



JESUS FERREIRA
CONSULTORES
energyconsulting

\ Gestão de Energia

João de Jesus Ferreira

Outubro de 2012

Ad Mensuram – Consultoria em Engenharia e Gestão, unip., Lda

www.jesusferreira.com.pt

| A GESTÃO DE ENERGIA

| Sumário

O Gestor de Energia

Princípios Básicos da Gestão de Energia

O Exame da Instalação

Gráficos Energia vs Produção

Os Objectivos

Os Benefícios

Implementação do Sistema M&T

Conclusão

| A GESTÃO DE ENERGIA

| *Gestor de Energia*

Hierarquicamente, deverá depender directamente da Administração da empresa. A gestão da energia deve ser suportada através da elaboração sistemática de auditorias energéticas às instalações consumidoras, e apoiada por programas de actuação e de investimento que têm por objectivo a redução dos consumos e consequentemente a redução da factura energética.

| A GESTÃO DE ENERGIA

| *Gestor de Energia*

Em qualquer circunstância o método e o nível de gestão deverá poder dar sempre satisfação às questões fundamentais:

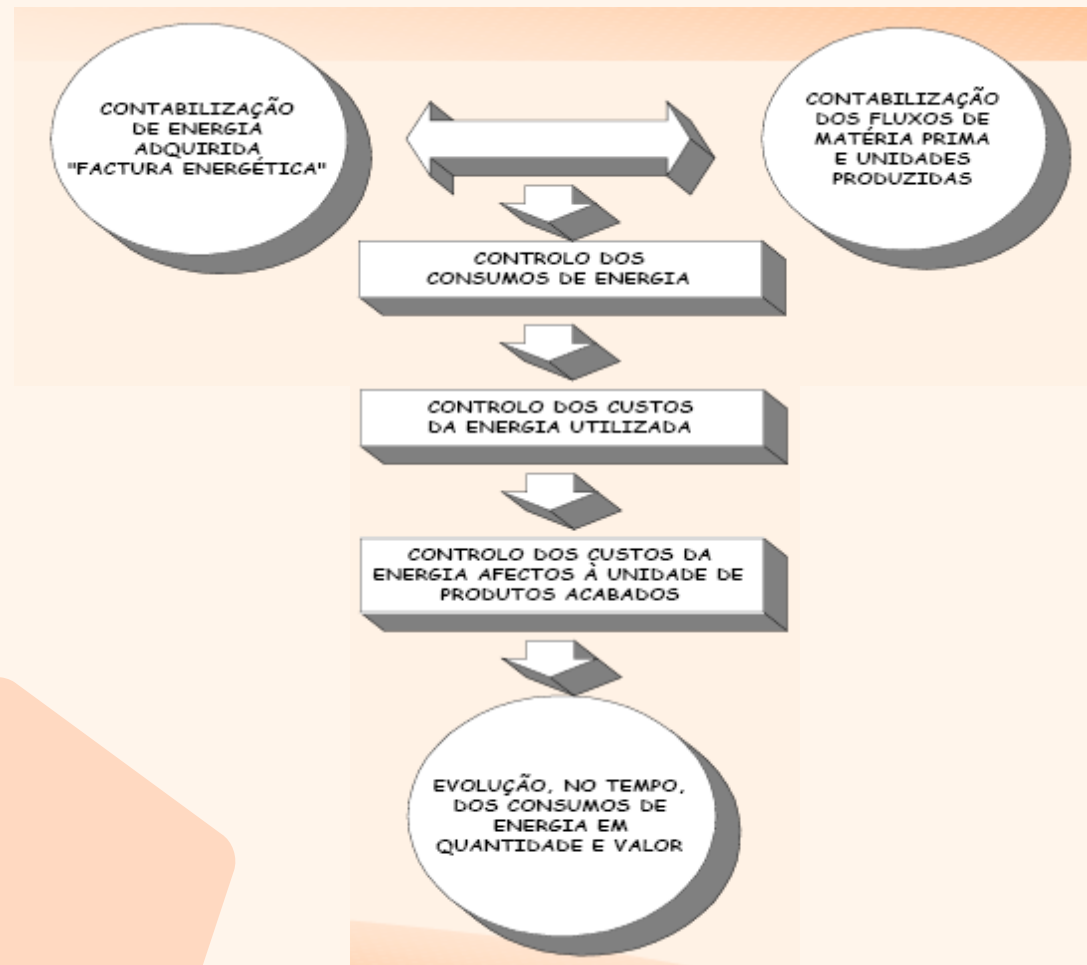
- Conhecer os consumos de energia
- Contabilizar os consumos de energia
- Dispor de dados para decidir
- Agir para otimizar
- Controlar as situações

O método utilizado deve permitir, genericamente:

- A medição e a valorização da energia consumida, seja ao nível global, seja por sector produtivo da empresa
- Cálculo do valor da energia transformada no seio da empresa
- A determinação da parte da energia no preço de custo dos produtos fabricados
- A análise da situação existente para determinar as possibilidades de acção e fixar as prioridades e as metas a atingir
- A avaliação e o acompanhamento da rentabilidade dos investimentos em eficiência energética.

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*



\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

O método de gestão a implementar deverá ser capaz de, a partir da informação recolhida pela auditoria energética, desenvolver:

- O estabelecimento de procedimentos de medida e controlo das grandezas energéticas, da produção e dos processos produtivos (exame da instalação)
- O tratamento da informação para produzir os indicadores energéticos convenientes ao método de gestão e ao seu nível de execução, como sejam, por exemplo, os consumos específicos ou os gráficos energia/produção.

