

Inclinação 33° - Azimute Sul

Coefficientes de perdas térmicas: a1= 2,920 W/m²/K a2= 0,013 W/m²/K²

Rendimento óptico: 79,3%

Modificador de ângulo: a

	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	
a	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
	0,94	0,92	0,89	0,86	0,80	0,72	0,59	0,32	0,00	0,00

 Permutador

 Externo, com eficácia 75%

Caudal no grupo painel/permutador: 25,0 l/m² por hora (=1,67 l/s)

 Depósito

 Modelo: 2000 l

Volume: 12000 l

Área externa: 16,20 m²

Material: médio condutor de calor

Posição vertical

Deflectores interiores

Coefficiente de perdas térmicas: 16,20 W/K

6 conjuntos depósito/permutador.

 Tubagens

 Comprimento total: 134,0 m
 Percurso no exterior: 108,4 m com protecção mecânica
 Diâmetro interno: 42,0 mm
 Espessura do tubo metálico: 1,5 mm
 Espessura do isolamento: 30,0 mm
 Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K
 Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K

 Carga térmica: segunda a sexta

 Bel

 Temperatura nominal de consumo: 80°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

 Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

 Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
02												

03													
04													
05													
06													
07													
08													
09	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
diário	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

 Carga térmica: fim-de-semana

Bel

Temperatura nominal de consumo: 80°C (N.B. existem válvulas misturadoras)

Temperaturas de abastecimento ao depósito (°C):

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Perfis de consumo (l)

hora	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
01	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
diário	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

 Localização, posição e envolvente do sistema

Concelho de Ribeira Grande

Coordenadas nominais: 37,8°N, 25,5°W

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM (fonte: INETI - versão 2004)

Obstruções do horizonte: Bel

Orientação do painel: inclinação 33° - azimute 0°

Balanço energético mensal e anual

	Rad.Horiz. kWh/m ²	Rad.Inclin. kWh/m ²	Desperdiçado kWh	Fornecido kWh	Carga kWh	Apoio kWh
Janeiro	55	83	,	8835	18744	9909
Fevereiro	69	94	51,	9698	16930	7232
Março	103	120	239,	11797	18744	6947
Abril	129	135	203,	12626	18139	5513
Maió	164	158	1149,	14470	18744	4274
Junho	163	151	560,	13592	18139	4548
Julho	179	168	1606,	15257	18744	3487
Agosto	170	174	2787,	15387	18744	3357
Setembro	130	148	1563,	14337	18139	3803
Outubro	93	120	105,	13074	18744	5670
Novembro	60	88	,	9534	18139	8606
Dezembro	49	77	,	8088	18744	10656
Anual	1362	1517	8261,	146695	220695	74000

Fracção solar: 66,5%

Rendimento global anual do sistema: 40%

Produtividade: 609 kWh/[m² colector]

N.B. 'Fornecido' é designado 'E solar' nos Regulamentos Energéticos (DLs 78,79,80/06)

Análise energética para o azimute Sul | 08-10-2010 11:21:14 |

III.3 Análise económica com campo de colectores sobre o azimute 40°

III.3.1 Análise do interesse num investimento em energia solar vs outro investimento financeiro seguro

III.3.2 Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar

III.3.1 Análise do interesse num investimento em energia solar vs outro investimento financeiro seguro

F:\Projecto\novos relatórios Solterm\... investimento financeiro seguro 25 anos.txt 1

SolTerm 5.0

Licenciado a SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda
()

Análise do interesse num investimento em energia solar
vs. um outro investimento financeiro seguro.

Parâmetros operacionais e económicos do sistema

Área de captação: 241,0 m²
Tempo de vida da instalação: 25 anos
Renovação de componentes: no 13º ano
Componente fixa do preço: 48232 €
Componente variável do preço: 320 €/m² de colector
Preço total do sistema: 125339 €
Valor das renovações: 1,0 % do preço do sistema
Manutenção anual: 1,0 % do preço do sistema
Valor residual em fim de vida: 2,0 % do preço do sistema
Fonte de energia convencional: Electricidade
Preço da energia convencional: 0,430 €/kg (0,112 €/kWh)
Energia convencional deslocada: 142877 kWh/ano

Cenário financeiro sobre 25 anos

Taxa de inflação média: 2,0 % ao ano
Deriva média do preço da energia: 2,0 % ao ano (acima da inflação)
Rendimento seguro de aplicação alternativa: 4,0 % ao ano

Síntese de resultados da análise

Opção: aplicação num sistema solar

Investimento:	-125339 €
Custos energéticos evitados:	666825 €
Valor residual em fim-de-vida:	4113 €
Reinvestimentos:	333690 €
Manutenção:	-40949 €
Reparações:	-1621 €
Benefícios totais:	836718 €

Opção: aplicação financeira segura alternativa

Investimento:	-125339 €
Restituição do capital:	125339 €
Rendimento:	208794 €
Benefícios totais:	334133 €

N.B. Valores a preços correntes (i.e. incluindo inflação); quaisquer poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são de imediato reinvestidas com o rendimento seguro da aplicação alternativa.

