



Auditoria Energética a uma Refinaria de Açúcar

JOSÉ CARLOS MARQUES DOS SANTOS

Novembro de 2011

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA QUÍMICA

RAMO OPTIMIZAÇÃO ENERGÉTICA NA INDÚSTRIA QUÍMICA



Auditoria Energética a uma Refinaria de Açúcar

José Carlos Marques dos Santos

Novembro de 2011

Orientação: Luís M. D. Peixoto Braga

Co-Orientação: Maria Teresa Martins Sena Esteves

Agradecimentos

Apesar desta dissertação ser de natureza académica, há contributos de natureza diversa que se deve realçar. Logo, resta-me registar os meus mais sinceros agradecimentos às individualidades que das mais diversas formas contribuíram para a conclusão deste projecto.

À minha mãe e ao meu irmão por todo carinho e confiança em todos os momentos da minha vida.

Agradeço aos meus amigos pedras basilares da minha vida, meu escape e apoio ao longo de todos estes anos. Destaco os meus amigos de curso que me acompanharam nesta jornada, sem o seu apoio o percurso seria muito mais sinuoso, agradeço-vos a simpatia, sorriso e por vezes apontamentos.

Ao Engenheiro Luís Braga, meu orientador, por partilhar o seu vasto conhecimento e contribuir para o meu desenvolvimento profissional. Pela sua competência profissional e orientação dada, bem como pela convivência diária e amizade demonstrada.

Às Doutoradas Isabel Pereira e Teresa Sena Esteves que prescindiram do seu tempo para me orientar nesta dissertação. Um agradecimento especial pela disposição para ajudar, pelas críticas e sugestões relevantes fornecidas ao longo da realização desta tese.

Ao Departamento de Engenharia Química (DEQ) e a todos os seus docentes do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) pela formação de excelência que me forneceu, no decorrer da Licenciatura, por me munirem de “armas” e ferramentas necessárias para enfrentar as adversidades dos mais diversos projectos que me surgirão ao longo da vida.

À empresa RAR – Açúcar pela oportunidade de crescimento que me proporcionou.

Ao Engenheiro Chorão pela disponibilidade manifestada e pelo seu prestimoso apoio nas mais diversas tarefas.

Os meus agradecimentos ao projectista Vitor, ao Zé Manel e ao João Carlos da RAR – Açúcar pela paciência, boa disposição e disponibilidade ao longo de todo o estágio.

A todos funcionários da RAR – Açúcar pela forma amistosa como sempre fui tratado e pelo apoio que me foi fornecido no realizar das mais diversas tarefas nesta tese.

A todos vocês, e aqueles que por lapso momentâneo me olvido, o meu profundo e sentido agradecimento pelo vosso contributo, estimulando-me intelectualmente ou emocionalmente.

Mais uma vez a todos, muito obrigado.

Resumo

CONFIDENCIAL

Abstract

CONFIDENCIAL

Índice

1	Introdução	1
1.1	Apresentação da tese	2
1.2	Organização da tese	3
2	Apresentação da Empresa e do Processo Produtivo.....	5
2.1	História breve da empresa	5
2.2	Processo de refinação de açúcar	7
2.2.1	Afinação.....	7
2.2.2	Dissolução	7
2.2.3	Carbonatação	7
2.2.4	Filtração	7
2.2.5	Descoloração.....	7
2.2.6	Evaporação	7
2.2.7	Cristalização de Açúcar Branco	7
2.2.8	Centrifugação	8
2.2.9	Secagem.....	8
2.2.10	Classificação	8
2.2.11	Produção de Açúcar Areado Amarelo.....	8
2.2.12	Recuperação	8
2.3	Processo de embalamento do Açúcar.....	9
2.3.1	Diferentes Tipos de Produtos da RAR - Açúcar.....	9
2.3.2	Sistemas de transporte do açúcar.....	9
3	Caracterização energética da empresa.....	10
3.1	Perfil do consumo energético (2010).....	10
3.1.1	Consumo anual	10
3.1.2	Perfil de consumo energético (2010)	10
3.2	Consumos mensais por forma de energia	10
3.2.1	Energia Eléctrica	11
3.2.2	Vapor	11
3.2.3	Gasóleo	11
3.2.4	Gás Natural	11