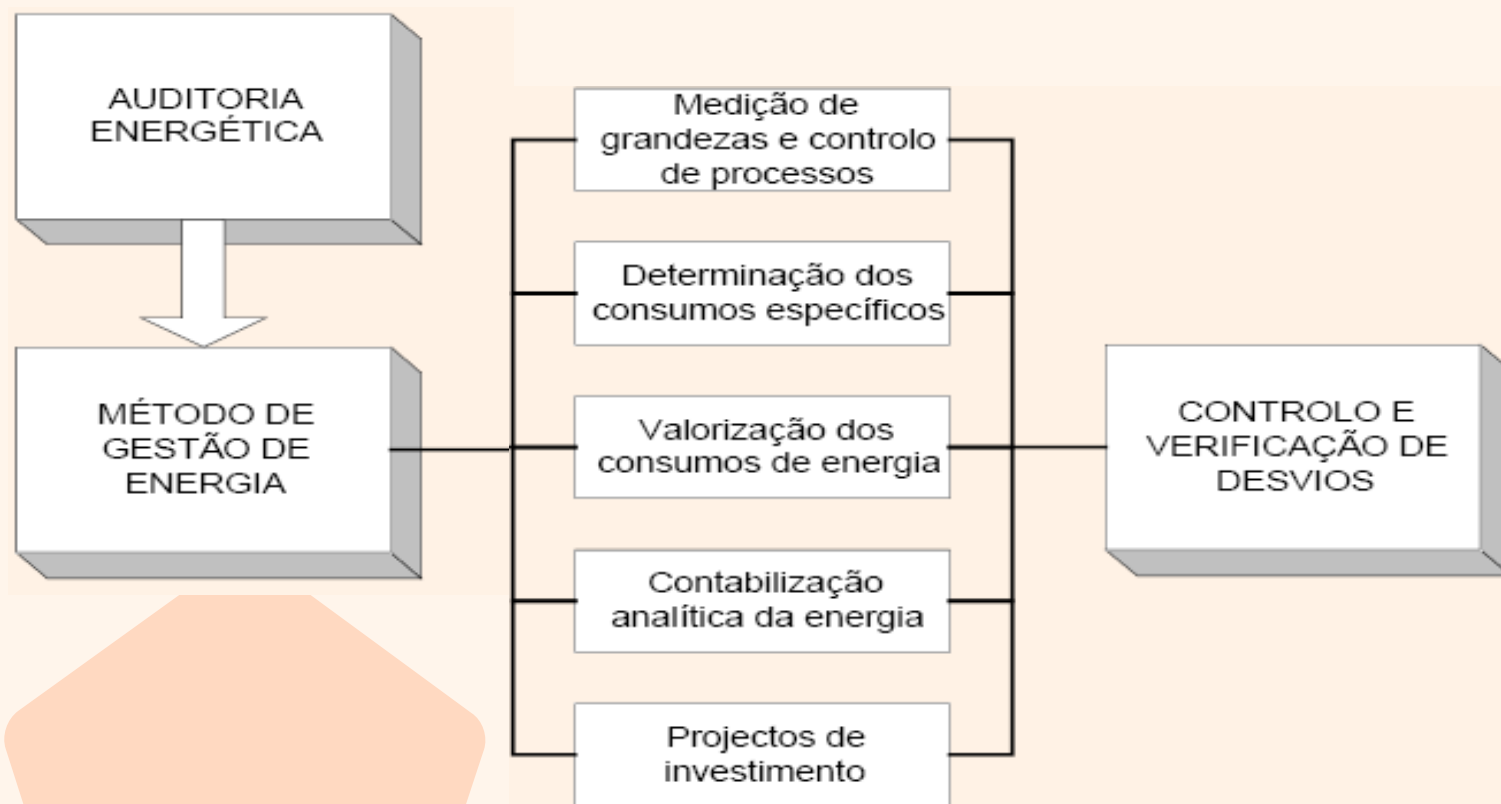
\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

- A valorização, em unidades monetárias, dos consumos de energia determinados ou medidos, com vista a quantificar as despesas (semanais, mensais ou anuais) pelas várias formas de energia final utilizadas.
- Implementação de uma contabilidade energética que permita determinar, para cada centro de custos, a contribuição da energia na formação do custo final do produto
- O estabelecimento de planos de racionalização dos consumos de energia, com vista a serem atingidas as metas previamente definidas. Nestes planos de racionalização deverão constar os planos de investimento necessários à concretização dos objectivos da gestão energética da empresa.

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

Esquema simplificado de um sistema organizado de gestão de energia



\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

Conhecimento dos consumos e do estado energético de todos os equipamentos consumidores de energia.

MESES	ENERGIA (kgep)			PRODUÇÃO	CONSUMO ESPECÍFICO
	Energia Eléctrica	Thick Fuel	Total	ton	kgep/ton
JANEIRO	25642	14500	40142	11	3649
FEVEREIRO	22000	12500	34500	15	2300
MARÇO	19250	13250	32500	16	2031
ABRIL	23500	27850	51350	15	3423
MAIO	9850	13500	23350	9	2594
JUNHO	15698	25690	41388	12	3449
JULHO	20000	15890	35890	8	4486
AGOSTO	13589	13500	27089	4	6772
SETEMBRO	12569	13500	26069	6	4345
OUTUBRO	20454	13560	34014	6	5669
NOVEMBRO	18025	14050	32075	7	4582
DEZEMBRO	16980	12890	29870	6	4978
TOTAL	217557	190680	408237	115	3550

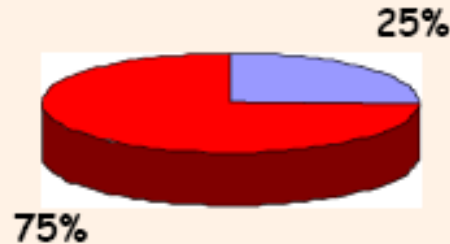
TIPO	Unidades	Nº de unidades	Energia GJ	Custo (€)
Energia Eléctrica	kWh	750200	2701	64350
Thick Fuel	ton	196780	7983	28360
TOTAL	-----	-----	10684	92710

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

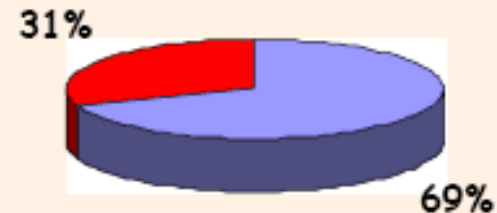
Analisar a estrutura de consumos (ex. por forma de energia) e compará-la com a respectiva estrutura de custos.