Análise de rentabilidade

	Valor actualizado líquido	Rentabilidade média anual
Sistema solar:	384666 €	7,8%
Aplicação alternativa:	78326 €	4,0%

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)

ANEXO: tabela de cash-flow anual a preços correntes para a operação do sistema solar

Ano	Preço do sistema	Incentivos	Manutenção	Reparações	Energia evitada	Salvados	Balanço anual	Balanço acumulado simples (**)
0	-125339 €						-125339 €	-125339 €
1			-1278 €		16012 €		14733 €(+)	-110606 €
2			-1304 €		16652 €		15348 €(+)	-95258 €
3			-1330 €		17318 €		15988 €(+)	-79269 €
4			-1357 €		18011 €		16654 €(+)	-62615 €
5			-1384 €		18732 €		17348 €(+)	-45267 €
6			-1412 €		19481 €		18069 €(+)	-27198 €
7			-1440 €		20260 €		18820 €(+)	-8378 €
8			-1469 €		21070 €		19602 €(+)	11224 €
9			-1498 €		21913 €		20415 €(+)	31639 €
10			-1528 €		22790 €		21262 €(+)	52901 €
11			-1558 €		23701 €		22143 €(+)	75044 €
12			-1590 €		24649 €		23060 €(+)	98104 €
13			-1621 €	-1621 €	25635 €		22393 €(+)	120496 €
14			-1654 €		26661 €		25007 €(+)	145503 €
15			-1687 €		27727 €		26040 €(+)	171544 €
16			-1721 €		28836 €		27116 €(+)	198659 €
17			-1755 €		29990 €		28235 €(+)	226894 €
18			-1790 €		31189 €		29399 €(+)	256293 €
19			-1826 €		32437 €		30611 €(+)	286904 €
20			-1862 €		33734 €		31872 €(+)	318776 €
21			-1900 €		35084 €		33184 €(+)	351960 €
22			-1938 €		36487 €		34549 €(+)	386510 €
23			-1976 €		37947 €		35970 €(+)	422480 €
24			-2016 €		39464 €		37448 €(+)	459928 €
25			-2056 €		41043 €	4113 €	43099 €	503028 €(***)

(*) disponível para reinvestimentos a receber no final do período em análise

(**) i.e. balanço excluindo os reinvestimentos

(***) adicionar 333690 € resultado de reinvestimentos

Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes: 836718 €

Valor actualizado líquido (VAL): 384666 €

Análise do interesse num investimento em energia solar vs. um outro investimento financeiro seguro | SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda | 14-10-2010 15:20:✓

III.3.2 Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar

F:\Projecto\novos relatórios Solterm\...num sistema solar cenário 25 anos 10 emp.txt 1

SolTerm 5.0

Licenciado a SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda
()

Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar

Parâmetros operacionais e económicos do sistema

 Área de captação: 241,0 m²
 Tempo de vida da instalação: 25 anos
 Renovação de componentes: no 13^o ano
 Componente fixa do preço: 48232 €
 Componente variável do preço: 320 €/m² de colector
 Preço total do sistema: 125339 €
 Valor das renovações: 1,0 % do preço do sistema
 Manutenção anual: 1,0 % do preço do sistema
 Valor residual em fim de vida: 2,0 % do preço do sistema
 Fonte de energia convencional: Electricidade
 Preço da energia convencional: 0,430 €/kg (0,112 €/kWh)
 Energia convencional deslocada: 142877 kWh/ano

Cenário financeiro sobre 25 anos

 Taxa de inflação média: 2,0 % ao ano
 Deriva média do preço da energia: 2,0 % ao ano
 Taxa de juro do empréstimo, todos os custos incluídos (TAEG): 5,0 % ao ano
 Empréstimo a pagar em: 10 anos
 Rendimento de aplicação segura para reinvestimentos: 4,0 % ao ano

Síntese de resultados da análise

Empréstimo

 Valor: 162320 € em 10 prestações anuais de 16232 €
 (Capital pago: 125339 €)
 (Juros pagos: 36981 €)

Custos e benefícios operacionais

 Custos energéticos evitados: 666825 €
 Valor residual em fim-de-vida: 4113 €
 Reinvestimentos: 149008 €
 Manutenção: -40949 €
 Reparações: -1621 €

Análise

 Benefícios totais: 489716 €
 Empréstimo compensado durante o tempo de vida do sistema

N.B. Valores a preços correntes (i.e. incluindo inflação); quaisquer poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são de imediato reinvestidas com o rendimento seguro da aplicação alternativa.

ANEXO: tabela de cash-flow anual a preços correntes para a operação do sistema solar

Ano	Preço do sistema	Incentivos	Prestações empréstimo	Manutenção	Reparações	Energia evitada	Salvados	Balanço anual	Balanço (**) acumulado
0	-125339 €							-125339 €	-125339 €
1			-16232 €	-1278 €		16012 €		-1499 €	-126838 €
2			-16232 €	-1304 €		16652 €		-884 €	-127722 €
3			-16232 €	-1330 €		17318 €		-244 €	-127965 €
4			-16232 €	-1357 €		18011 €		422 €(+)	-127543 €
5			-16232 €	-1384 €		18732 €		1116 €(+)	-126427 €
6			-16232 €	-1412 €		19481 €		1837 €(+)	-124590 €
7			-16232 €	-1440 €		20260 €		2588 €(+)	-122002 €
8			-16232 €	-1469 €		21070 €		3370 €(+)	-118632 €