4	Análise do consumo de combustíveis fósseis pela frota da RAR – Açúcar.....	12
4.1	Descrição da frota.....	12
4.2	Análise do consumo.....	12
4.2.1	Análise do consumo nas Pás Mecânicas.....	12
5	Diagnóstico dos analisadores de potência da RAR – Açúcar	13
6	Consumo específico por tipo de produto.....	14
7	Medidas de poupança energética.....	15
7.1	Substituição de Motores Eléctricos Convencionais por Motores de Alta Eficiência.....	15
7.2	Redimensionamento de motores e sua substituição.....	15
7.3	Optimização de Moto-Redutores.....	15
7.4	Instalação dos Variadores Electrónicos de Velocidade (VEV).....	15
7.5	Adaptação de transportadores de Tela e de transportadores de parafuso sem-fim com arrancadores suaves ou VEV.....	15
7.6	Manipulação da frequência dos VEV instalados nas bombas da Torre de Refrigeração para os Tachos de Vácuo e Evaporador.....	15
7.7	Alterar o sistema de despoeiramento da zona do empacotamento ..	15
8	Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro.....	15

Índice de Figuras

Figura 2.1-Instalações da RAR na década de 70	5
Figura 2.2-Símbolo Grupo RAR	6
Figura 2.3- Instalações actuais da RAR	6
Figura 2.4 – Etapas do processo de Refinação de Açúcar	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.5 – Etapa de Afinação	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.6– Etapa de Dissolução	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.7– Etapa de Carbonatação.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.8– Etapa de Filtração	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.9– Etapa de Descoloração.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.10 – Etapa de Regeneração.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.11– Etapa de Evaporação.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.12– Cristalização de Açúcar Branco	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.13– Etapa de Centrifugação	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.14– Etapa de Secagem	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.15– Arrefecedor Bulkflow.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.16 – Classificação do Açúcar	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.17– Sector da Recuperação.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.18- Produção relativa por tipo de produto no ano de 2010	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.19 – Sistema de transporte na zona de Secagem.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.20- Sistema de transporte na zona de Armazenamento	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.21 – Sistema de transporte na zona de classificação de açúcar.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.22 – Representação global da Linha da Torre.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.23 – Representação da linha do “Papel Branco”	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.24 – Representação da linha do “Plástico Branco”	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.25 - Representação da linha de “Sticks Branco”.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.26 – Representação da linha de “Saquetas Branco”	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.27 – Representação da linha de “Big Bags”	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.28 – Representação da linha do “Açúcar em pó”	Erro! Marcador não definido.
Figura 2.29 - Representação da linha do Libra.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 3.1 – Divisão do Consumo da RAR – Açúcar por formas de energia (2010)	Erro! Marcador não definido.
Figura 3.2 – Evolução do consumo total de energia no ano de 2010.....	Erro! Marcador não definido.
Figura 3.3 – Produção de Açúcar Branco Equivalente (2010).....	Erro! Marcador não definido.

- Figura 3.4 – Evolução do consumo de energia eléctrica (2010) **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 3.5 – Evolução do consumo de vapor (2010)..... **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 3.6 – Evolução do consumo de gasóleo (2010) **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 3.7 - Evolução do consumo de gás natural (2010) **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 4.1 – Consumo de gasóleo discriminado por sectores (2010) **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 4.2 – Consumo Mensal Individual das três pás mecânicas..... **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 4.3 – Representação gráfica do consumo mensal das pás mecânicas e da alimentação de
rama **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 6.1 – Consumo eléctrico global discriminado **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 6.2 – Consumo eléctrico discriminado – Saquetas Branco **Erro! Marcador não definido.**
- Figura 7.1 – Bombas Centrífugas e VEV **Erro! Marcador não definido.**

CONFIDENCIAL

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 – Consumo e custo associado por cada forma de energia da RAR – Açúcar (2010)..... **Erro! Marcador não definido.**

Tabela 3.2- Intensidade Energética (K) e Intensidade Carbónica (IC) em 2010..... **Erro! Marcador não definido.**

Tabela 5.1 – Resumo do diagnóstico dos analisadores de potência **Erro! Marcador não definido.**