Estrutura de Consumos de Energia



■ Energia eléctrica ■ Thick Fuel

Estrutura de Custos de Energia

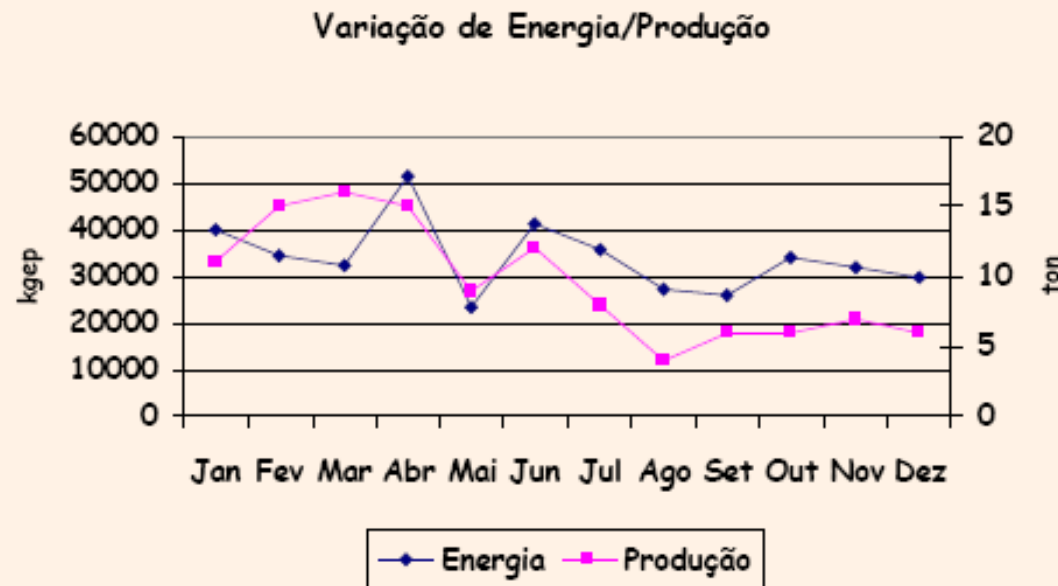


■ Energia eléctrica ■ Thick Fuel

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

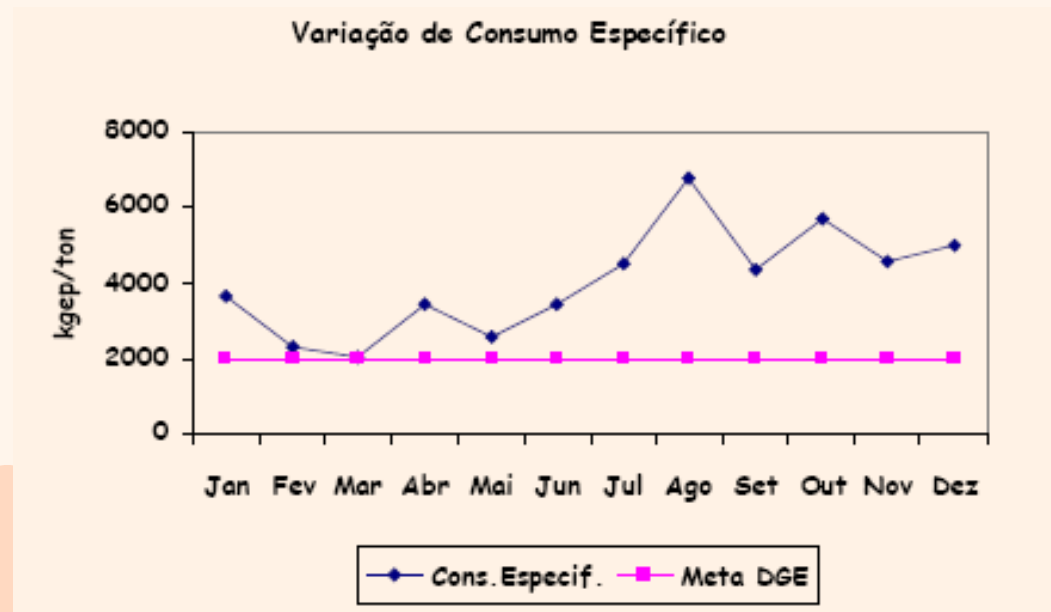
Caracterizar a evolução dos consumos de energia com os valores de produção por forma a determinar possíveis situações anómalas. Repare-se, no nosso exemplo, que a evolução dos valores de produção acompanham a variação dos consumos de energia



\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

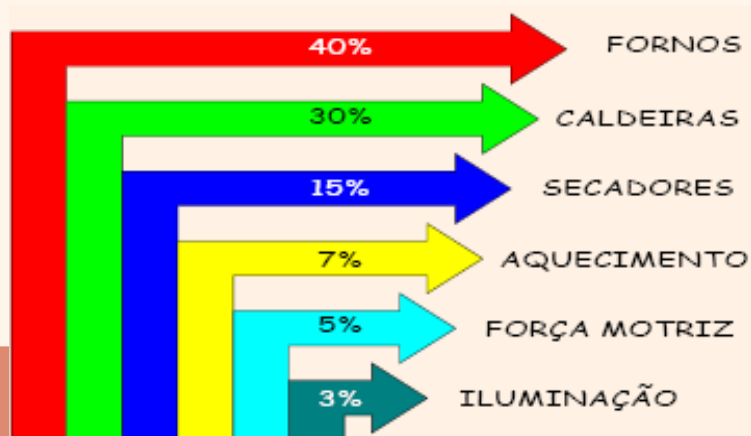
Caracterizar a evolução dos consumos específicos de energia com outros valores referenciais por forma a avaliar a eficiência energética do processo produtivo.