9	-16232 €	-1498 €	21913 €	4183 €(*)	-114449 €
10	-16232 €	-1528 €	22790 €	5030 €(*)	-109419 €
11		-1558 €	23701 €	22143 €(*)	-87276 €
12		-1590 €	24649 €	23060 €(*)	-64216 €
13		-1621 €	25635 €	22393 €(*)	-41824 €
14		-1654 €	26661 €	25007 €(*)	-16817 €
15		-1687 €	27727 €	26040 €(*)	9224 €
16		-1721 €	28836 €	27116 €(*)	36339 €
17		-1755 €	29990 €	28235 €(*)	64574 €
18		-1790 €	31189 €	29399 €(*)	93973 €
19		-1826 €	32437 €	30611 €(*)	124584 €
20		-1862 €	33734 €	31872 €(*)	156456 €
21		-1900 €	35084 €	33184 €(*)	189640 €
22		-1938 €	36487 €	34549 €(*)	224190 €
23		-1976 €	37947 €	35970 €(*)	260160 €
24		-2016 €	39464 €	37448 €(*)	297608 €
25		-2056 €	41043 €	4113 €	43099 €
					340708 €(***)

(*) disponível para reinvestimentos a receber no final do período em análise

(**) simples, i.e. excluindo os reinvestimentos

(***) adicionar 149008 € resultado de reinvestimentos

Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes: 489716 €

Valor actualizado líquido (VAL): 173158 €

III.4 Análise económica com campo de colectores sobre o azimute 0°

III.4.1 Análise do interesse num investimento em energia solar vs outro investimento financeiro seguro

III.4.2 Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar

III.4.1 Análise do interesse num investimento em energia solar vs outro investimento financeiro seguro

F:\Projecto\novos relatórios Solterm\... um outro investimento financeiro seguro.txt 1

SolTerm 5.0

Licenciado a SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda
()

Análise do interesse num investimento em energia solar
vs. um outro investimento financeiro seguro.

Parâmetros operacionais e económicos do sistema

Área de captação: 241,0 m²
Tempo de vida da instalação: 25 anos
Renovação de componentes: no 13º ano
Componente fixa do preço: 48232 €
Componente variável do preço: 320 €/m² de colector
Preço total do sistema: 125339 €
Valor das renovações: 1,0 % do preço do sistema
Manutenção anual: 1,0 % do preço do sistema
Valor residual em fim de vida: 2,0 % do preço do sistema
Fonte de energia convencional: Electricidade
Preço da energia convencional: 0,430 €/kg (0,112 €/kWh)
Energia convencional deslocada: 146695 kWh/ano

Cenário financeiro sobre 25 anos

Taxa de inflação média: 2,0 % ao ano
Deriva média do preço da energia: 2,0 % ao ano (acima da inflação)
Rendimento seguro de aplicação alternativa: 4,0 % ao ano

Síntese de resultados da análise

Opção: aplicação num sistema solar

Investimento: -125339 €
Custos energéticos evitados: 684644 €
Valor residual em fim-de-vida: 4113 €
Reinvestimentos: 343290 €
Manutenção: -40949 €
Reparações: -1621 €
Benefícios totais: 864137 €

Opção: aplicação financeira segura alternativa

Investimento: -125339 €
Restituição do capital: 125339 €
Rendimento: 208794 €
Benefícios totais: 334133 €

N.B. Valores a preços correntes (i.e. incluindo inflação); quaisquer poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são de imediato reinvestidas com o rendimento seguro da aplicação alternativa.

Análise de rentabilidade

	Valor actualizado líquido	Rentabilidade média anual
Sistema solar:	401379 €	7,9%
Aplicação alternativa:	78326 €	4,0%

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)

ANEXO: tabela de cash-flow anual a preços correntes para a operação do sistema solar

Ano	Preço do sistema	Incentivos	Manutenção	Reparações evitadas	Energia Salvados	Balanço anual	Balanço acumulado simples (**)
0	-125339 €					-125339 €	-125339 €
1			-1278 €		16440 €	15161 €(*)	-110178 €
2			-1304 €		17097 €	15793 €(*)	-94385 €
3			-1330 €		17781 €	16451 €(*)	-77934 €
4			-1357 €		18492 €	17136 €(*)	-60798 €
5			-1384 €		19232 €	17848 €(*)	-42950 €
6			-1412 €		20001 €	18590 €(*)	-24360 €
7			-1440 €		20801 €	19362 €(*)	-4998 €
8			-1469 €		21633 €	20165 €(*)	15166 €
9			-1498 €		22499 €	21001 €(*)	36167 €
10			-1528 €		23399 €	21871 €(*)	58038 €
11			-1558 €		24335 €	22776 €(*)	80814 €
12			-1590 €		25308 €	23718 €(*)	104533 €
13			-1621 €	-1621 €	26320 €	23078 €(*)	127611 €
14			-1654 €		27373 €	25719 €(*)	153330 €
15			-1687 €		28468 €	26781 €(*)	180111 €
16			-1721 €		29607 €	27886 €(*)	207997 €
17			-1755 €		30791 €	29036 €(*)	237033 €
18			-1790 €		32023 €	30233 €(*)	267266 €
19			-1826 €		33304 €	31478 €(*)	298744 €
20			-1862 €		34636 €	32773 €(*)	331517 €
21			-1900 €		36021 €	34122 €(*)	365639 €
22			-1938 €		37462 €	35524 €(*)	401163 €
23			-1976 €		38961 €	36984 €(*)	438147 €
24			-2016 €		40519 €	38503 €(*)	476650 €
25			-2056 €		42140 €	44196 €	520846 €(***)

(*) disponível para reinvestimentos a receber no final do período em análise

(**) i.e. balanço excluindo os reinvestimentos

(***): adicionar 343290 € resultado de reinvestimentos

Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes: 864137 €

Valor actualizado líquido (VAL): 401379 €

Análise do interesse num investimento em energia solar vs. um outro investimento financeiro seguro | SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda | 14-10-2010 15:28:42

III.4.2 Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar.

