



Desenvolvimento de uma nova metodologia de Planeamento para a fábrica Core na Efacec Energia – PT

Luisa Maria Ramos Ferreira

Projecto de Dissertação do MIEIG 2007/2008

Orientador na FEUP: Prof. Ana Maria Camanho

Orientador na Efacec: Engenheiro Francisco Falcão e Cunha



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2008-09-08

Aos meus Pais,

Resumo

Este projecto de dissertação enquadra-se no âmbito da realização do projecto curricular para conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão (MIEIG) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP).

A fábrica de transformadores de potência do tipo Core pertence à empresa Efacec Energia – PT, e está integrada na unidade de negócio Transformadores. A indústria de transformadores de potência é do tipo *job-shop*, caracterizada por um baixo volume de encomendas e produção contra-encomenda. Os tempos de chegada e de processamento são variáveis e os centros de trabalho não se encontram balanceados, possuindo diferentes taxas de cadência que originam filas de espera e stock de produtos em curso de fabrico (*WIP*). Adicionalmente, o planeamento das actividades produtivas é executado empiricamente e devido a todas as particularidades referidas atrás, existem sucessivos desvios entre os prazos previstos no mapa de planeamento da produção e os prazos efectivos.

Na medida em que a Efacec Energia – PT está a competir cada vez mais no mercado internacional e que, actualmente, a conjuntura do negócio dos transformadores é positiva, há uma pressão grande em aumentar a produção e reduzir a percentagem de encomendas não entregues no prazo estipulado. Isto só é possível se a capacidade instalada da fábrica for conhecida, se a duração das actividades produtivas previstas no mapa de planeamento não for significativamente diferente dos tempos efectivos da produção e se todos os factores controláveis que têm impacto no atraso do planeamento forem eliminados ou, pelo menos, reduzidos. É neste contexto que surge o tema do projecto no qual se desenvolveu uma nova metodologia de planeamento designada por *Master Planning Application (Ma.P.A.)*. Esta nova ferramenta de trabalho possui dois níveis de utilização: *up-level* e *down-level*. O primeiro será utilizado pelo funcionário comercial, para facilitar a tomada de decisão relativa à aceitação ou não da encomenda, facilitando a troca de informação essencial entre o Planeador e o Comercial, sendo que este último pode verificar a capacidade aproximada da fábrica Core para produzir a respectiva encomenda. O segundo será utilizado pelo planeador, para simular cenários fabris com diferentes recursos (máquinas e colaboradores), diferentes encomendas (em número e características) e diferentes ordens sequenciais da produção de transformadores. Devido às potencialidades da aplicação informática neste nível (*down-level*), é possível obter um mapa de planeamento em Excel de modo automático.

Adicionalmente, desenvolveu-se um segundo projecto, no qual se aplicou a filosofia Lean à produção, para verificar que é possível aumentar o número de transformadores produzidos por ano. Identificou-se a combinação de recursos que garante produzir, no mínimo, o número de transformadores encomendados em 2008, através da redução da variabilidade do processo produtivo.

Finalmente, o último projecto utiliza uma metodologia utilizada frequentemente na abordagem do Six-Sigma para controlo e melhoria dos processos designada por *DMAIC* (Define-Measure-Analyze-Improve-Control). Teve como objectivo o desenvolvimento de ferramentas que recolhessem as causas que desviam o cumprimento dos prazos previstos no mapa de planeamento da produção, de forma a facilitar posteriores análises e tomadas de decisão, no sentido de mitigar os factores indesejáveis que provocam esses desvios.

Assim, o trabalho desenvolvido teve grande impacto no Planeamento. O Ma.P.A, possibilitou a elaboração de mapas de planeamento mais rigorosos, fáceis de manipular e que reduzem o tempo de entrega dos transformadores. Por outro lado, consegue-se maior transparência dos processos e maior controlo após implementação das ferramentas de recolha das causas dos desvios.

Abstract

This report summarizes the final graduation work at Efacec Energia-PT, during a 6 months internship that completes the master course of Industrial Engineering and Management (MIEIG) at the Engineering school of the University of Porto(FEUP).

EFACEC Energia-PT is a business unit of Group EFACEC that competes in the power transformer industry. It is a job-shop industry characterized by its low volume orders of customized products and make-to-order processes. Both arrival and processing times have variability and the flow rate of each activity also varies which leads to queues and work-in-process inventory. In addition, the activities are empirically planned and exists a big lag between the planned time activities and the real ones.

As EFACEC Energia-PT is competing more and more in the international market and the power transformers industry is facing a positive fluctuation, there is a strong pressure to increase the production and decrease the number of orders that are not delivered on time. This can only happen by knowing the capacity of the plant, the duration of each activity, and by eliminating or reducing the non-variable factors which have impact on the delays of the planning task. In this context it rises the theme of the internship in which was developed a new methodology to plan the production named Master Planning Application (Ma.P.A). This new work tool has two levels of utilization: up-level and down-level. The first is to be used in the moment of accepting the orders. The second must be used by the planner, in a weekly-basis to simulate scenarios of the plant with different resources (machines and employees), different orders (in number and characteristics) and in different sequential order of processing the transformers, due to the informatics application developed which executes the Gant chart in Excel automatically.

In the second project, it was shown how Lean can increase the production year by year. It was identified the combination of resources that can guarantee the production of, at least, the number of transformers ordered for 2008.

Finally, the last project uses the well-known DMAIC methodology for Six-Sigma implementation to develop tools to control and improve the processes by gathering data to analyse the causes of the lag between the expected production time and the real one, for the purpose of reducing the non-variable factors.

Therefore, the developed work had high importance for the planning activity of the company. Ma.P.A makes the gant chart more precise, easy to handle. On the other hand, it managed to give more clearness to the process and more control by the implementation of the tools that gather the lag's causes.

Agradecimentos

Ao Engenheiro Falcão, pela constante disponibilidade, pelos conselhos e conhecimentos valiosos prestados ao longo do projecto, e pela contribuição para a minha formação pessoal e profissional.

À Professora Doutora Ana Maria Camanho, pela sua disponibilidade e conselhos.

À Dr^a. Isaura pela sábia experiência e conselhos dados diariamente.

Ao Eng. Luís pelos conhecimentos transmitidos.

A todos os colaboradores da Efacec que, directa ou indirectamente, contribuíram para o bom funcionamento do projecto e o seu sucesso.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Âmbito do projecto de dissertação	1
1.2	Objectivos gerais do projecto de dissertação	2
1.3	Estrutura do projecto de dissertação	2
2	Estado da arte a produção de transformadores	4
3	Desenvolvimento de uma nova metodologia de planeamento da fábrica Core	11
3.1	Introdução e Objectivos	11
3.2	Caracterização da situação actual	12
3.3	Oportunidades de Melhoria	19
3.4	Solução Proposta	21
3.4.1	Projecto Ma.P.A Up-level	22
3.4.2	Projecto Ma.P.A Down-level	23
3.5	Implementação	24
3.5.1	Projecto Ma.P.A Up-level	27
3.5.2	Projecto Ma.P.A Down-level	29
3.6	Teste e Resultados Obtidos	35
3.7	Conclusões	39
4	Lean Manufacturing: o caminho para o aumento da produção	41
4.1	Objectivos	42
4.2	Solução Proposta e Implementação	42
4.3	Resultados obtidos	43
4.3.1	Value Stream Mapping	44
4.4	Conclusão	45
5	Melhoria Contínua através da Monitorização e Controlo dos processos mais críticos	47
5.1	Introdução e Objectivos	47
5.2	Situação Actual	47
5.3	Método	48
5.4	Solução Proposta e Implementação	49
5.4.1	Produção	50
5.4.2	Construção Soldada	52
5.5	Resultados Obtidos e Conclusões	55
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	56
7	Referências	58
ANEXO A:	Organização da Efacec Energia-PT	59
ANEXO B:	Descrição dos transformadores de potência	60
ANEXO C:	Consulta integral do resultado da capacidade da fábrica para produzir as encomendas de 2008 (Fase1).	66
ANEXO D:	Consulta da duração da produção das encomendas de 2008, por centro de trabalho (Fase 2).	70