\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Princípios Básicos da Gestão de Energia

CONSUMOS ENERGÉTICOS ANUAIS DA SECÇÃO A									
CENTRO DE CONSUMO	ENERGIA ELÉCTRICA		THICK FUEL (3,5%)		PROPANO		OUTROS		TOTAL
	kWh	GJ	t	GJ	m3	GJ	Unid	GJ	
CALDEIRAS		0		6000		0		0	6000
FORÇA MOTRIZ		1000		0		0		0	1000
ILUMINAÇÃO		600		0		0		0	600
AQUECIMENTO		1400		0		0		0	1400
SECADORES		0		0		3000		0	3000
FORNOS		0		8000		0		0	8000
TOTAL		3000		14000		3000		0	20000



\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Princípios Básicos da Gestão de Energia*

REPARTIÇÃO POR SECÇÃO, DO CONSUMO DE ENERGIA FINAL

CENTRO DE CONSUMO	ENERGIA ELÉCTRICA	VAPOR	AR COMPRIMIDO	TOTAL
	GJ	GJ	GJ	GJ
A	6000	6000	1600	13600
B	6000	1200	400	7600
C	1600	1600	0	3200
D	1600	10000	0	11600
OUTROS	800	1200	2000	4000
TOTAL	16000	20000	4000	40000

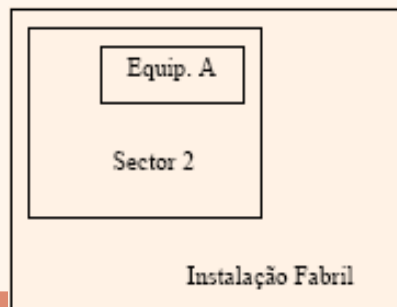
\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Princípios Básicos da Gestão de Energia



1 Exame da Instalação Consumidora de Energia

O exame da instalação deverá ser efectuado a três níveis – aos equipamentos consumidores intensivos de energia existentes em cada um dos sectores da instalação, aos diversos sectores que constituem a instalação e à instalação na sua globalidade. Refira-se que para além dos exemplos apresentados, deverá o gestor de energia complementá-los com balanços de massa e energia e respectivos fluxogramas.



EQUIPAMENTO: Equipamento A							
FORMA DE ENERGIA	ENERGIA TOTAL ADQUIRIDA		ENERGIA UTILIZADA		ENERGIA PERDIDA		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
	Unid.	tep	Unid.	tep	Unid.	tep	%
E.Eléctrica (GWh)	1	290	0,9	261	0,1	29	90
GPL (ton)	10	11,4	7	8	3	3,4	70
TOTAL		301,4		269		32,4	89

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Exame da Instalação Consumidora de Energia

SECTOR: Sector 2											
EQUIPAMENTOS CONSUMIDORES	ENERGIA										
	ENERGIA ELÉCTRICA			THICK FUELÓLEO			GPL			TOTAL	
	GWh	tep	%	ton	tep	%	ton	tep	%	tep	%
Equipamento A	1	290	96	0	0	0	10	11,4	4	301,4	100
Equipamento B	0	0	0	10	9,7	100	0	0	0	9,7	100
TOTAL	1	290	93	10	9,7	3	10	11,4	4	311,1	100

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Exame da Instalação Consumidora de Energia

FORMAS DE ENERGIA		SECTORES					ENERGIA TOTAL (POR FORMA)	
		1	2					
							%	Unid.
ENERGIA ELÉCTRICA	%	66,6	33,4				100	
	GWh	2	1				3	GWh
	tep	580	290				870	tep
THICK FUELÓLEO	%	60	40				100	
	ton	15	10				25	ton
	tep	14,5	9,7				24,2	tep
GPL	%	33	67				100	
	ton	5	10				15	ton
	tep	5,7	11,4				17,1	tep
OUTROS	%	0	0				100	
	Unid.	0	0				0	Unid.
	tep	0	0				0	tep
ENERGIA TOTAL		600,2	311,1				911,3	tep

1 Gráficos Energia/Produção

A relação entre o consumo de energia e a produção é linear, isto é, os consumos de energia crescem proporcionalmente com a produção

Gráfico Energia vs Produção (recta de regressão)

Gráfico de coordenadas X-Y representando o consumo de energia (eixo dos YY) em função da produção (eixo dos XX). Fazendo uma regressão linear com os dados obtidos no período de referência, obtém-se uma recta (normalizada) de equação,

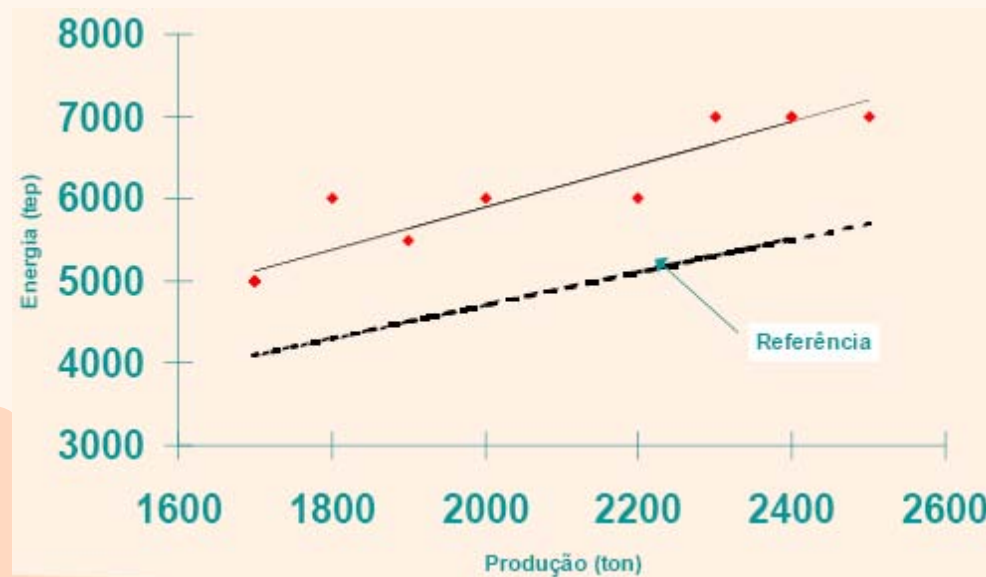
$$E = e + mP$$

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Gráficos Energia/Produção

A análise do gráfico nos vários pontos permite:

Obter informação sobre a energia necessária para compensar as perdas independentes da produção (e).



| *Gráficos Energia/Produção*

Analisar o declive da recta (m) e compará-lo, por exemplo, com o valor recomendado pela D.G.E. para este tipo de produção.

Analisar a dispersão dos vários pontos obtendo indicações de eventuais economias de energia que se podem conseguir à custa de um controlo mais apertado, ou seja, ser possível que através de registos diários ou semanais (contabilidade energética), se identifiquem facilmente os desvios na utilização da energia e se apliquem rapidamente medidas correctivas.

1 Gráficos Energia/Produção

A redução de e , significa uma diminuição dos consumos de energia nos serviços auxiliares e nas perdas. Neste caso, obtém-se uma recta paralela à recta original, porque não foi alterado o valor de m (o declive é o mesmo). Diminuição global do consumos de energia (mesma produção), reduzindo os consumos dos serviços auxiliares e perdas.

A redução de m , significa uma diminuição da incidência do consumo de energia na produção. Neste caso, obtém-se uma recta com um declive inferior à recta original, mantendo o mesmo valor de e . Diminuição global do consumos de energia (mesma produção), por acções de eficiência energética directa no sector produtivo.

A redução simultânea de e e m , significa uma diminuição global dos consumos de energia nos serviços auxiliares, nas perdas e na incidência do consumo de energia na produção. Neste caso, obtém-se uma recta com uma ordenada na origem e um declive inferiores à recta original. Diminuição global do consumos de energia (mesma produção), devido à redução simultânea das duas componentes de energia.

1 A GESTÃO DE ENERGIA

1 Gráficos Energia/Produção



\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ *Objectivos*

- Atribuição da responsabilidade da URE a gestores
- Determinação dos factores que afectam os desempenhos energéticos
- Estabelecimento de consumos padrão e metas
- Manter uma constante sensibilização dos indivíduos para as questões energéticas

\ *Benefícios*

- ↳ Desagregação de consumos e custos por centros consumidores
- ↳ Melhoria da eficiência energética, com as consequentes economias financeiras
- ↳ Definição dos elementos de base justificativos para a concretização de projectos na área energética
- ↳ Previsão de custos energéticos de acordo com as projecções de produção
- ↳ Identificação das necessidades de manutenção

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T



- ⇒ Diagnóstico Energético
- ⇒ Definição de Centros de Custos
- ⇒ Instalação de contadores
- ⇒ Estrutura de Gestão
- ⇒ Recolha Preliminar de Dados
- ⇒ Consumo de Energia Padrão
- ⇒ Metas de Redução dos Consumos
- ⇒ Definição do Conteúdo dos Relatórios

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Diagnóstico Energético

- ↳ Obtenção das facturas energéticas, registos de consumos e de produções dos últimos doze meses;
- ↳ Esquematização do processo produtivo, com os produtos fabricados, formas de energia consumidas e contadores existentes;
- ↳ Definição das variáveis que condicionam os consumos nas diversas fases do processo;
- ↳ Averiguar a estrutura de gestão existente e procedimentos habituais;
- ↳ Avaliação das potenciais economias de energia;

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Centros de Custos de Energia

↳ Equipamento, linha de produção, departamento



↳ Fronteiras perfeitamente definidas de modo a ser possível contabilizar

 Produção

 Consumo de energia

↳ Consumos e Produção mais significativos

↳ Maior potencial de economias de energia

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Centros de Custos de Energia

Economias de energia aproximadas no
primeiro ano por CC's típicos

Centro de Custo de Energia	Forma de energia	Economia de energia
Caldeira	Gás, fuelóleo, carvão, etc	5%
Aquecimento ambiente	Gás, carrasca, fuelóleo, etc.	5%
Compressores	Electricidade	5%
Secador	Gás, carrasca, etc.	5%
Processos de aquecimento	Electricidade,	3%
	Gás, fuelóleo, vapor	5%
Produção geral	Electricidade	2%

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Estrutura da Gestão Energética

- ↳ Definição da política de eficiência energética da empresa
- ↳ Estabelecimento e revisão de consumos de referência e metas
- ↳ Análise de propostas de medidas URE e implementação dos respectivos projectos
- ↳ Garantia de circulação de informação
- ↳ Familiarização e sensibilização dos trabalhadores
- ↳ Informação à administração

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Recolha de Dados

Objectivos

- ↳ Consumo de energia Padrão
- ↳ Metas de redução dos consumos

Modo da Recolha de Dados

- ↳ Manual
- ↳ “Data Logger”
- ↳ Leituras “Online”

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Consumo de Energia Padrão

Consumos & Produções (mínimo de 12 semanas)



Recta de Regressão Linear  Equação tipo:

$$E = a + b.P$$

a = intercepção (perdas de um sistema)