Tabela 6.1- Consumo específico de energia eléctrica por tipo de produto..... **Erro! Marcador não definido.**

Tabela 6.2- Consumos eléctricos discriminados por sector (2010)..... **Erro! Marcador não definido.**

Tabela 7.1 – Resumo das medidas de poupança energética..... **Erro! Marcador não definido.**

CONFIDENCIAL

1 Introdução

A factura energética possui um peso relativamente reduzido comparativamente com outros factores, como a matéria-prima e a mão-de-obra nos custos de exploração de uma empresa do sector industrial. Devido ao factor referido previamente a gestão de energia era usualmente negligenciada, no entanto, a competitividade industrial aliada à crescente consciencialização para os efeitos nefastos da indústria no meio ambiente conduz ao nascimento do conceito de Utilização Racional de Energia.

“Embora o argumento da competitividade continue naturalmente a ser aquele que mais sensibiliza a generalidade dos industriais, a crescente pressão ambiental veio reforçar a necessidade de utilizar eficientemente a energia. Seja por imposição legal, seja pela necessidade de cumprir requisitos ambientais como forma de aceder a sistemas de apoio ou simplesmente por uma questão de imagem ou pressão da opinião pública, cada vez mais a eficiência energética está na ordem do dia. É para além disso unanimemente aceite que, mais cedo ou mais tarde, instrumentos políticos de mercado, como taxas ou impostos ambientais, introduzirão finalmente o princípio do poluidor pagador, penalizando fortemente as empresas menos preparadas.” [1]

Um processo de gestão de energia começa com um conhecimento da situação energética da instalação, assumindo assim o levantamento e a auditoria energética um papel relevante no sector industrial.

O levantamento energético pode interpretar-se como a primeira análise ao consumo energética da instalação fabril. É através deste levantamento que se avalia quanta energia é consumida e de que forma é utilizada, estabelecendo-se assim os sectores em que será de principal interesse actuar.

A auditoria energética representa uma análise detalhada das condições de utilização de energia na instalação. A auditoria energética permite responder a perguntas como onde, quando e como a energia é utilizadas, qual a eficiência dos equipamentos e onde se verificam desperdícios de energia, indicando soluções/medidas de poupança de energia.

A auditoria energética pode também constituir uma obrigação legal. O Decreto-Lei 58/82, de 26 de Fevereiro, veio criar um quadro legal para a existência de regulamentação para as empresas ou instalações consumidoras intensivas de energia.

A auditoria energética é um instrumento fundamental, que o gestor de energia possui para contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas que se verificam, tendo como objectivo reduzir essas perdas sem afectar a produção de qualquer modo, ou seja economizar energia através do uso eficiente da mesma.[1]

1.1 Apresentação da tese

Como objectivo principal para este trabalho, foi proposta a caracterização energética da RAR – Açúcar, com especial interesse na vertente da energia eléctrica, tendo em vista identificar possíveis melhorias em desempenho técnico e consumos.

Uma auditoria energética é um projecto multi-disciplinar, em que é necessário conhecer-se as diversas formas de energia e o seu respectivo consumo.

Numa fase preliminar do trabalho procedeu-se a uma familiarização com o processo de Refinação de Açúcar, na RAR – Açúcar.

Habitualmente são contemplados os últimos três anos para efeito da caracterização energética da instalação, demonstrando o perfil de consumo energético e a evolução dos consumos. O presente trabalho baseia-se apenas nos anos de 2010 e de 2011.

Realizou-se primeiro um diagnóstico dos diversos analisadores de potência instalados na RAR – Açúcar com o intuito de identificar possíveis anomalias que causassem valores não fidedignos de grandezas eléctricas.

O levantamento energético na vertente da energia eléctrica iniciou-se pela análise dos diversos consumidores dessa energia envolvidos no transporte de açúcar (motores eléctricos associados a elementos de transporte, produção e distribuição de ar comprimido, despoejamento, iluminação, etc.). Esta análise permitiu o cálculo dos consumos específicos de energia eléctrica por tipo de produto. De seguida, decidiu-se estender a análise dos motores eléctricos aos motores existentes envolvidos no processo de refinação directa ou indirectamente. Numa fase final do trabalho, identificaram-se

medidas de poupança energética e fez-se a análise da viabilidade económica das que se consideraram mais pertinentes.