ANEXO E:	Consulta integral do resultado dos cálculos efectuados para determinar a duração das actividades produtivas das encomendas de 2008, baseados na filosofia Lean.	77
ANEXO F:	Consulta integral do resultado do método tentativa-erro adoptando a filosofia Lean.	87
Glossário		89

Índice de Figuras

Figura 1 – Fluxo de Processamento, Filas de Espera e Atrasos num processo <i>make-to-order</i>	5
Figura 2 – Impacto do planeamento noutros departamentos.	6
Figura 3 - Vantagem competitiva da Efacec Energia - PT	7
Figura 4 – Sistema <i>Pull</i>	8
Figura 5 – Estratégias de produção segundo as características da procura e do fornecedor.....	9
Figura 6 – Princípio do controlo dos processos.....	9
Figura 7 – Esquema identificativo da abordagem para criar uma nova metodologia para a fábrica Core.....	12
Figura 8 – Desenho do Circuito Magnético com as bobinas por ordem.....	13
Figura 9 – Layout da fábrica Core.....	14
Figura 10 – Excerto de um mapa de planeamento em Excel.....	15
Figura 11 – <i>Flow Time</i> e <i>Inventory Buildup</i> do centro de trabalho Formação de Fases segundo o mapa de planeamento 2007.....	16
Figura 12 – <i>Flow Time</i> e <i>Inventory Buildup</i> o centro de trabalho Ligações Internas, segundo o mapa de planeamento 2007.....	16
Figura 13 – Esquema básico do fluxo de informação e fluxo de bens dos transformadores de potência.	18
Figura 14 - Diagrama causa-efeito dos obstáculos para o sucesso do planeamento	19
Figura 15 – Lead-time gap	19
Figura 16 – Componentes do tempo de ciclo de um pedido na perspectiva do cliente.	20
Figura 17 – Componentes do <i>Lead time</i> [Christopher, 2006].....	20
Figura 18 – Necessidade Temporal do Projecto Ma.P.A.....	22
Figura 19 – Funções e Potencialidades do Projecto Ma.P.A Up-level.	23
Figura 20 – Passos a seguir para obter o mapa de planeamento.....	24
Figura 21 – Histograma dos desvios percentuais entre os tempos atribuídos e os tempos realizados da produção de transformadores do ano 2007.....	26
Figura 22 - Relações entre tabelas no Access.....	28
Figura 23 – Ma.P.A Up-level em modo de execução.....	28
Figura 24 - Secção 1 designada por “Transformadores” do Projecto Ma.P.A Down-level.....	30

Figura 25 - Secção 2 designada por “Análise dos Centros de Trabalho (simplificada)” do Projecto Ma.P.A <i>Down-level</i> .	31
Figura 26 - Secção 3 designada por “Análise dos Centros de Trabalho (detalhada)” do Projecto Ma.P.A <i>Down-level</i> .	33
Figura 27 - Projecto Ma.P.A <i>Down-level</i> em modo de execução: output final.	34
Figura 28 – Exemplo do resultado da validação do mapa de planeamento executado manualmente.	35
Figura 29 – Resultado da Fase 1 para cada centro de trabalho.	36
Figura 30 – Resultado da análise Dias-Máquina na Bobinagem	38
Figura 31 – River analogy [Anupindi et al, 2006]	41
Figura 32 – Resultado da aplicação da metodologia Lean na fábrica Core	43
Figura 33 – Simbologia utilizada no VSM	44
Figura 34 – VSM actual da fábrica Core	44
Figura 35 – VSM da fábrica Core após aplicação da filosofia Lean.	45
Figura 37 – Efeito da variabilidade do <i>input</i> no <i>output</i> final de um sistema.	47
Figura 38 – Ficha de registo de desvios da Produção segundo o planeamento corrente.	51
Figura 39– Programa em Excel para registo dos dados.	51
Figura 40–Resumo dos registos (à esquerda) e análise dos dados (à direita).	52
Figura 41 – VSM da Construção Soldada	53
Figura 42 – Ficha de registo e monitorização do material subcontratado de Construção Soldada (em cima) e folha com o resumo do registo (em baixo).	54

Índice das Tabelas

Tabela 1 – Atributos do Produto e do Processo [Christopher, 2005, p.42]	7
Tabela 2 – Objectivos a atingir com a criação da nova metodologia de planeamento - Ma.P.A - para a fábrica Core	21
Tabela 3 – Excerto de um Bloco de Tempos	25
Tabela 4 – Desvio médio (%) entre os tempos atribuídos e os tempos realizados da produção de transformadores de 2007	26
Tabela 5 – Número de horas extraordinárias e número de colaboradores extraordinários necessários para fazer face às encomendas.	37
Tabela 6 – Reflexão sobre o grau de cumprimento dos objectivos propostos e a contribuição do trabalho para a melhoria da variável tempo.	39
Tabela 7 – Diferença entre os recursos actuais e os recursos necessários para tornar a produção da fábrica Core <i>Lean</i> .	46
Tabela 8 – Lista da codificação das causas dos desvios entre o mapa de planeamento e a produção.	50

Acrónimos

CC: Centro de Trabalho

CM: Circuito Magnético

ERP: Enterprise Resource Planning

HOT: Hot Oil Spray

OTD: On-Time Delivery

PQD: Prémio de Qualidade e Desenvolvimento

SI: Suporte Informático

SQL: Structured Query Language

VBA: Visual Basic Applications

VP: Vapour-Phase

VSM: Value Stream Mapping

WIP: Work-in-process

1 Introdução

1.1 Âmbito do projecto de dissertação

No âmbito do projecto de dissertação para conclusão do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão (MIEIG) da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), foi realizado um projecto de seis meses na Efacec Energia –PT, na secção de transformadores de Potência, da unidade de negócio dos Transformadores.

A Efacec Energia-PT (Power Transformers) tem mais de 30 anos de experiência no desenvolvimento e produção de equipamentos para a rede eléctrica de distribuição de energia, centrando a sua actividade no fornecimento de soluções integradas e bens de equipamento, nomeadamente Transformadores de Potência e Subestações Móveis para a área de Transmissão e Distribuição de Energia (ver anexo A).

“A fabricação de transformadores de potência (...) constitui uma das actividades principais do Grupo e é aquela que gera maior volume de negócio na exportação, apresentando já referências em dezenas de países”.[EFACEC, 2007]

Actualmente, a conjuntura do negócio dos transformadores é positiva, pelo que a procura tem aumentado exponencialmente e considera-se que esta situação se manterá por um período relativamente longo. Para além disso, a fábrica dos transformadores Core sofreu alterações há cerca de um ano. Após o plano de investimento para aumento e adequação da capacidade de produção, os transformadores Core passaram a ter um espaço fabril distinto dos transformadores Shell¹. Com um layout fabril novo e um aumento de cerca de 27% da sua área, é prioritário determinar a capacidade instalada da nova fábrica para possibilitar o aumento da produção e responder à procura actual sem pôr em causa o bom funcionamento da fábrica e os prazos estipulados para entrega das encomendas. Assim, o Planeamento assumirá maior importância, diminuindo os desvios entre os tempos previstos de produção dos transformadores e os tempos realizados efectivamente pela Produção.

¹ A Efacec produz dois tipos de transformadores de potência designados por Core e Shell, que se diferenciam pelas características intrínsecas do transformador. O Core tem menor potência que o Shell e as linhas de produção são diferentes. Para mais informações consultar o anexo B.

1.2 Objectivos gerais do projecto de dissertação

Ao longo do projecto de dissertação, identificaram-se vários problemas existentes na fábrica Core, quer no âmbito do Planeamento, quer no âmbito da Produção. Estes problemas fundamentam a necessidade de cada projecto desenvolvido ao longo do estágio na EFACEC.