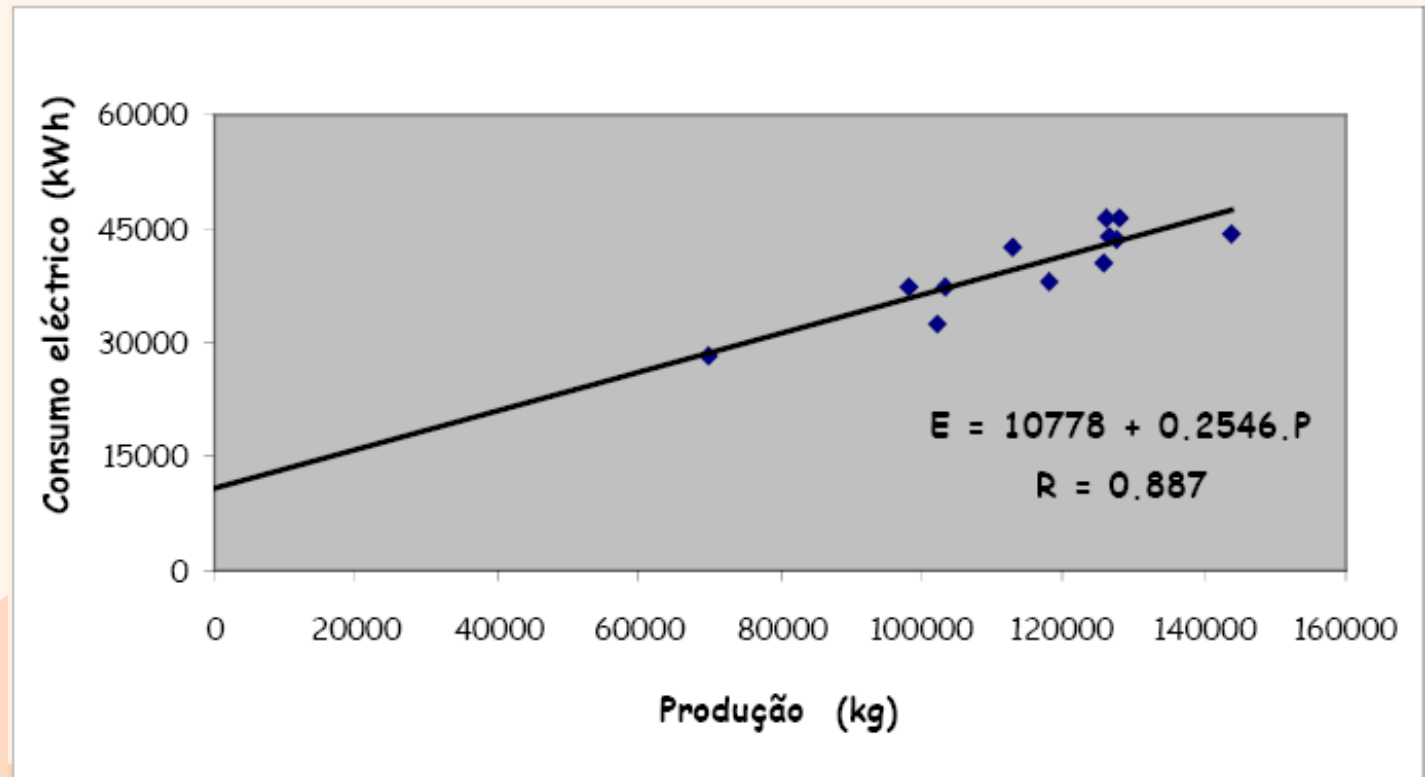
b = declive

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Consumo de Energia Padrão

EQUAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA PADRÃO

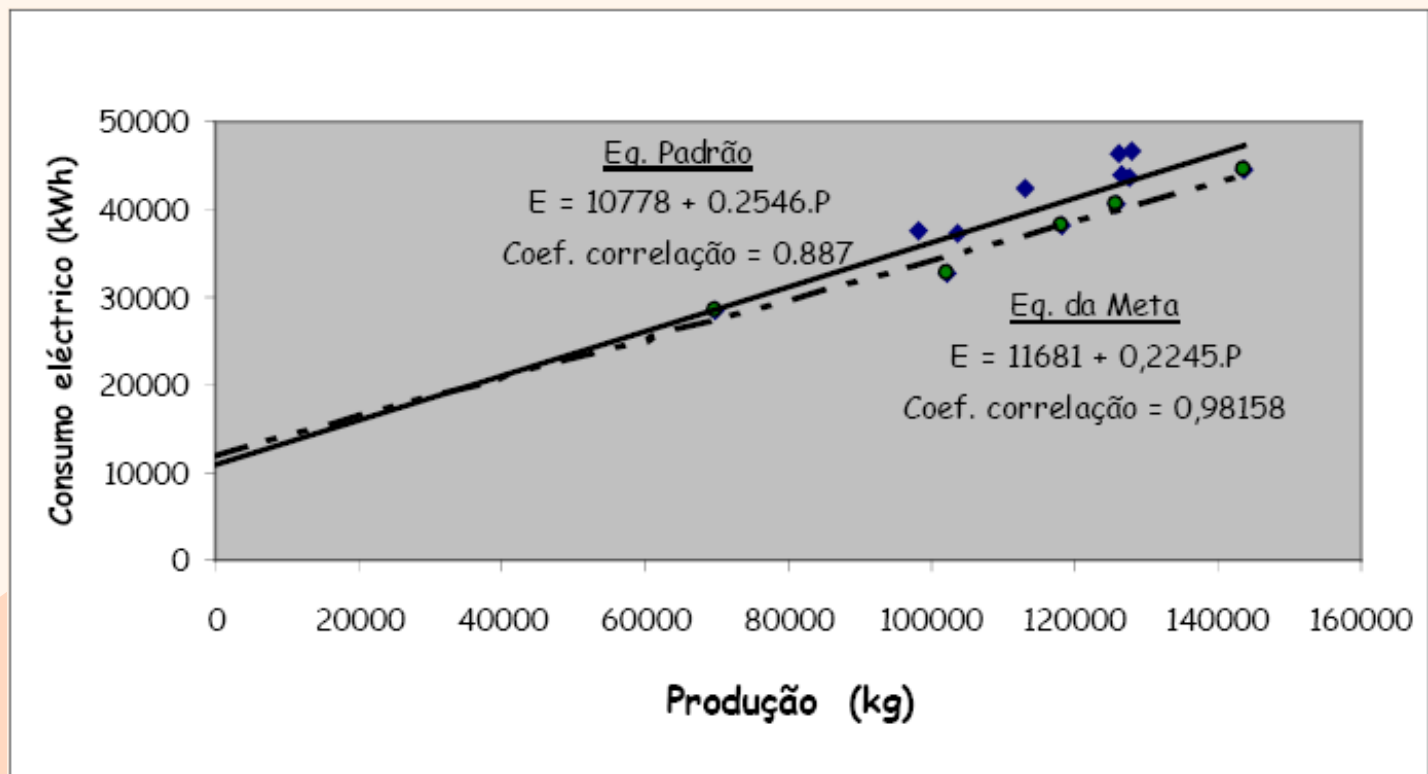


\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Consumo de Energia Padrão

META COM BASE NOS MELHORES DESEMPENHOS

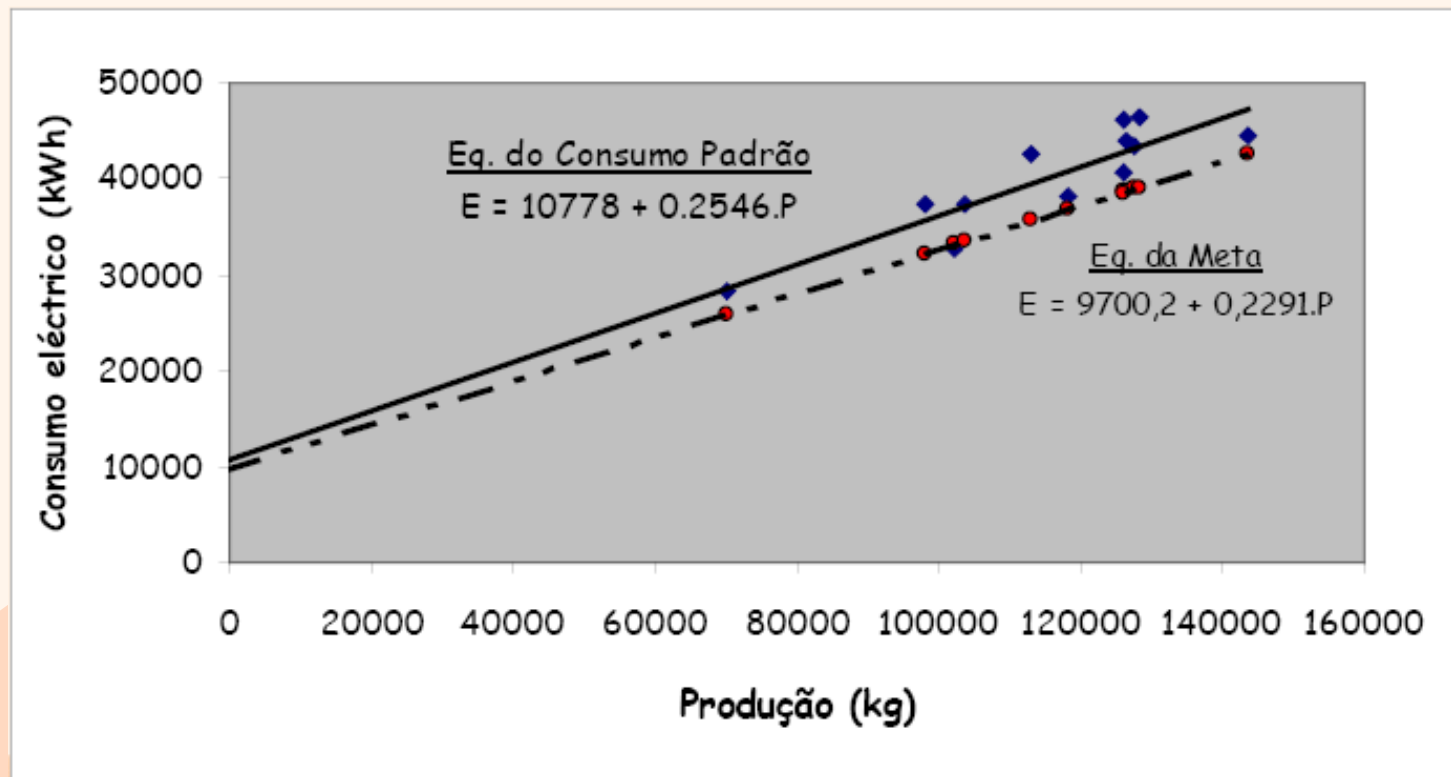


\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Consumo de Energia Padrão

META COM BASE NUM VALOR PERCENTUAL

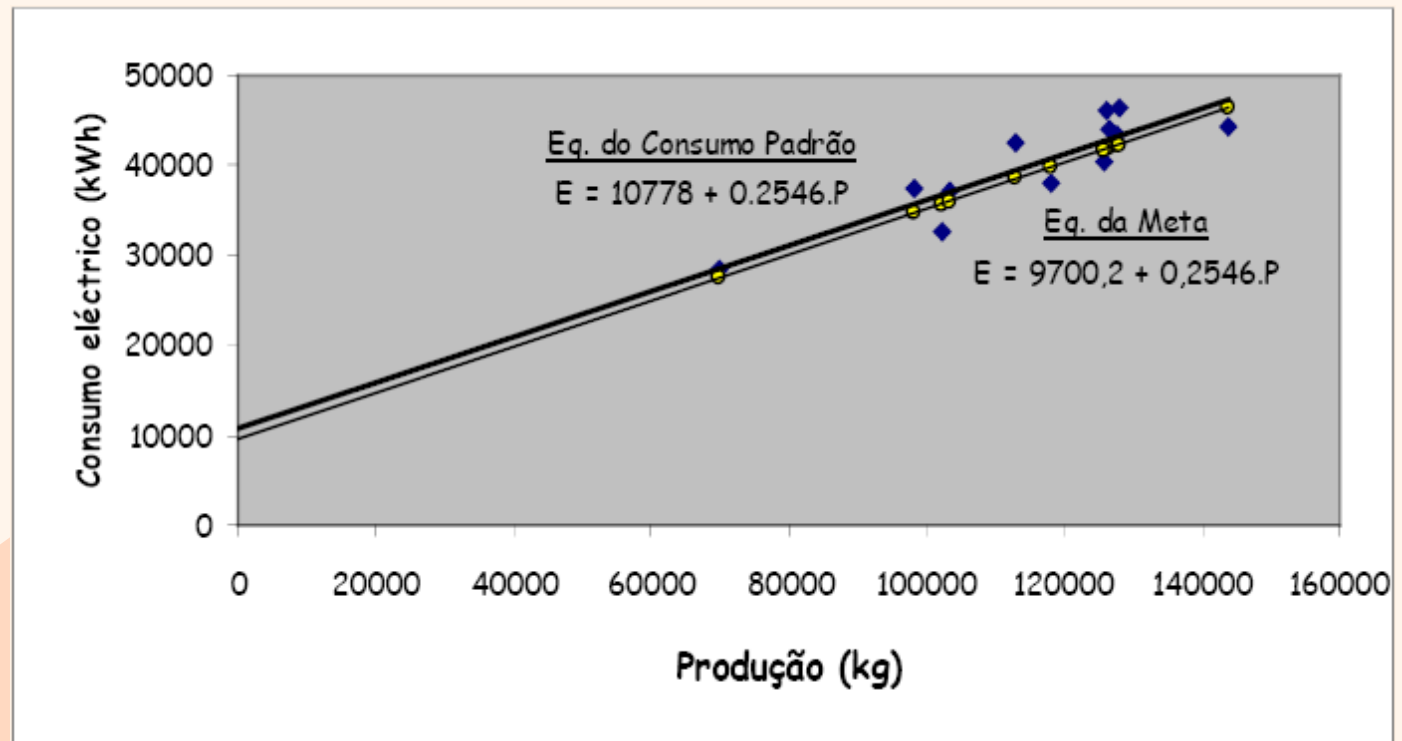


\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Consumo de Energia Padrão

META COM BASE NUMA EFICIÊNCIA EXPECTÁVEL



\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Relatórios

Objectivos:

- ↪ Ponto da situação energética da instalação
- ↪ Avaliação do desempenho energético
- ↪ Identificação de áreas prioritárias de acção
- ↪ Informar a administração
- ↪ Elemento base no apoio à tomada de decisões

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Relatórios

RELATÓRIO TÍPICO SEMANAL DA EMPRESA