F:\Projecto\novos relatórios Solterm\... solar num cenário de 25 anos emp 10.txt 1

SolTerm 5.0

Licenciado a SEGMA - Serviços de Engenharia, Gestão e Manutenção, Lda
()

Análise do interesse em contrair um empréstimo para investir num sistema solar

Parâmetros operacionais e económicos do sistema

 Área de captação: 241,0 m²
 Tempo de vida da instalação: 25 anos
 Renovação de componentes: no 13^o ano
 Componente fixa do preço: 48232 €
 Componente variável do preço: 320 €/m² de colector
 Preço total do sistema: 125339 €
 Valor das renovações: 1,0 % do preço do sistema
 Manutenção anual: 1,0 % do preço do sistema
 Valor residual em fim de vida: 2,0 % do preço do sistema
 Fonte de energia convencional: Electricidade
 Preço da energia convencional: 0,430 €/kg (0,112 €/kWh)
 Energia convencional deslocada: 146695 kWh/ano

Cenário financeiro sobre 25 anos

 Taxa de inflação média: 2,0 % ao ano
 Deriva média do preço da energia: 2,0 % ao ano
 Taxa de juro do empréstimo, todos os custos incluídos (TAEG): 5,0 % ao ano
 Empréstimo a pagar em: 10 anos
 Rendimento de aplicação segura para reinvestimentos: 4,0 % ao ano

Síntese de resultados da análise

Empréstimo

 Valor: 162320 € em 10 prestações anuais de 16232 €
 (Capital pago: 125339 €)
 (Juros pagos: 36981 €)

Custos e benefícios operacionais

 Custos energéticos evitados: 684644 €
 Valor residual em fim-de-vida: 4113 €
 Reinvestimentos: 156954 €
 Manutenção: -40949 €
 Reparações: -1621 €

Análise

 Benefícios totais: 515480 €
 Empréstimo compensado durante o tempo de vida do sistema

N.B. Valores a preços correntes (i.e. incluindo inflação); quaisquer poupanças líquidas obtidas com o sistema solar são de imediato reinvestidas com o rendimento seguro da aplicação alternativa.

ANEXO: tabela de cash-flow anual a preços correntes para a operação do sistema solar

Ano	Preço do sistema	Incentivos	Prestações empréstimo	Manutenção	Reparações	Energia evitada	Salvados	Balanço anual	Balanço (**) acumulado
0	-125339 €							-125339 €	-125339 €
1			-16232 €	-1278 €		16440 €		-1071 €	-126410 €
2			-16232 €	-1304 €		17097 €		-439 €	-126849 €
3			-16232 €	-1330 €		17781 €		219 €(+)	-126630 €
4			-16232 €	-1357 €		18492 €		904 €(+)	-125726 €
5			-16232 €	-1384 €		19232 €		1616 €(+)	-124110 €
6			-16232 €	-1412 €		20001 €		2358 €(+)	-121752 €
7			-16232 €	-1440 €		20801 €		3130 €(+)	-118622 €
8			-16232 €	-1469 €		21633 €		3933 €(+)	-114690 €

9	-16232 €	-1498 €	22499 €	4769 €(*)	-109921 €
10	-16232 €	-1528 €	23399 €	5639 €(*)	-104282 €
11		-1558 €	24335 €	22776 €(*)	-81506 €
12		-1590 €	25308 €	23718 €(*)	-57787 €
13		-1621 €	26320 €	23078 €(*)	-34709 €
14		-1654 €	27373 €	25719 €(*)	-8990 €
15		-1687 €	28468 €	26781 €(*)	17791 €
16		-1721 €	29607 €	27886 €(*)	45677 €
17		-1755 €	30791 €	29036 €(*)	74713 €
18		-1790 €	32023 €	30233 €(*)	104946 €
19		-1826 €	33304 €	31478 €(*)	136424 €
20		-1862 €	34636 €	32773 €(*)	169197 €
21		-1900 €	36021 €	34122 €(*)	203319 €
22		-1938 €	37462 €	35524 €(*)	238843 €
23		-1976 €	38961 €	36984 €(*)	275827 €
24		-2016 €	40519 €	38503 €(*)	314330 €
25		-2056 €	42140 €	4113 €	44196 €
					358526 €(***)