Um dos objectivos do projecto de dissertação foi criar uma metodologia de planeamento que analisasse a capacidade instalada da fábrica tendo em conta os recursos existentes (máquinas e colaboradores). Esta metodologia visa, por um lado, facilitar a tomada de decisão relativa à aceitação ou não da encomenda, e, por outro lado, elaborar mapas de planeamento da produção mais rigorosos, fáceis de manipular e que reduzam o tempo de entrega dos transformadores, através da simulação automática de diferentes sequências de processamento.

Outro objectivo proposto foi verificar o número de recursos (máquinas e colaboradores) que garantissem a produção de, pelo menos, o número de encomendas de 2008 (148), diminuindo a variabilidade dos tempos de processamento e de chegada. Através da adopção da filosofia Lean Manufacturing na produção de transformadores Core, foi possível demonstrar que o objectivo estratégico da fábrica em aumentar a produção é viável.

Finalmente, após se verificar desvios sistemáticos entre a duração das actividades previstas no mapa de planeamento da produção e a sua duração efectiva, foram desenvolvidas ferramentas que recolhem as causas desses desvios. O objectivo primordial deste projecto foi iniciar o estudo da Produção e da Construção Soldada, utilizando uma ferramenta de apoio designada por *DMAIC* (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) para melhoria e controlo dos processos. Após aplicação desta ferramenta, os processos foram mapeados (VSM) e criaram-se soluções simples e eficazes para detectar as causas responsáveis pelo não cumprimento dos prazos previstos no mapa de planeamento da produção.

1.3 Estrutura do projecto de dissertação

O primeiro capítulo inicia-se por uma breve referência à empresa e unidade onde se desenvolveu o projecto, e em seguida apresentam-se os objectivos gerais do projecto.

O capítulo dois diz respeito ao estado de arte da produção de transformadores com um resumo dos problemas que lhe estão associados. Todo o desenvolvimento deste capítulo é apoiado numa revisão bibliográfica.

Os capítulos três, quatro e cinco referem-se aos dois grandes temas/projectos abordados durante o projecto. Todos os capítulos apresentam a situação actual, os objectivos/potencial de melhoria, uma solução, a implementação, bem como a discussão dos resultados obtidos e conclusões. O terceiro capítulo apresenta a nova metodologia de planeamento da produção da fábrica Core designada por Ma.P.A (*Master Planning Application*). O quarto capítulo identifica os recursos (máquinas e colaboradores) necessários para produzir, pelo menos, 148 transformadores. Finalmente, no quinto capítulo desenvolveram-se aplicações informáticas que registam resultados, analisam desvios e constroem gráficos para permitir uma fácil interpretação dos resultados.

O projecto de dissertação termina com o capítulo seis onde são apresentadas as conclusões gerais do trabalho executado, reflectindo-se sobre a sua importância para a empresa. Também são sugeridos potenciais trabalhos, nomeadamente nos sistemas de informação e ERP, que certamente serão uma mais-valia para a empresa, e trabalhos que devem ser continuados numa perspectiva de melhoria contínua dos processos internos da empresa, tanto a nível geral como no âmbito do Planeamento.

2 Estado da arte a produção de transformadores

Actualmente, a conjuntura do negócio dos transformadores é positiva, traduzindo-se num aumento exponencial da procura nos próximos 5 anos.

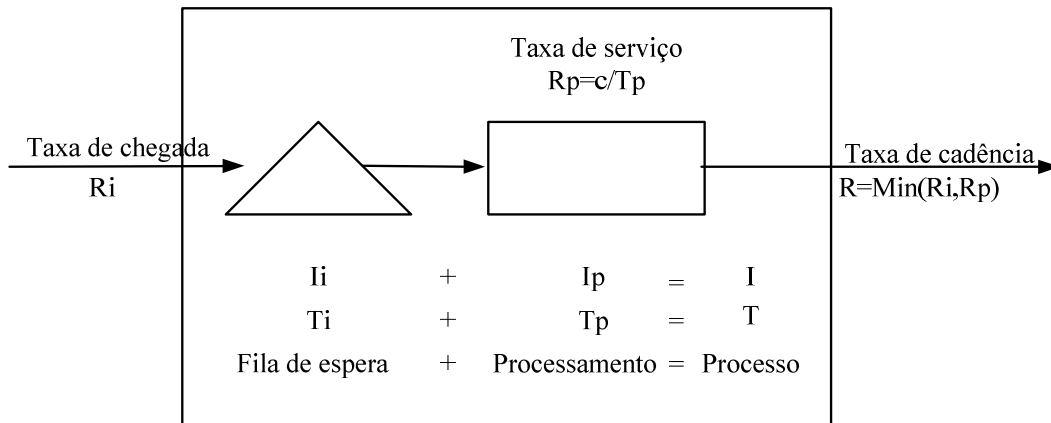
A indústria de transformadores de potência é altamente customizada. Segundo Ulrich e Eppinger (2003, p. 19), produtos customizados definem-se por serem novos produtos com variações das configurações já existentes. Dificilmente se produzem dois transformadores iguais, não só porque as suas aplicações requerem especificações técnicas diferentes, tais como o número de bobinas, a quantidade de chapa magnética para formar o circuito magnético, a quantidade de isolantes (cartão) para conseguir um bom resultado após ensaios de aquecimento, mas também porque o Projecto e Cálculo procuram melhores soluções de modo a que seja necessário uma menor quantidade de matérias-primas, diminuindo o custo final do transformador, para obter maior margem de venda. Daqui se entende a denominação interna deste produto como sendo um “carneiro de 5 patas” devido à sua complexidade.

A arquitectura do processo é *job-shop*, sendo um processo do tipo *make-to order* onde não é possível produzir e armazenar stock de produto final antes de conhecer a procura. Este tipo de processos são caracterizados:

- pela variabilidade na taxa de chegada bem como nos tempos de processamento;
- pelo papel da capacidade instalada da fábrica – ao contrário do papel do nível de armazenamento dos processos *make-to-stock* – em lidar com a variabilidade.

Se os recursos (máquinas e funcionários) não estão disponíveis, o transformador fica retido no centro de trabalho, correspondendo a um fluxo de material que espera no *input buffer* para ser processado. Transformadores que aguardam serem processados no centro de trabalho respectivo constituem um stock intermédio que acumula no *input buffer* devido à falta de capacidade de os processar. O custo de manter este stock gera atrasos na finalização da sequência produtiva, gerando filas de espera, o que se traduz no descontentamento dos clientes. O director de produção tem, muitas vezes, que balancear este custo com o custo de investir em capacidade adicional, indispensável para reduzir o primeiro. Por outro lado, dada a natureza customizada de uma operação do tipo *make-to-order*, os tempos individuais de processamento são muito variáveis. A variabilidade proveniente da chegada dos transformadores aos centros de trabalho e dos tempos de processamento degrada o desempenho do processo em termos de atrasos e filas de espera (stock). Uma vez mais, o director de produção necessita de balancear o custo de reduzir a variabilidade com o benefício de aumentar a performance e eficiência (Anupindi et al, 2006, p.204).

A Figura 1 resume as medidas da capacidade do processo (c , R_i , R), as medidas relacionadas com o fluxo de tempo (T_i , T_p) e com o stock (I_i , I_p). O triângulo representa o *buffer* e o rectângulo representa o centro de trabalho onde o produto está a ser processado.



Legenda:

R – Taxa de cadência;	I – Número médio total de stock;
R_i – Taxa de chegada;	I_i – Número médio de produtos em fila de espera;
R_p – Taxa de serviço.	I_p – Número médio de produtos em processamento.
T – Tempo médio total no processo;	c – número de máquinas;
T_i – Tempo médio total de espera dos produtos;	
T_p – Tempo médio de processamento dos produtos.	