Centro de custos	Designação	Consumo de energia eléctrica (kWh)	Produção	Unid.	Custo da energia €	Consumo padrão (kWh)	Consumo de acordo com a meta (kWh)	Desvio do consumo em relação		Variação de custos em relação €	
								ao padrão	à meta	ao padrão	à meta
1	Pré-trituração	9 944	103 969	kg	774,26	11 395	10 936	12,73%	9,07%	112,98	77,24
2	Trituração	35 680	103 969	kg	2778,13	39 090	37 844	8,72%	5,72%	265,51	168,49
3	Aglomerado de blocos	4 291	120 352	kg	334,11	4 253	4 010	-0,89%	-7,01%	-2,96	-21,88
4	Aglomerado de cilindros	771	14 639	kg	60,03	890	821	13,37%	6,09%	9,27	3,89
5	Laminagem blocos	1 307	31 825	m ²	101,77	1 423	1 325	8,15%	1,36%	9,03	1,40
6	Laminagem cilindros	146	43 680	m ² /mm	11,37	147	134	0,68%	-8,96%	0,08	-0,93
7	Estabilização e Colagem	471	3 292	m ²	36,67	496	476	5,04%	1,05%	1,95	0,39
8	Lixagem 1 e 4	1 707	9 831	m ²	132,91	1 729	1 711	-1,27%	0,23%	1,71	0,31
9	Lixagem 2 e 3	1 867	13 957	m ²	145,37	1 821	1 789	-2,53%	-4,36%	-3,58	-6,07
10	Tratamento superficial	2 596	16 698	m ²	202,13	2 644	2 601	1,82%	0,19%	3,74	0,39
11	Corte e rectificação	3 362	47 968	m ²	261,77	3 425	3 366	1,84%	0,12%	4,91	0,31
12	Escolha e embalagem	290	189,9	m ³	22,58	301	291	3,65%	0,34%	0,86	0,08
TOTAL		62 432			4861,10	62 981	62 127			403,48	223,62

\ A GESTÃO DE ENERGIA

\ Implementação do Sistema M&T

\ Desenvolvimento

- ↪ Alterações nos métodos de produção
- ↪ Alterações nos preços de energia
- ↪ Progressos alcançados nos CC's
- ↪ Alterações no equipamento
- ↪ Necessidade adicional de dados durante a monitorização

\ Conclusão

Embora a fase de projecto e de concepção de um edifício, ou de uma instalação industrial, seja muito importante para dotar a instalação industrial, ou o imóvel, de elevadas características de eficiência energética, é na fase da exploração que se experimenta e se beneficia da eficácia das soluções adoptadas na concepção do projecto. Assim, se não forem adoptados os métodos de gestão de energia convenientes pode correr-se o risco de não se tirar qualquer partido das estratégias e das tecnologias definidas no projecto e efectivamente implantadas.

A garantia de que um edifício, ou instalação, é energeticamente eficiente só será conseguida se à sua exploração estiver associado um método eficaz de gestão da energia, bem como uma eficiente gestão da manutenção e conservação.