1.2 Organização da tese

A dissertação encontra-se dividida em 9 capítulos, onde serão demonstrados os conteúdos necessários para a compreensão do trabalho realizado.

No capítulo 1 inicia-se a dissertação com a apresentação do seu respectivo enquadramento e respectiva motivação, apresentando as mudanças de perspectiva na abordagem à auditoria energética na RAR – Açúcar.

No capítulo 2 apresenta-se uma breve história da RAR – Açúcar, efectuando-se também neste capítulo uma descrição detalhada do processo de refinação de açúcar juntamente com os tipos de produto e sistemas de transporte existentes.

No capítulo 3 apresenta-se a caracterização energética da RAR – Açúcar referente ao ano de 2010, demonstrando o perfil do consumo energético e a evolução dos consumos ao longo do ano.

No capítulo 4 procede-se a uma análise mais detalhada do consumo do gasóleo pela frota da RAR – Açúcar. Neste capítulo é analisado o consumo consoante o tipo de veículo e procura-se justificar os consumos através de relações com operações realizadas no ano de 2010.

O capítulo 5 é dedicado ao diagnóstico dos analisadores de potência instalados na RAR – Açúcar.

No capítulo 6 são apresentados os valores estimados do consumo específico de energia eléctrica por tipo de produto.

No capítulo 7 apresentam-se as medidas de poupança energética identificadas mais relevantes. Para algumas dessas medidas que implicariam aquisição de equipamentos, obtiveram-se propostas de fornecedores, apresentando-se neste capítulo as respectivas análises de viabilidade económica.

As conclusões principais e sugestões para novos desenvolvimentos do trabalho são resumidas no capítulo de Conclusões.

CONFIDENCIAL

2 Apresentação da Empresa e do Processo Produtivo

2.1 História breve da empresa

Até à década de 60 o Sector Industrial de Refinação de Açúcar apresentava um panorama dualista: por oposição a unidades fabris bem equipadas, subsistia a indústria manual ou uma indústria mecanizada mas deficiente e obsoleta.

A reorganização industrial lançada por Ferreira Dias impôs a criação de unidades industriais de refinação de açúcar modernas, de maior dimensão e bem equipadas tecnologicamente, conduzindo assim a uma transformação no Sector Industrial de Refinação de Açúcar.

Em 1962, a concentração de 9 pequenas unidades de refinação de açúcar, existentes no Norte do país, origina a RAR Açúcar (Refinarias de Açúcar Reunidas). Projectou-se uma refinaria de forma a substituir as pequenas unidades de refinação. Entretanto, a empresa dedicou-se a comercializar a produção existente dessas pequenas unidades até ao arranque da refinaria projectada.



Figura 2.1-Instalações da RAR na década de 70 [2]

A RAR inaugura as suas instalações em 1967, com uma capacidade de produção instalada de 25.000 t/ano. As vendas da RAR em 1967 atingem cerca de 22.000 t, correspondendo a 11,78% do mercado nacional.

No ano seguinte, João Macedo Pinto adquiriu a maioria do capital da sociedade, e a RAR entra num período de crescimento acelerado: em 1972, a RAR já vendia 25% do açúcar consumido no País.

Em 1973 a RAR adquire a Refinaria Angola, situada em Matosinhos, e o seu volume de vendas passa a representar 45% do mercado nacional. A figura 1 mostra as instalações da RAR nesta década.

Durante as décadas de 70 e 80, através da participação activa em outros tipos de investimentos nas mais diversas áreas, desenvolveu-se o Grupo RAR, o que levou à constituição da RAR – Sociedade de Controle (holding), S.A (ver símbolo do Grupo

na figura 2.2). O Grupo integra actualmente um conjunto diversificado de negócios, distribuído por cinco áreas – Alimentar, Embalagem, Imobiliária, Serviços e Turismo.



Figura 2.2-Símbolo Grupo RAR [3]

“Detendo hoje uma capacidade produtiva superior a 240.000 t/ano, a RAR Açúcar enfrenta o século XXI e o actual panorama de crise económica com a determinação de ser uma referência no mercado ibérico, e com uma aposta clara na qualidade.