Figura 1 – Fluxo de Processamento, Filas de Espera e Atrasos num processo *make-to-order*

Por outro lado, a taxa de utilização das máquinas deve ser, aproximadamente, de 90% e não 100%, para garantir o bom funcionamento da fábrica em condições de variabilidade nos tempos de chegada e de processamento.

O efeito da variabilidade da chegada e do tempo de processamento gera filas de espera. No entanto, se os tempos pudessem ser síncronos (ou co-relacionados positivamente), as filas de espera reduziriam significativamente.

Resumindo, o desempenho de um processo diminui, por um lado, com a elevada variabilidade e falta de sincronia nos tempos de chegada e processamento do transformador e, por outro lado, com a elevada taxa de utilização das máquinas. Sendo assim, as medidas genéricas para melhorar o desempenho do processo, isto é, diminuir atrasos e filas de espera são:

- Sincronizar os tempos de chegada e processamento dos transformadores;

- Reduzir a taxa de utilização, através da redução da taxa de chegada ou aumento da taxa de processamento, ou do aumento do número de máquinas/funcionários;
- Sincronizar a capacidade disponível com a procura.

A necessidade de conhecer a capacidade instalada da fábrica Core reflecte todas as dificuldades inerentes a uma indústria do tipo *make-to-order*, as quais foram comprovadas pela exposição da teoria existente sobre este tema. O planeamento tem a possibilidade de tornar os tempos de chegada conhecidos e síncronos com o processamento dos transformadores, mediante atribuição de uma sequência de ordem de transformadores a serem processados.

O planeamento da produção é, por isso, fundamental porque tem implicações directas noutros departamentos, como está ilustrado na

Figura 2. Se as ordens de planeamento não forem precisas, isto é, se ocorrerem atrasos da produção que não estejam previstos no mapa de planeamento e/ou ocorrerem alterações na ordem de processamento dos transformadores, podem surgir situações um pouco desconfortáveis, como por exemplo:

- Stock, no armazém, de matérias-primas dos transformadores que passaram a ser processados mais tarde;
- Ruptura de stock, no armazém, de matérias-primas dos transformadores que são processados mais cedo do que o previsto, e como última consequência origina o atraso da produção e inactividade;
- Necessidade de comprar matérias-primas num período inferior ao lead-time dos fornecedores, originando custos adicionais às matérias-primas.

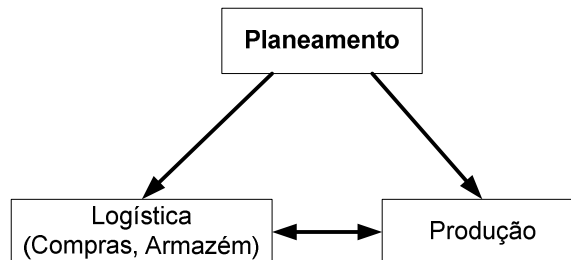


Figura 2 – Impacto do planeamento noutros departamentos.

Na era da globalização, as empresas estão em permanente competição, e para sobreviverem necessitam de criar vantagem competitiva, isto é, ter maior capacidade de se diferenciar dos seus concorrentes.

A vantagem competitiva é a combinação entre a excelência do produto em si e a excelência do processo. A Tabela 1 identifica as dimensões mais importantes do produto e do processo.

Tabela 1 – Atributos do Produto e do Processo [Christopher, 2005, p.42]

Atributos do Produto		Atributos do Processo	
Dimensão	Definição	Dimensão	Definição
Custo	Custo total que o cliente tem de pagar ao longo da vida do bem, como por exemplo, o preço do produto, o custo de manutenção e o custo do seguro se aplicável.	Custo	Custo total em produzir e entregar o bem.
Tempo de resposta e entrega	Tempo total que o cliente tem que esperar para receber o bem pedido.	Tempo de processamento	Tempo total necessário produzir o bem (inclui paragens).
Variedade	Variedade de escolhas oferecidas ao cliente para responder às suas necessidades.	Flexibilidade	Capacidade em produzir determinado variedade do produto.
Qualidade	Percepção do cliente quanto às qualidades técnicas, performance e segurança do bem, bem como a assistência após venda.	Qualidade	Capacidade em produzir e entregar produtos com qualidade superior.

Os clientes estão cada vez mais exigentes. Segundo Theodore Levitt, “*people don’t buy products, they buy benefits*” [Christopher, 2005, p. 53]. Conseguir criar valor acrescentado ao produto, aos olhos dos clientes, determina o sucesso de qualquer negócio. A sua percepção depende de quatro características do produto, como demonstra a expressão [1] .

$$Valor = \frac{Qualidade}{Custo} \times \frac{Variedade}{Tempo} \quad [1]$$

Uma empresa pode competir no mercado sendo líder no serviço e/ou líder no custo. A primeira investe nas variáveis Qualidade, Tempo e Variedade do produto, enquanto que a segunda investe na variável Custo.

A posição da Efacec Energia-PT, quanto à forma de competir no mercado, está representada na Figura 3. Os transformadores de potência produzidos pela Efacec possuem um grau de customização muito elevado e a força negocial desta empresa é moderada quando comparada com os grandes concorrentes de grande dimensão como a ABB. Estes factores levaram a EFACEC a apostar, ao longo dos anos, na Qualidade do produto, não valorizando outras variáveis igualmente importantes e que determinam a fidelização dos clientes e a sua retenção, tais como: o tempo de entrega e o tempo de processamento. A melhoria deste atributo não só melhora o indicador On Time Delivery (OTD), como também explora a possibilidade da Efacec se deslocar no sentido da seta preta representada a tracejado, através da redução do order-to-delivery cycle e da aposta na sincronização da produção.

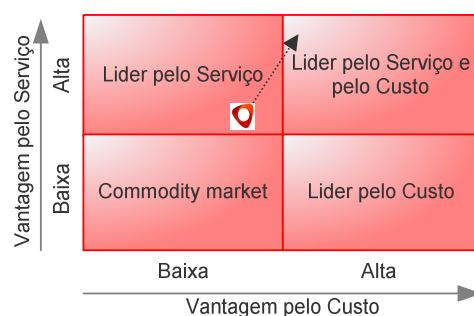


Figura 3 - Vantagem competitiva da Efacec Energia - PT

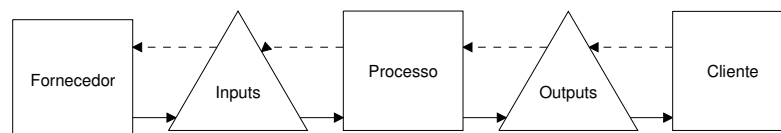
O último fundamento para melhorar o tempo do ciclo desde o pedido até à entrega do produto é observar os resultados do final do ano, e verificar como o balanço de qualquer negócio pode ser afectado pelo desempenho das variáveis logísticas da empresa.

O tempo do ciclo desde o pedido até à entrega do produto, influencia o valor do activo da empresa. A título de exemplo, veja-se alguns exemplos desta interdependência:

- Quanto menor for o tempo, mais rapidamente se gera dinheiro;
- Quanto maior for o tempo e os atrasos, maior o número de existências, a quantidade de em cursos.

Assim, a análise do fluxo temporal de informação e de bens será determinante para o crescimento estável da fábrica Core à medida que acompanha as exigências do mercado, ditadas pelo crescimento da procura. Os tempos atribuídos à produção dos transformadores serão validados e irá propor-se uma nova metodologia de Planeamento com dois níveis diferentes de utilização (*up-level e down-level*) que diminui o ciclo de entrega do produto final, incentivando a obtenção de qualidade superior. Consequentemente, gerar-se-á maior valor acrescentado do produto aos olhos do cliente, sendo esta uma das chaves para o caminho do sucesso como foi exposto anteriormente. Sendo assim, a optimização do atributo Tempo terá benefícios a curto e a longo prazo.