(*) disponível para reinvestimentos a receber no final do período em análise

(**) simples, i.e. excluindo os reinvestimentos

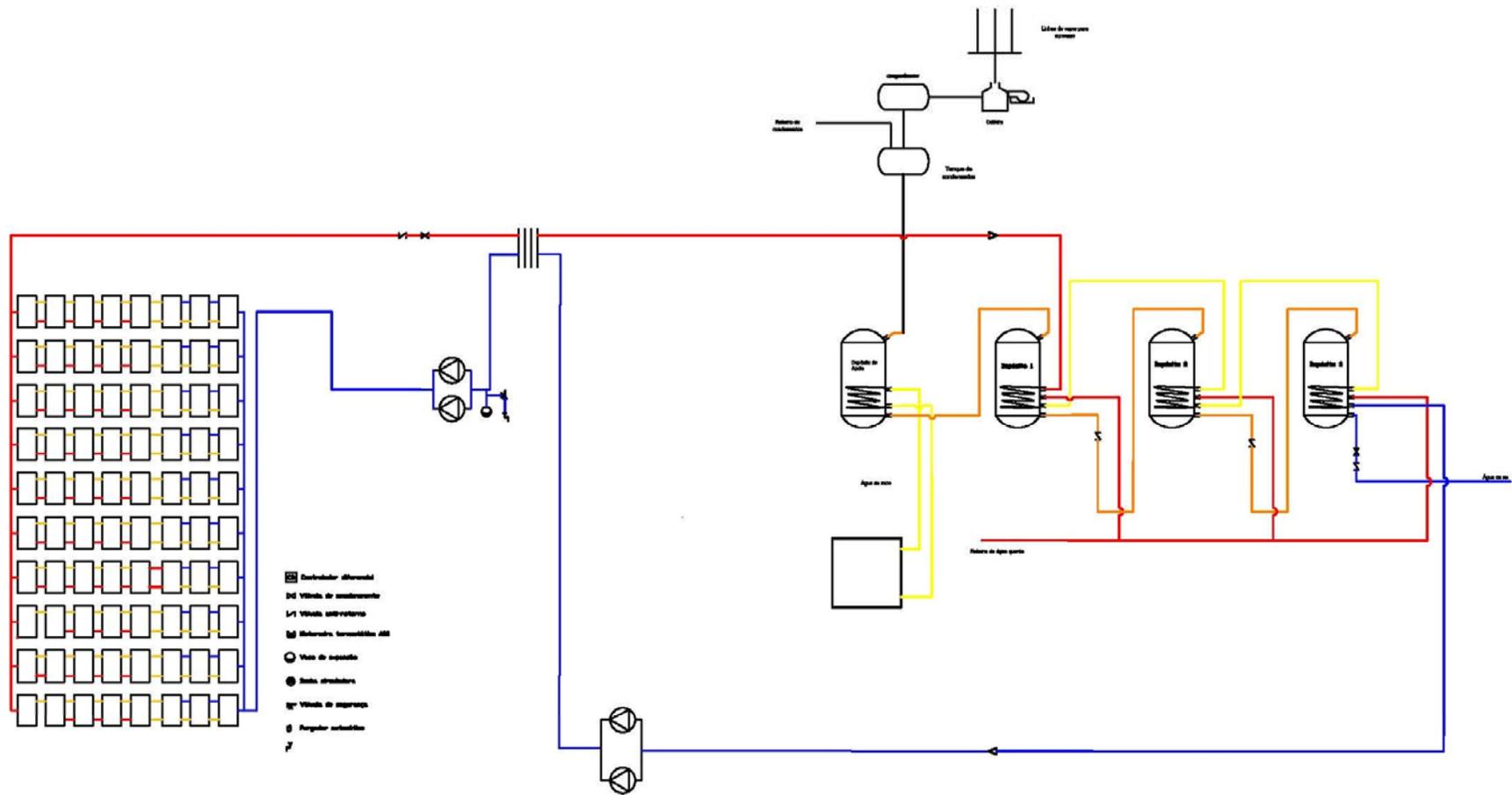
(***) adicionar 156954 € resultado de reinvestimentos