Figura 2.3- Instalações actuais da RAR [2]

Apesar das vicissitudes do mercado mundial de açúcar, nos últimos anos, a RAR Açúcar adapta-se progressivamente às novas realidades desse mercado, continuando a apostar na modernização tecnológica e maximização da eficiência dos seus processos, a par de um investimento assíduo na formação profissional do seu operário.[2]

Empenhada em garantir a qualidade e segurança alimentar dos seus produtos, a RAR - Açúcar implementou um Sistema de Gestão Integrado da Qualidade, Segurança Alimentar e Ambiente, de acordo com os referenciais normativos NP EN ISO 9001:2008, NP EN ISO 22000:2005 e NP EN ISO 14001:2004, respectivamente.

A RAR AÇÚCAR é a primeira empresa a nível ibérico do sector do açúcar a obter a Certificação International Food Standard (IFS), sendo este um referencial normativo de elevada exigência em matéria de qualidade e segurança alimentar. [2]

2.2 Processo de refinação de açúcar

A matéria-prima da RAR Açúcar é a rama de cana-de-açúcar. Devido ao facto da matéria-prima ter origem em locais distintos, as suas características variam. Apesar de a rama conter, aproximadamente, 98% de sacarose, os restantes 2% possuem um elevado teor de impurezas, logo não deve ser utilizada para fins alimentares sem tratamento prévio.

A refinação tem como objectivo a extracção da máxima quantidade de sacarose existente na rama, e através de processos de cristalização, obter cristais de açúcar de elevada pureza.

O processo de refinação da rama de açúcar até à obtenção de açúcar é constituído por diversas etapas. A Figura 2.4 esquematiza de forma simplificada as diferentes etapas desse processo.

No decorrer desta exposição, será apresentada uma descrição detalhada de cada uma das etapas de refinação, fundamentada a partir da consulta de documentos internos da empresa.

2.2.1 Afinação

2.2.2 Dissolução

2.2.3 Carbonatação

2.2.4 Filtração

2.2.5 Descoloração

2.2.6 Evaporação

2.2.7 Cristalização de Açúcar Branco

2.2.8 Centrifugação

2.2.9 Secagem

2.2.10 Classificação

2.2.11 Produção de Açúcar Areado Amarelo

2.2.12 Recuperação

CONFIDENCIAL

2.3 Processo de embalagem do Açúcar

O sistema de embalagem de açúcar é concerne ao processamento que segue a refinação do mesmo. Neste ponto será considerado todo o equipamento relativo a armazenamento, transporte do produto e embalagem do mesmo.

2.3.1 Diferentes Tipos de Produtos da RAR - Açúcar

De modo a suprir as diversas necessidades dos clientes, a RAR - Açúcar comercializa diversos tipos de produto.

Levando em consideração que no decorrer desta tese se analisarão as linhas de produção dos diferentes tipos de açúcar e embalagem dos mesmos, será importante indicar quais vão ser os produtos considerados e as respectivas designações simplificadas.

Na RAR é produzido açúcar branco e açúcar amarelo areado. Os produtos de açúcar branco variam em granulometrias, podendo ser Açúcar Branco Granulado, Açúcar Branco Extra, Açúcar Branco Fino, Açúcar Branco Grosso e Açúcar Branco em Pó.

2.3.2 Sistemas de transporte do açúcar

Neste ponto serão descritos de forma exaustiva os diversos equipamentos existentes na RAR - Açúcar para transporte de açúcar nos sectores de Secagem, Armazenamento, Classificação e Empacotamento.

2.3.2.1 Linha da Refinaria

2.3.2.2 Linha da Torre

3 Caracterização energética da empresa

O primeiro passo de uma auditoria energética é a compilação e quantificação do consumo de energia de uma instalação e do custo associado. Compreender o custo de energia é um factor vital para a criação e compreensão de medidas de eficiência energética.

Sendo o objectivo último deste trabalho a poupança energética, é importante estabelecer os padrões de consumo das diferentes formas de energia de modo a ser capaz de identificar as áreas em que os consumos de energia podem ser reduzidos. No decorrer desta caracterização será também analisada a relação entre o consumo de energia global e a produção de açúcar.