Reconhecendo a importância de manter/melhorar a vantagem competitiva, actualmente a preocupação de reduzir ou eliminar o desperdício (“MUDA”, em japonês) nas empresas é grande. A Filosofia Lean ocupa um lugar de destaque, cuja base de trabalho incide na máxima “conseguir fazer mais com menos”. Lean Manufacturing caracteriza-se por planear antecipadamente e otimizar os recursos. Inerente a esta filosofia está o conceito *Just-in-time*, que defende que uma actividade só deve ter início quando for necessário. Trata-se do conceito *pull*. Num sistema *Pull*, a produção inicia quando há procura dos clientes, de tal forma que um centro de trabalho só produz e entrega o produto em curso de fabrico ao centro de trabalho seguinte quando este último precisar (cada centro de trabalho é visto como um cliente e um fornecedor). Com esta abordagem, ilustrada na Figura 4, tenta-se diminuir os stocks embora seja um desafio maior conseguir que os fornecedores da cadeia de abastecimento tenham o(s) produto(s) no prazo desejável, pois têm menos tempo de resposta.



Fluxo de informação: -----

Fluxo de bens: _____

Figura 4 – Sistema *Pull*

Por conseguinte e utilizando os conceitos introduzidos anteriormente, mostra-se no capítulo 4, como chegar a uma produção Lean. Segundo esta metodologia, os centros de trabalho devem

estar síncronos de modo a que os tempos de chegada e de processamento se co-relacionem positivamente, de forma a reduzir as filas de espera.

As características da Procura e do Fornecedor da Efacec Energia-PT identificadas por círculos na Figura 5 tornam, em teoria, possível a adopção desta filosofia na fábrica Core.

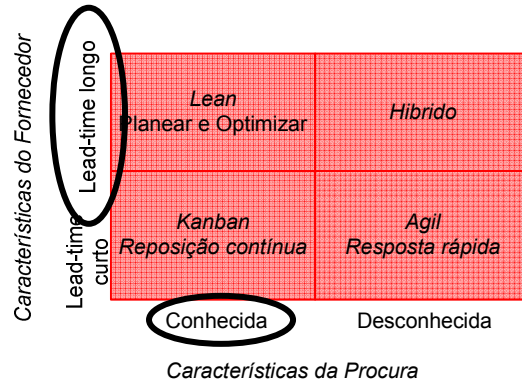


Figura 5 – Estratégias de produção segundo as características da procura e do fornecedor.

No entanto, para a produção seguir a filosofia Lean, deve-se salvaguardar o facto de serem necessárias alterações significativas na fábrica, nomeadamente investimentos em recursos humanos, equipamento e sistemas de informação com boas interfaces de comunicação com o utilizador. Actualmente, só será possível implementar esta solução quando se eliminarem todas as causas que desviam o cumprimento dos prazos previstos no mapa de planeamento e que também geram desperdícios.

Enquanto que o objectivo do planeamento dos processos é, a longo-prazo, produzir e entregar os transformadores que satisfazem as necessidades do cliente no prazo acordado, o controlo dos processos, directamente ou indirectamente ligados à produção, visa garantir continuamente, a curto-prazo, que a performance actual dos processos não seja diferente da planeada.

Neste momento, a performance actual, ou seja, os tempos efectivos de produção diferem da performance planeada devido a vários distúrbios do sistema. Importa, por isso, localizar essas perturbações e tomar acções correctivas para identificar e eliminar a(s) fonte(s) desses distúrbios.

O princípio do controlo dos processos apresenta-se na Figura 6 .

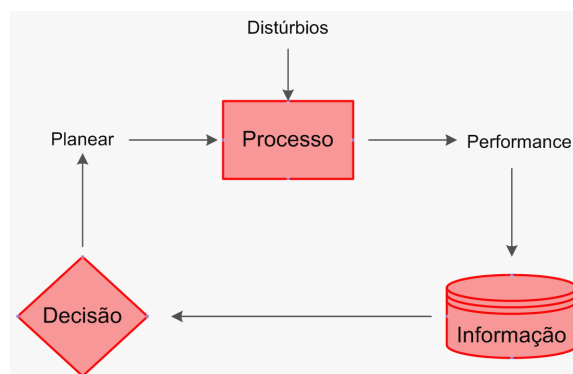


Figura 6 – Princípio do controlo dos processos.

Periodicamente monitoriza-se o desempenho do processo em causa, comparando-o com os níveis de desempenho planeados, identificando as causas das discrepâncias observadas entre ambos e tomando medidas correctivas para eliminar/reduzir as causas.

No caso da fábrica Core, não existe um registo estruturado das causas que levam à falta de sincronização entre a produção e os prazos estipulados no mapa de planeamento. Assim, surgiu a necessidade, de desenvolver ferramentas que possibilitam o registo sempre que exista um desvio entre os prazos planeados e os prazos realizados mediante o preenchimento intuitivo de uma aplicação informática que gera automaticamente as frequências das causas dos desvios para um determinado período.

Ainda sobre este tema, a Construção Soldada foi apontada como uma das actividades, externas à produção, que causa o atraso da Produção. O facto de 70% das tarefas estarem subcontratadas e os fornecedores serem de dimensão reduzida, com baixo poder negocial, com reduzido conhecimento sobre o controlo e planeamento da sua produção, leva à necessidade de criar uma aplicação onde se faz o registo da evolução do estado dos materiais para cada fornecedor e o registo do desvio dos prazos contratados pelo fornecedor. Esta recolha de dados será interessante tanto do ponto de vista da monitorização e controlo da actividade, como do ponto de vista da verificação da fiabilidade, podendo analisar-se a percentagem de entregas a tempo.

Uma vez eliminadas as causas dos desvios, o tempo de processamento real dos transformadores poderá diminuir, tendo como consequência a diminuição do *order-to-delivery cycle* e o aumento do valor acrescentado.

3 Desenvolvimento de uma nova metodologia de planeamento da fábrica Core

3.1 Introdução e Objectivos

Actualmente, a pressão em aumentar a produção é grande. No entanto, os obstáculos a este aumento também o são, nomeadamente pelo facto do planeamento ser empírico e haver factores externos que conduzem a desvios temporais das actividades da produção previstas. Hoje já se sente dificuldade em cumprir os prazos de entrega das encomendas, recorre-se frequentemente a horas extra. Os centros de trabalho da fábrica não se encontram balanceados. Assim, surge a necessidade de conhecer a capacidade instalada da fábrica de transformadores do tipo Core para permitir a criação de uma nova metodologia de planeamento da produção da fábrica Core baseada em análises teóricas dos recursos (máquinas e colaboradores) em cada centro de trabalho. O grande objectivo deste capítulo é criar uma ferramenta que possibilite elaborar mapas de planeamento mais rigorosos e que reduzam o tempo de entrega dos transformadores através da simulação de mapas de planeamento com diferentes sequências de transformadores.

A Figura 7 apresenta a abordagem utilizada para criar uma nova metodologia de planeamento da produção da fábrica Core. Inicialmente analisou-se a situação inicial da fábrica e os seus principais problemas. Em seguida, criou-se a nova metodologia de planeamento designada por *Master Planning Application* (Ma.P.A) que foi testada e validada através da análise do mapa de planeamento de 2008. O facto da designação da nova metodologia ser em Inglês, deve-se à cultura de mudança que se vive actualmente na EFACEC, em reforçar a necessidade de adoptar esta língua como língua oficial.

No final da secção encontram-se os resultados obtidos e respectivas conclusões.



Figura 7 – Esquema identificativo da abordagem para criar uma nova metodologia para a fábrica Core.

3.2 Caracterização da situação actual

Um transformador trifásico Core é constituído por um circuito magnético de chapas empilhadas de uma forma especial. Tem a forma da letra “E” rodada 90° em sentido directo, anti-horário, e possui três fases U,V e W (cada uma corresponde a uma posição vertical da letra E). Em volta de cada uma das fases são colocadas as bobinas por ordem de tamanho : Estabilização (ET), Baixa Tensão (BT), Média Tensão (MT), Alta Tensão (AT), Regulação (Reg) e Terciário (Ter), como se encontra ilustrado na Figura 8. Cada bobina é enrolada segundo um tipo de enrolamentos definido pelo Projecto que pode ser, a título de exemplo, contínuo ou hisercap.