Valor final do investimento no sistema solar a preços correntes: 515480 €

Valor actualizado líquido (VAL): 188862 €

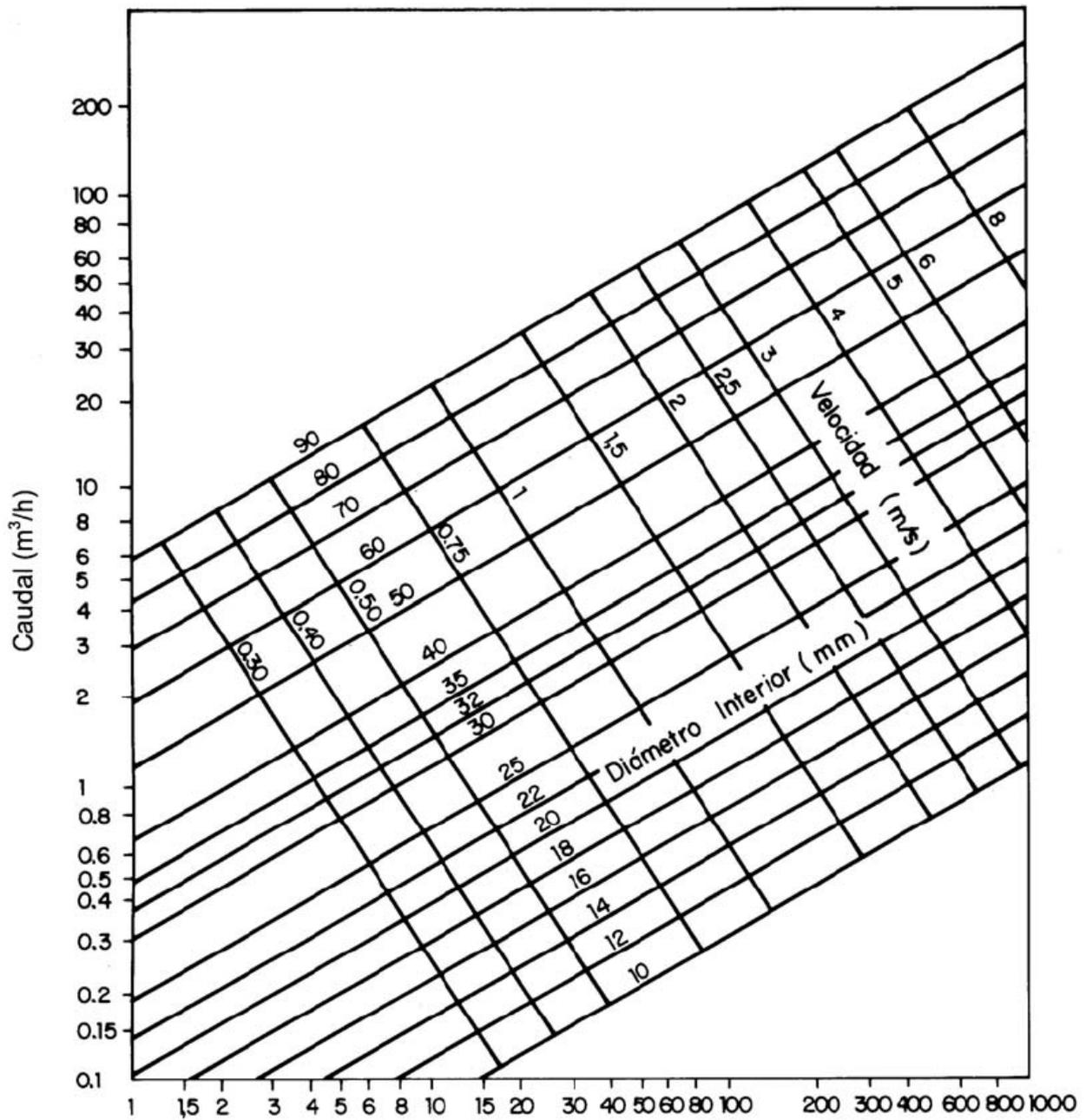
ANEXO IV

Diagrama de princípio solar térmico



ANEXO V

Perdas por atrito em tubagens de cobre



Perdas por atrito em tubagens de cobre (m.c.a por m).

Características dos tubos de cobre compreendidos na norma UNE 37.141-76

ANEXO VI

VI.1 Folha de características do colector SchücoSol U.5

DG

Línea Premium



Referencia: 249 634
Denominación: SchücoSol U.5 DG Natur

Captador plano

Dimensiones (L x A x G): 2152 x 1252 x 108 mm
 Área del captador: 2,69 m²
 Peso: 73,7 kg
 Rendimiento: $\eta_o = 79,8 \%$
 Coeficiente de pérdida calorífica:
 $a_1 = 2,275 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $a_2 = 0,022 \text{ W/m}^2\text{K}^2$
 Factor corrección rad. inclin.: $k_{(50)} = 0,90$
 Potencia térmica nominal: 2,0 kW

Absorbedor

Emisión: $\epsilon = 5,0 \%$
 Absorción: $\alpha = 95,0 \%$
 Área absorbedor: 2,51 m²
 Área de apertura: 2,47 m²
 Material/Recubrimiento: Cobre / Absorción altamente selectiva

Parte hidráulica

Fluido caloportador admisible: Líquido solar Schüco HT
 Capacidad fluido caloportador: 2,0 l
 Pérdida presión (2,5l/min - líquido solar): 200 mbar
 Conexión: 18,0 mm tubo Cu
 Tipo de conexión: Racor con anillo compresión
 Presión máx. de trabajo: 10 bar
 Temperatura de parada A: 232 °C
 ($G_S = 1000 \text{ W/m}^2$; $t_{as} = 30 \text{ °C}$)
 Temperatura de parada B: 257 °C
 ($G_S = 1100 \text{ W/m}^2$; $t_{as} = 40 \text{ °C}$)
 Temperatura máx. con impulsión: 120 °C

Cubierta frontal

Cristal solar: 4x antirreflejo, en hierro, alta transparencia
 Índice de transmisión: >90,0 %
 Grosor: interior 3 mm, exterior 4 mm

Carcasa

Material: Aluminio pulido
 Juntas: EPDM / Silicona
 Aislamiento: 40 mm lana mineral

SchücoSol U.5 DG

SchücoSol U.5 es un captador plano de alto rendimiento de la serie Schüco Premium con tecnología de acristalamiento doble. Este captador no sólo es apto para el calentamiento de agua potable y agua caliente sanitaria, sino también para aplicaciones de altas temperaturas, tales como la refrigeración y el calor industrial a través de instalaciones solares. La reducción sistemática de la pérdida de calor frontal gracias al acristalamiento doble y a un revestimiento antirreflectante de 4 capas permite un aumento del rendimiento solar particularmente elevado. El absorbedor presenta un recubrimiento dotado de una absorción altamente selectiva. La chapa y tubos absorbedores están conectados mediante el proceso de soldadura por ultrasonido. En el desarrollo del producto, además de la optimización del rendimiento, se da la máxima importancia a una vida útil larga, un sencillo montaje y una conexión hidráulica fácil. El captador está equipado con un serpentín especial con tubos colectores y 4 tomas instaladas en los lados cortos del captador. Esto hace que sea especialmente idóneo para grandes campos. Los captadores se montan generalmente en horizontal.

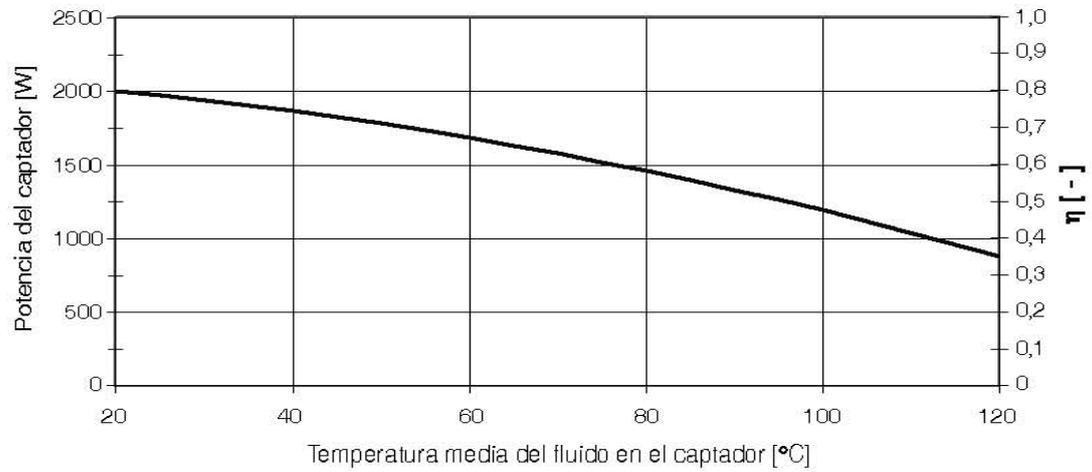
Es posible conectar hidráulicamente hasta 13 captadores en serie. El SchücoSol U.5 DG necesita el líquido solar Schüco HT resistente a altas temperaturas como fluido caloportador.