Para este estudo, analisaram-se as seguintes formas de energia: Electricidade, Gasóleo, Gás Natural e Vapor. Procedeu-se à análise das facturas mensais do ano de 2010 para a Electricidade, Gasóleo e Gás Natural (ver ANEXO A). Os consumos de vapor foram obtidos através de cálculo. (ver Anexo B)

No âmbito do Plano de Racionalização do Consumo de energia será analisada a intensidade energética e a intensidade carbónica da instalação.

3.1 Perfil do consumo energético (2010)

3.1.1 Consumo anual

Na tabela 3.1 encontra-se discriminado o consumo anual (2010) por forma de energia e o custo associado respectivo, apresentando-se o custo unitário médio e origem da forma de energia.

3.1.2 Perfil de consumo energético (2010)

3.2 Consumos mensais por forma de energia

3.2.1 Energia Eléctrica

3.2.2 Vapor

3.2.3 Gasóleo

3.2.4 Gás Natural

3.3 – Análise da Intensidade Energética e Intensidade Carbónica (2010)

CONFIDENCIAL

4 Análise do consumo de combustíveis fósseis pela frota da RAR – Açúcar

4.1 Descrição da frota

4.2 Análise do consumo

4.2.1 Análise do consumo nas Pás Mecânicas

CONFIDENCIAL

5 Diagnóstico dos analisadores de potência da RAR – Açúcar

A RAR – Açúcar possui analisadores de potência, das marcas Circutor e Siemens, instalados nos diversos sectores da fábrica com o objectivo de analisar os valores de consumo de energia eléctrica.

Considerando que esses valores possuem uma certa importância na análise da instalação decidiu-se realizar um diagnóstico dos diversos analisadores de potência instalados. Utilizou-se o equipamento Fluke 434 (ver Anexo K) para efectuar medições no Quadro Geral de Baixa Tensão para os diversos sectores e posteriormente comparar os valores obtidos de intensidade de corrente, tensão de corrente e factor de potência com os valores registados pelos analisadores de potência.

CONFIDENCIAL

6 Consumo específico por tipo de produto

Com o objectivo de avaliar os consumos eléctricos associados ao transporte e embalagem do açúcar e, especificamente, fazer essa avaliação por tipo de produto, mediu-se o consumo eléctrico dos diversos elementos do Sistema de Transporte (ver a descrição de cada linha no ponto 2.4), máquinas de empacotamento, envolvedoras e paletizadoras, despoeiramento da refinaria, despoeiramento da zona do empacotamento e ar comprimido. Para a distribuição dos consumos foi também considerada a iluminação, energia utilizada nos arranques da instalação e a energia consumida em testes e limpezas.

No Anexo E apresentam-se as medições que serviram de base aos resultados apresentados neste capítulo, e que foram efectuadas no período de Abril a Julho de 2011.

CONFIDENCIAL

7 Medidas de poupança energética

Neste capítulo apresentar-se-ão as medidas de poupança de energia sugeridas após a análise da instalação e levantamento energético.

Na tabela 7.1 apresenta-se o resumo das potenciais medidas de economia, apresentando o custo do investimento, poupança e período de retorno dos investimentos.

7.1 Substituição de Motores Eléctricos Convencionais por Motores de Alta Eficiência

7.2 Redimensionamento de motores e sua substituição

7.3 Optimização de Moto-Redutores

7.4 Instalação dos Variadores Electrónicos de Velocidade (VEV)

7.5 Adaptação de transportadores de Tela e de transportadores de parafuso sem-fim com arrancadores suaves ou VEV

7.6 Manipulação da frequência dos VEV instalados nas bombas da Torre de Refrigeração para os Tachos de Vácuo e Evaporador

7.7 Alterar o sistema de despoejamento da zona do empacotamento

8 Conclusões e Sugestões para Trabalho Futuro

Bibliografia

[1] - Gaspar, Carlos. 2004. Eficiência Energética na Indústria. Gaia, Portugal.: ADENE (versão PDF do documento descarregada em Maio de 2010)

[2] - <http://www.docerar.pt> (acedido em 1 de Março de 2011)