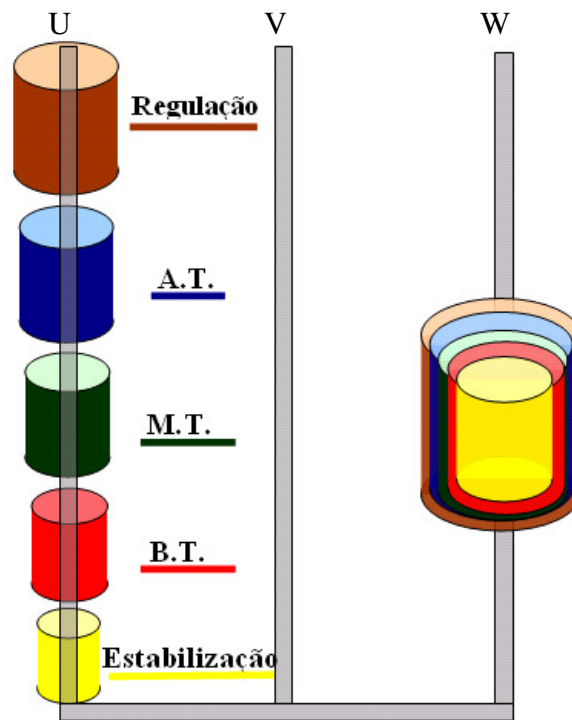


Figura 8 – Desenho do Circuito Magnético com as bobinas por ordem.

A Figura 9 representa o *layout* da fábrica Core com as secções fabris diferenciadas pelas cores dos rectângulos. De seguida descreve-se sucintamente cada zona, por ordem de fabrico:

- Isolantes (representada a azul escuro): zona de produção de isolantes para os transformadores à base de cartão. Podem ter várias espessuras podendo ir de 0,4mm a 8mm, através de colagem e prensagem de várias placas de espessuras menores.
- Bobinagem (representada a verde): zona de produção das bobinas de um transformador.
- Calibragem e Secagem HOT (representados a cor-de-rosa e amarelo, respectivamente): depois de finalizada a bobinagem, a bobina é calibrada para que fique com a altura correcta, por intermédio de macacos pneumáticos que fazem pressão sobre a bobina que se encontra com dois pratos de ferro nos extremos. Este processo é acompanhado pelo encubar da bobina, com o objectivo de secar os isolamentos do cobre e obter a altura correcta, eliminando folgas que possa ter ganho no decorrer do fabrico.
- Formação de Fases ou Montagem das Fases (representada a castanho): encaixe das bobinas segundo a ordem referida anteriormente e posterior calibragem.
- Ligações Internas (representado a azul claro): sector da fábrica onde se faz o acoplamento das bobines nos circuitos magnéticos, a montagem das tomadas, e posterior secagem no VP (representado a amarelo). De seguida, o conjunto é introduzido dentro da respectiva cuba, chamando-se a este processo de Montagem Final.

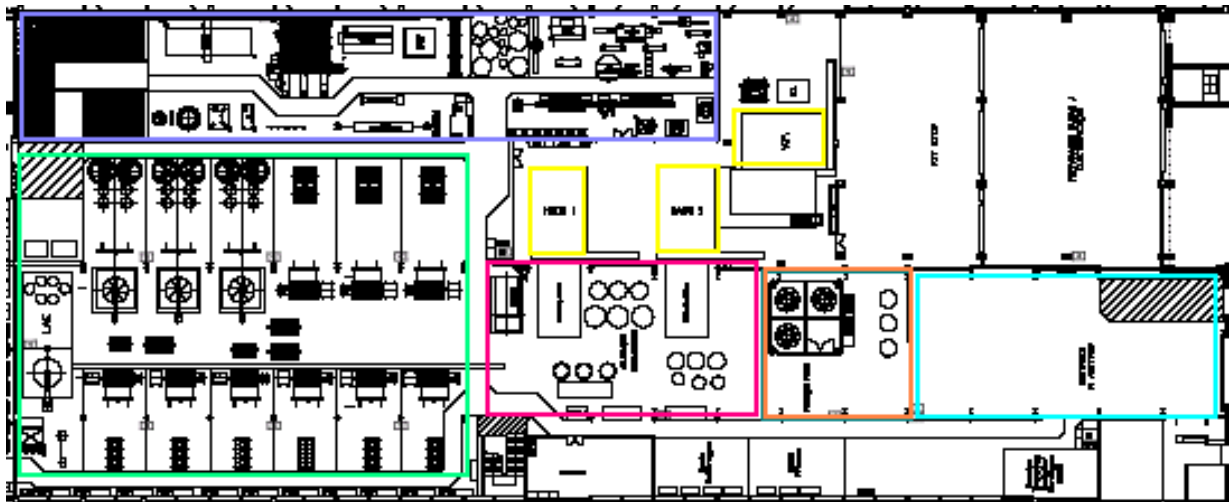


Figura 9 – Layout da fábrica Core

Não se tem conhecimento de nenhum estudo da capacidade instalada da fábrica Core que tenha sido efectuado após o aumento da área fabril. Por outro lado, o planeamento é feito com base na experiência do planeador. A Efacec Energia – PT possui o ERP BaaN. Infelizmente, o BaaN não é utilizado para gerar o planeamento das encomendas porque, para além de não ter capacidade de o fazer antes de ter conhecimento do plano de fabrico de cada transformador, o planeamento é baseado em quatro diagramas-tipo que já estão ultrapassados. Trata-se de um ponto a melhorar que vai ser explorado mais à frente. Estas duas condições inicialmente referidas, podem impedir o objectivo de crescimento da empresa, nomeadamente em aumentar a produção para responder ao crescimento exponencial da procura.

A globalização das empresas proporcionou um rápido crescimento da competitividade. Hoje, é necessário “ser melhor todos os dias”, melhorar os processos, a qualidade, o tempo de resposta. De seguida descrevem-se, pormenorizadamente, as potenciais melhorias (apresentadas como problemas a abordar) para aumentar o valor acrescentado do produto e impedir o estabelecimento de barreiras para aumentar a produção.

Problema 1: Determinar a capacidade instalada da fábrica Core para diminuir o desvio entre os prazos previstos no mapa de planeamento e os prazos efectivos da produção, e assim fiabilizar o Planeamento.

Actualmente, a elaboração do mapa de planeamento estratégico do ano n , em Outubro do ano $n-1$, é executada empiricamente pelo planeador em conjunto com o Director de Produção. Não se conhece nenhum estudo sobre a duração aproximada de cada tarefa em cada centro de trabalho da nova fábrica Core (*takt-time*), tendo em conta o rendimento normal dos colaboradores e das máquinas, e a procura. A duração das actividades é fruto do conhecimento prático e de dados históricos, sem suporte teórico. Existe uma ferramenta intitulada “Bloco de Tempos” que apresenta o consumo de recursos de cada transformador (máquinas e pessoas) e os tempos estimados para todas as tarefas de cada centro de trabalho, dada a potência e tensão. Porém, esta ferramenta não é utilizada por se encontrar desactualizada e os tempos não terem sido validados.

2007, pela ordem de processamento do respectivo mapa de planeamento para os centros de trabalho Formação de Fases (Figura 11) e Ligações Internas (Figura 12). Pela observação dos gráficos é possível analisar o *Inventory Buildup*, ou seja, a formação de stock originada pelas filas de espera. Não se analisou toda a produção por estar provado que as pequenas perturbações numa parte do sistema (filas de espera) podem ampliar enquanto o efeito se espalha sobre cada centro de trabalho – Bullwhip Effect – sendo o número de amostragem considerado suficiente.