Características de calidad, certificados

- Óptimo para aplicaciones a altas temperaturas como, por ejemplo, refrigeración o calefacción industrial mediante sistemas solares.
- Acristalamiento doble de alta transparencia y relleno de gas inerte con recubrimiento antirreflectante de 4 capas para evitar la pérdida de calor frontal.
- Alta efectividad gracias al recubrimiento con absorción altamente selectiva.
- Mínima pérdida de energía, aislamiento térmico óptimo.
- Tipo de instalación: disposición horizontal uno al lado del otro, montaje sobre tejado o cubierta plana.
- Su marco estable de aluminio y su recubrimiento posterior también de aluminio garantizan una larga vida útil.
- La utilización de materiales de alta calidad y resistentes a la corrosión y a las altas temperaturas proporciona una alta seguridad de funcionamiento y una larga vida útil.
- Montaje sencillo, optimizado para grandes instalaciones.
- Blauer Engel
- Directiva 97/23/CE (Directiva sobre aparatos a presión)
- Marca CE
- Ensayos según UNE EN 12975-2 incl. ensayo de impacto con granizo.
- Ensayado en CENER

Curva de rendimiento

(Radiación = 1000 W/m², temperatura ambiente = 20 °C)



Pérdidas de presión aproximadas: SchücoSol U.5 DG

Caudal 15 l/m²h
Medio agua/glicol (60/40), temperatura del medio 25 °C



13 captadores, 235 mbar, caudal = 487,5 l/h**



12 captadores, 201 mbar, caudal = 450 l/h**



11 captadores, 170 mbar, caudal = 412,5 l/h**



10 captadores, 144 mbar, caudal = 375 l/h**



9 captadores, 92 mbar, caudal = 337,5 l/h**



8 captadores, 83 mbar, caudal = 300 l/h**



7 captadores, 76 mbar, caudal = 262,5 l/h**



6 captadores, 70 mbar, caudal = 225 l/h*



5 captadores, 64 mbar, caudal = 187,5 l/h*



4 captadores, 59 mbar, caudal = 150 l/h*



3 captadores, 55 mbar, caudal = 112,5 l/h*



2 captadores, 53 mbar, caudal = 75 l/h*

* Se requiere purgador manual

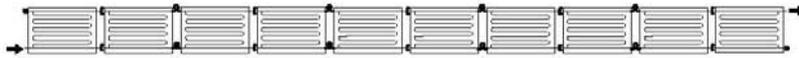
** Se recomienda purgador manual

⊕ Fijación hidráulica

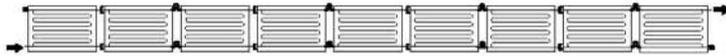
Ω Codo de dilatación

Pérdidas de presión aproximadas: SchücoSol U.5 DG

Caudal 30 l/m²h
Medio agua/glicol (60/40), temperatura del medio 75 °C



10 captadores, 249 mbar, caudal = 750 l/h**



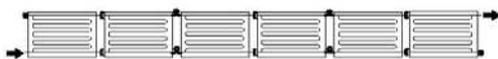
9 captadores, 199 mbar, caudal = 675 l/h**



8 captadores, 154 mbar, caudal = 600 l/h**



7 captadores, 121 mbar, caudal = 525 l/h**



6 captadores, 94 mbar, caudal = 450 l/h**



5 captadores, 75 mbar, caudal = 375 l/h**



4 captadores, 60 mbar, caudal = 300 l/h**



3 captadores, 52 mbar, caudal = 225 l/h*



2 captadores, 46 mbar, caudal = 150 l/h*

- * Se requiere purgador manual
- ** Se recomienda purgador manual
-  Fijación hidráulica
-  Codo de dilatación

VI.2 Certificado do produto SchücoSol U.5 DG



Certificado nº **PST – 006/2008**
Certificate no.

Nome e morada do titular do certificado:
Name and address of the certificate holder:

Schüco International KG
Karolinenstrasse, 1 – 15
D- 33609 Bielefeld
Germany

Nome e morada do fabricante:
Manufacturer's name and address:

Schüco International KG
Karolinenstrasse, 1 – 15
D- 33609 Bielefeld
Germany

Produto:
Product:

Colector solar térmico
Solar collector

Referências:
Type references:

SCHÜCOSOL U.5 DG

Marca(s) comercial(is):
Trademark(s):

SCHÜCO

Características técnicas:
Technical characteristics:

Em anexo
In annex

Este produto está em conformidade com:
This product is in conformity with:

NP EN 12975-1:2007, NP EN 12975-2:2007

Relatórios de ensaios nº(s) / emitidos por:
Test report(s) no. / issued by:

27-07/D and/e 44-07/Q / ISFH

Informação adicional (se existir):
Additional information (if any):

Este certificado é válido até:
This certificate is valid until:

2012-10-08

e substitui o certificado nº:
and supersedes the certificate no:

Data de emissão:
Date of issue:

2008-08-12



Francisco Barroca
Director Geral / General Manager



Este Certificado é constituído por um Anexo com uma (1) página
This Certificate includes one Annex with one (1) page

VI.3 Proposta de fornecimento do equipamento Schüco

SUCURSAL EM PORTUGAL

AVDA. D. JOAO II - LOTE 1.02.2.2 - C - P/C DTO
 ED. NASCENTE - PARQUE DAS NAÇÕES
 1990-095 LISBOA

N.Cont. 980 226 368

TELEFONE 21 893 3000

FAX 21 893 3009

Contacto comercial: Maria Dulce Vilaca

Telemóvel: 919669725



SEGMA

RUA FRANCISCO PEREIRA ATAÍDE, N.º 1
 09504 -535 PONTA DELGADA

PROPOSTA N.º: NA19307710

ESTUDO

Descrição: 96 U5DG

Data: 03.10.2010

Referência	Denominação	Quant.	P.V.P.	Dto %	Preço EUR	Subtotal EUR
249634	SchücoSol U.5 DG natural UV: 1 uds	96,0	1.278,00	40,0	766,80	73.612,80
231218	Fixação hidráulica de 18 mm Fixação para ligação Fixação hidráulica Necessária para a fixação dos tubos de recolha do colector. UV: 2 uds.	88,0	24,00	40,0	14,40	1.267,20
231108	União do colector 18 mm União de anéis de aperto de 18 mm União entre dois colectores. Incluindo isolamento térmico fendido com fita adesiva. Constituído por: Unões de anéis de aperto de 18 mm com fita adesiva autocolante, flexível, com isolamento térmico resistente à temperatura, aos ultravioletas e às intempéries. UV: 2 uds.	88,0	36,00	40,0	21,60	1.900,80
231097	Tampão cego 18 mm Tampão, anel de aperto de 18 mm Fecho das ligações não necessárias do colector. Conteúdo: Tampão cego, união de anéis de aperto de 18 mm UV: 2 uds.	8,0	19,00	40,0	11,40	91,20
231116	União roscada angular de 18 mm Ligação alternativa do colector. Conteúdo: 2 x União roscada angular de 18 x 18 mm UV: 2 uds.	4,0	39,00	40,0	23,40	93,60
231216	Peça em T Ligação variável dos colectores e tubagem. Também aplicável com dois campos de colectores paralelos. Conteúdo: 2 x Ligação com união de anéis de aperto. Peça em T 18 x 18 x 18 mm, incl. 2 x Redução 18 x 15 mm e 1 x Redução 18 x 12 mm UV: 2 uds.	4,0	37,00	40,0	22,20	88,80

Referência	Denominação	Quant.	P.V.P.	Dto %	Preço EUR	Subtotal EUR
221677	Purgador de ar manual Purgador manual para a purga do ar controladas de sistemas solares. Pode ser aberto com uma chave de purga usual e permite a desmontagem durante o funcionamento do sistema solar. Ligação R 3/8 Resistência à temperatura 160 °C UV: 1 uds.	144,0	24,00	40,0	14,40	2.073,60
249654	Triângulo de suporte CP h-45 Triângulo de suporte para CP de 45° Suporte, material de fixação Apropriado para: SchücoSol U.5(DG) Material: Alumínio natural Triângulo de apoio com uma inclinação de 45°, para montagem horizontal dos colectores planos SchücoSol U.5 DG e SchücoSol U.5 UV: 1 kit	48,0	54,00	40,0	32,40	1.555,20
249855	Cruz de suporte-horizontal Cruz de fixação Cruz de apoio, material de fixação Apropriado para: SchücoSol U.5(DG) Material: Alumínio natural UV: 1 kit	48,0	31,00	40,0	18,60	892,80
221165	Kit de ligação.1/2 Ligação de perfis de base Combinação de vários kits de montagem. Os perfis de base são interligados através das peças de ligação e fixados por meio dos parafusos M8 x 14. O que facilita o alinhamento dos perfis. Nenhuma função estática. Conteúdo do kit: 2 peças de ligação Material: Alumínio Dimensões: 300 x 35 x 8 mm 10 parafusos M8 x 14 Material: Aço inoxidável Dimensões: M8 x 14 hexágono interior Material: Aço inoxidável UV: 2 uds.	40,0	40,00	40,0	24,00	960,00
221011	Líquido solar-20 20 Litros de mistura final Conteúdo 20 l Mistura final Protecção anti-gelo até -24 °C UV: 20 l	14,0	81,00	40,0	48,60	680,40

UV: unidade de venda

Total sem IVA	83.216,40
IVA 13 %	10.818,13
TOTAL	94.034,53

Condições:

- Venda e fornecimento segundo condições gerais de Schüco International KG.
- Proposta válida na sua totalidade, até: 03.11.2010
- Prazo de entrega habitual: aprox. 10 dias depois de confirmação do pedido.
- Portes pagos na península ibérica (junto do camião).
- Desconto de 2% por pronto pagamento. (Em caso de ter crédito, nos 10 dias seguintes a data da factura).
- Para facilitar a entrega, pedimos-lhe que na encomenda venha indicado:
 - a referência de cada artigo,
 - a direcção completa de entrega, um número de telefone e uma pessoa de contacto (no caso de a entrega não ser na sua empresa).