[3] - <http://www.rar.com.pt> (acedido em 1 de Março de 2011)

CONFIDENCIAL

Índice

Anexo A – Consumos mensais por forma de energia na RAR – Açúcar relativos a 2010	1
Anexo B – Cálculo da quantidade de vapor consumido pela RAR - Açúcar	2
Anexo C- Conversão a TEP para as diferentes formas de energia	3
Anexo D – Diagnóstico dos analisadores de potência.....	4
Anexo E – Levantamento Moto-Redutores e Motores Eléctricos das Linhas de Transporte.....	5
Anexo F – Especificações e Medições dos motores dos diversos sectores da instalação.....	6
Anexo F.1 – Especificações dos motores dos vários sectores do processo de refinação	6
Anexo F.2 – Medições dos motores dos sectores do processo de refinação e cálculo da carga sobre o motor	6
Anexo G	7
Anexo G.1 – Selecção de Motores analisados para substituição por motores de alta eficiência do tipo IE2 e IE3	7
Anexo G.2 – Proposta ABB Motores IE2 e IE3	8
Anexo G.3 – Proposta WEG para motores de alta eficiência do tipo IE2 e IE3.....	Erro! Marcador não definido.
Anexo G.4 - Proposta ABB vs Proposta WEG	8
Anexo H – Redimensionamento dos motores e sua substituição	9
Anexo H.1 – Motores eléctricos seleccionados.....	9
Anexo H.2 – Propostas para os motores.....	9
Anexo H.3 – Cálculo da viabilidade económica.....	9

Anexo I – Moto-Redutores	10
Anexo I.1 – Moto-Redutores seleccionados	10
Anexo I.2 – Proposta SEW	11
Anexo J – Variadores Electrónicos de Velocidade.....	12
Anexo J.1 – Casos em estudo.....	12
Anexo K – Manipulação frequência Torre de Refrigeração	13
Anexo L – Equipamento utilizado	14

CONFIDENCIAL

Índice de Tabelas

Tabela A.1 – Consumos mensais por forma de energia no ano de 2010.....	1
Tabela B.1 – Consumo de Nafta, Energia eléctrica produzida nas Turbinas e Produção de vapor Caldeira Recuperação	4
Tabela B.2 – Consumos de energia dos diversos processos.....	5
Tabela B.3 – Quantidade de vapor a facturar (2010).....	6
Tabela C.1– Factores de conversão a TEP	7
Tabela C.2 – Valores mensais por forma de energia em TEP	7
Tabela D.1– Medições e Anomalias detectadas durante o diagnóstico	9
Tabela E.1: Especificações dos Moto-Redutores (MOTR) e Motores eléctricos (MOTE) da Linha da Refinaria	13
Tabela E.2 - Especificações dos Moto-Redutores (MOTR) e Motores eléctricos (MOTE) da Linha da Torre	15
Tabela E.3 - Medições de Potência das máquinas de empacotamento e equipamento do açúcar em pó.....	17
Tabela E.4 - Medições do consumo de energia eléctrica em diversos elementos responsáveis pelo agrupamento e envolvimento do produto.....	17
Tabela E.5 - Medições da Potência consumida pelos Despoeiramentos e pelos compressores de ar	17
Tabela E.6 - Consumo de ar comprimido da zona do empacotamento.....	18
Tabela E.7 - Potência instalada de iluminação nas diversas zonas da linha de transporte.....	18
Tabela E.8 - Número de horas pelas máquinas de empacotamento no ano de 2010	19
Tabela E.9 - Número de horas de operação das máquinas de empacotamento de Saquetas no ano de 2010.....	20
Tabela E.10 - Número de paletes/boxes por tipo de produto.....	21
Tabela E.11 - Consumos de energia eléctrica relativos à Linha, Máquinas de empacotamento, Envolvedoras e Paletizadoras	22
Tabela E.12 - Consumos de energia eléctrica relativos a ar comprimido e despoeiramento	24
Tabela E.13 - Consumos de energia eléctrica relativos a iluminação.....	26
Tabela F.1 - Informações placa do equipamento – Sector de Afinação	29
Tabela F.2– Informação do equipamento – sector Carbonatação e Filtração	31
Tabela F.3- Informação do equipamento – sector Descoloração	33
Tabela F.4- Informação do equipamento – sector Evaporação e Refinação de branco	34
Tabela F.5 – Informação equipamento – sector Refinação de Amarelo.....	35
Tabela F.6 – Informação equipamento – sector Recuperação	36
Tabela F.7 – Medições e cálculo da carga sobre o motor – sector Afinação.....	38