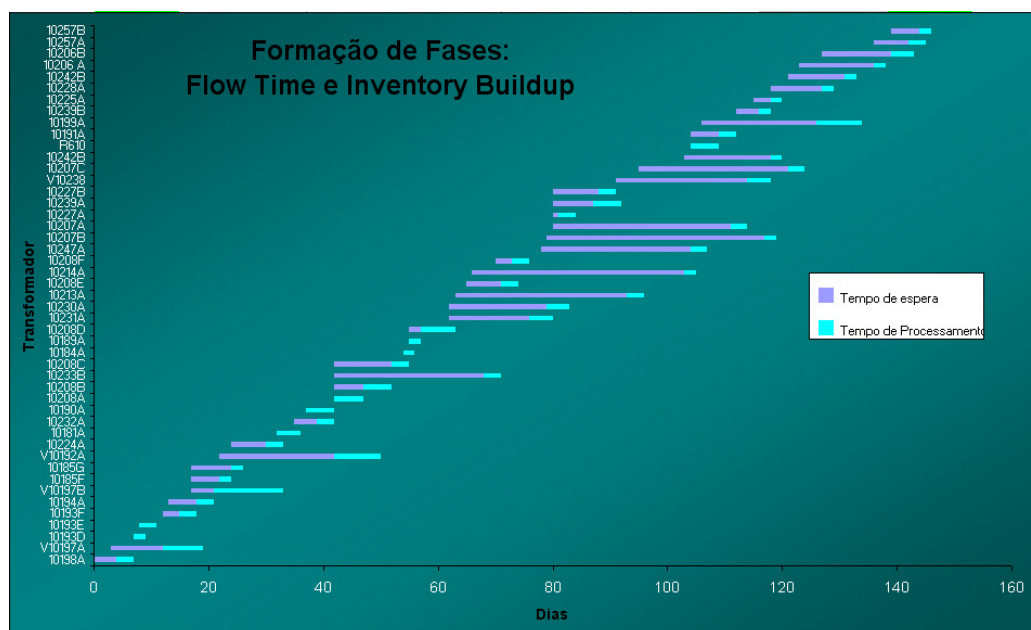


Figura 11 – *Flow Time e Inventory Buildup* do centro de trabalho Formação de Fases segundo o mapa de planeamento 2007.

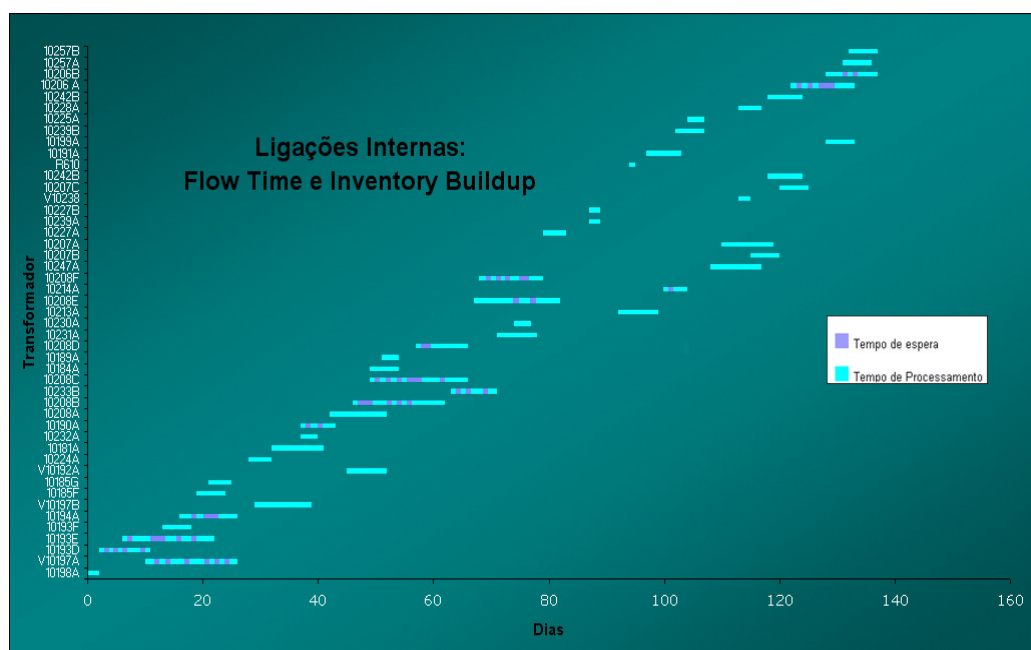


Figura 12 – *Flow Time e Inventory Buildup* o centro de trabalho Ligações Internas, segundo o mapa de planeamento 2007.

Cada centro de trabalho possui uma taxa de cadência diferente devido às capacidades instaladas de cada centro de trabalho que também são bastante diferentes, originando uma situação que ocorre na Formação de Fases com frequência e que se encontra ilustrada na Figura 11: longas filas de espera, representadas pelo tempo de espera a cor lilás, até que o transformador comece a processar, dando origem a longos tempos de passagem que correspondem à soma entre o tempo de espera e o tempo de processamento. A taxa de cadência da Bobinagem é superior à taxa de cadência da Formação de Fases porque a capacidade instalada também é maior. A falta de sincronização entre centros de trabalho deve ser minimizada. Já a

Figura 12, mostra que a sequência de processamento se altera ao longo da produção: por exemplo, o projecto 10193D (3º transformador a ser processado) foi processado primeiro que o projecto V10197A (2º transformador a ser processado), trocando a ordem estabelecida no mapa de planeamento. Por outro lado, embora não haja em cursos entre a Formação de Fases e as Ligações Internas uma vez que os tempos de espera surgem após se dar início ao processamento do transformador, verificam-se longos tempos de passagem devido a paragens da produção, dentro das Ligações Internas. Estas paragens ocorrem quando é necessário fazer uma Montagem Final. Alguns colaboradores que nesse dia estão nas Ligações Internas, param essa actividade e dedicam-se à Montagem Final. Este facto vem discutir a falta de recursos para fazer face às encomendas de 2007.

Problema 2: Encurtar o tempo de atribuição do prazo de entrega do transformador.

Actualmente, o fluxo de informação dos transformadores de potência, apresentado na Figura 13, é longo. O *flow time* da oferta, desde o pedido de proposta comercial até à encomenda é, em média, 6 semanas.

O Cliente contacta o Comercial com um pedido de proposta, materializada pelo caderno de encargos, que por sua vez reencaminha para o Departamento de Gestão da Produção. A secção dos Estudos de Transformadores (Cálculo e Projecto) têm a tarefa de preparar a proposta com o orçamento previsto do transformador.

Posteriormente, a atribuição do prazo de entrega do produto em fase de proposta é da responsabilidade do Planeamento, em conjunto com o Comercial, atendendo a factores como: a carga existente, as propostas em curso e o tempo para aprovisionamento dos materiais com maiores prazos de entrega. De seguida, o sector comercial consulta o planeamento antes da confirmação da encomenda verificando, em conjunto, a possibilidade de cumprimento do prazo solicitado pelo cliente. Em caso de conflito, o sector de Planeamento certifica a possibilidade de ajustar transformadores já programados sem ultrapassar datas contratuais existentes. Se não for possível, o sector Comercial obtém do cliente a confirmação para uma nova data contratual.

A negociação da atribuição do prazo de entrega do transformador pode demorar cerca de 1 semana e deve ser reduzido. Por um lado, o Comercial não tem conhecimento da duração aproximada das actividades de um transformador em cada centro de trabalho, por outro o Planeador não tem qualquer aplicação informática que auxilie a tomada de decisão sobre o prazo de entrega e que paralelamente, simule alterações na ordem dos transformadores para verificar qual o cenário que reduz o tempo de passagem dos transformadores.