Tabela F.8- Medições e cálculo da carga sobre o motor – sector Carbonatação e Filtração	40
Tabela F.9 - Medições e cálculo da carga sobre o motor – sector Descoloração	42
Tabela F.10 – Medições e cálculo da carga sobre o motor – sector Evaporação e Refinação de Branco.....	43
Tabela F.11- – Medições e cálculo da carga sobre o motor – sector Refinação Amarelo	44
Tabela F.12 – Medições e cálculo da carga sobre o motor – sector Recuperação	45
Tabela G.1- Especificações motores eléctricos seleccionados para substituição por motores alta eficiência.....	47
Tabela G.2 – Proposta ABB Motores IE3	50
Tabela G.3 – Proposta ABB Motores IE2	53
Tabela G.4 – Proposta WEG	56
Tabela G.5 – Comparação proposta WEG vs ABB	59
Tabela H.1- Especificações dos motores eléctricos seleccionados das linhas de transporte passíveis de substituição por motores de alta eficiência e/ou redimensionamento.....	63
Tabela H.2 – Propostas para os motores seleccionados para redimensionamento	64
Tabela I.1 - Especificações dos Moto-Redutores seleccionados para substituição por motores alta eficiência.....	Erro! Marcador não definido.
Tabela I.2 – Especificações dos Moto-Redutores seleccionados das linhas de transporte passíveis de substituição por motores de alta eficiência e/ou redimensionamento.	Erro! Marcador não definido.
Tabela I.3 – Proposta SEW Moto-Redutores	Erro! Marcador não definido.
Tabela I.4 – Proposta SEW Moto-Redutores sem solução alternativa ...	Erro! Marcador não definido.
Tabela K.1 – Medições, Consumo anual e Custo Anual das Bombas da Torre de Refrigeração a 50HZ	75
Tabela K.2 - Medições, Consumo anual e Custo Anual das Bombas da Torre de Refrigeração a 49HZ	Erro! Marcador não definido.

Anexo A – Consumos mensais por forma de energia na RAR – Açúcar relati

CONFIDENCIAL

**Anexo B – Cálculo da quantidade de vapor consumido pela
RAR - Açúcar**

CONFIDENCIAL

Anexo C- Conversão a TEP para as diferentes formas de energia

CONFIDENCIAL

Anexo D – Diagnóstico dos analisadores de potência

CONFIDENCIAL

Anexo E – Levantamento Moto-Redutores e Motores Eléctricos das Linhas

CONFIDENCIAL

Anexo F – Especificações e Medições dos motores dos diversos sectores d

Anexo F.1 – Especificações dos motores dos vários sectores do processo de ref

**Anexo F.2 – Medições dos motores dos sectores do processo de refinação e cá
o motor**

CONFIDENCIAL

Anexo G

Anexo G.1 – Selecção de Motores analisados para substituição por motores de tipo IE2 e IE3

CONFIDENCIAL

Anexo G.2 – Proposta ABB Motores IE2 e IE3

Anexo G.4 - Proposta ABB vs Proposta WEG

CONFIDENCIAL

Anexo H – Redimensionamento dos motores e sua substituição

Anexo H.1 – Motores eléctricos seleccionados

Anexo H.2 – Propostas para os motores

Anexo H.3 – Cálculo da viabilidade económica

CONFIDENCIAL

Anexo I – Moto-Redutores

Anexo I.1 – Moto-Redutores seleccionados

CONFIDENCIAL

Anexo I.2 – Proposta SEW

CONFIDENCIAL

Anexo J – Variadores Electrónicos de Velocidade

Anexo J.1 – Casos em estudo

CONFIDENCIAL

Anexo K – Manipulação frequência Torre de Refrigeração

CONFIDENCIAL

9 Anexo L – Equipamento utilizado

CONFIDENCIAL