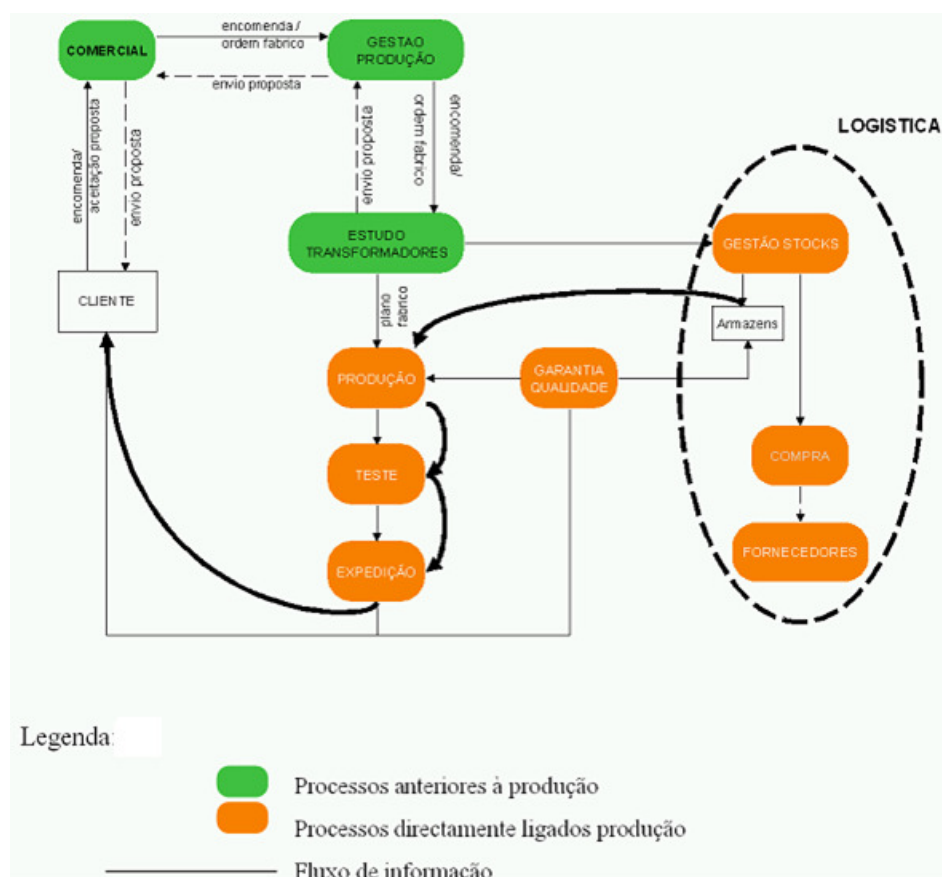


Figura 13 – Esquema básico do fluxo de informação e fluxo de bens dos transformadores de potência.

Para sintetizar a situação actual da Efacec Energia – PT, elaborou-se um diagrama designado por diagrama de Ishikawa, conhecido também como diagrama de causa-efeito. O nome tem origem no japonês Isikawa que divulgou esta poderosa ferramenta de análise. Compreende, fundamentalmente, o levantamento exaustivo das causas associadas a um problema, avaliando a importância relativa de cada um, e a necessidade de encontrar os efeitos das interações entre as causas. O diagrama encontra-se na Figura 14, e resume as relações causa-efeito que têm impacto no não cumprimento dos prazos previstos no mapa de planeamento. As causas inscritas em circunferências são as mais críticas para esse problema; como são consideradas factores controláveis serão estudadas ao longo do projecto de dissertação.

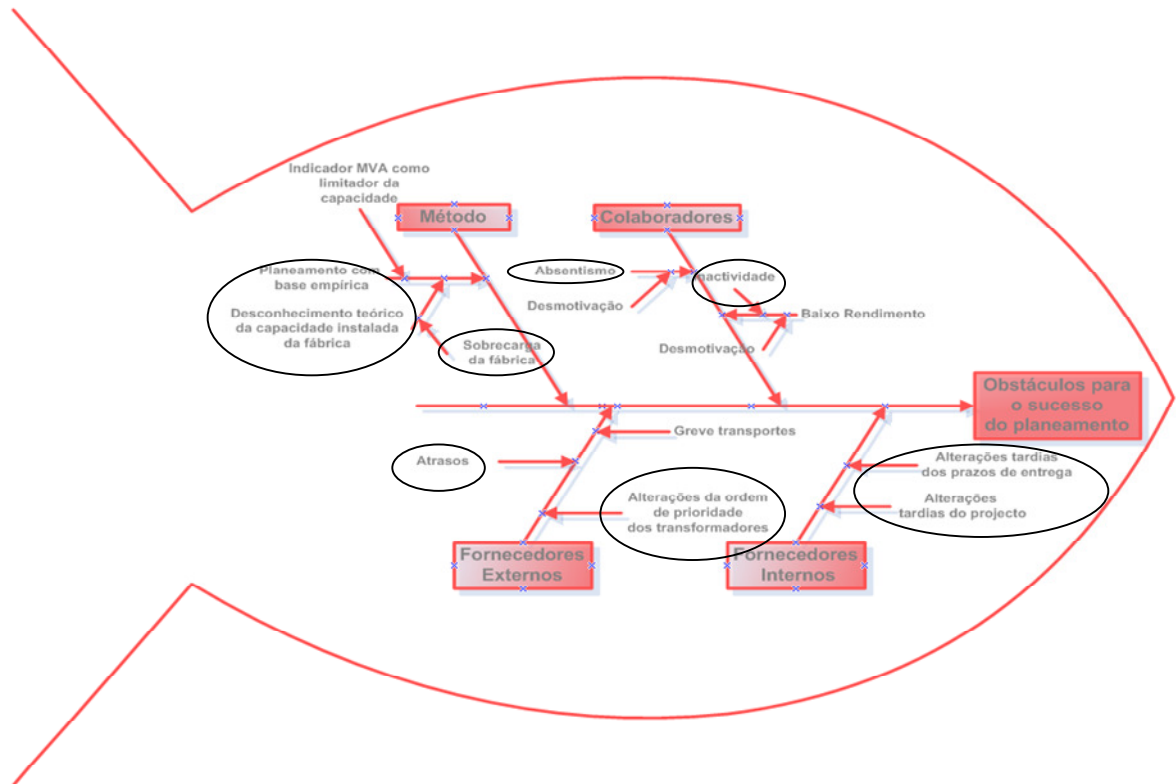


Figura 14 - Diagrama causa-efeito dos obstáculos para o sucesso do planeamento

3.3 Oportunidades de Melhoria

Christopher (2005, p.152) introduz o conceito de *lead-time gap*, ilustrado na Figura 15, como sendo a diferença temporal entre o tempo que demora a obter a matéria-prima, produzir e entregar o produto final e o tempo que o cliente está preparado para esperar por ele. A vantagem em conhecer antecipadamente a procura traduz-se na diminuição do lead time da Logística bem como do ciclo do pedido do cliente, reduzindo o *lead-time gap* e satisfazendo o cliente final.

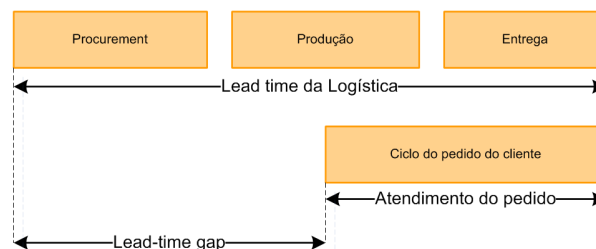


Figura 15 – Lead-time gap

O tempo de ciclo de um pedido é composto por 6 elementos apresentados na Figura 16.



Figura 16 – Componentes do tempo de ciclo de um pedido na perspectiva do cliente.

Os tempos de passagem, de paragens e de aceitação das encomendas são factores por excelência que se pretendem melhorar com este projecto. Naturalmente que, se em 2007 com menos encomendas que 2008, o tempo de passagem médio dos transformadores é longo devido às filas de espera, a situação de 2008 complica-se e por isso deve ser estudada.

A Figura 17 apresenta as componentes do *lead time* que compõe o tempo de ciclo de um pedido, indicando aquelas que vão ser melhoradas no caso presente em estudo através de circunferências.

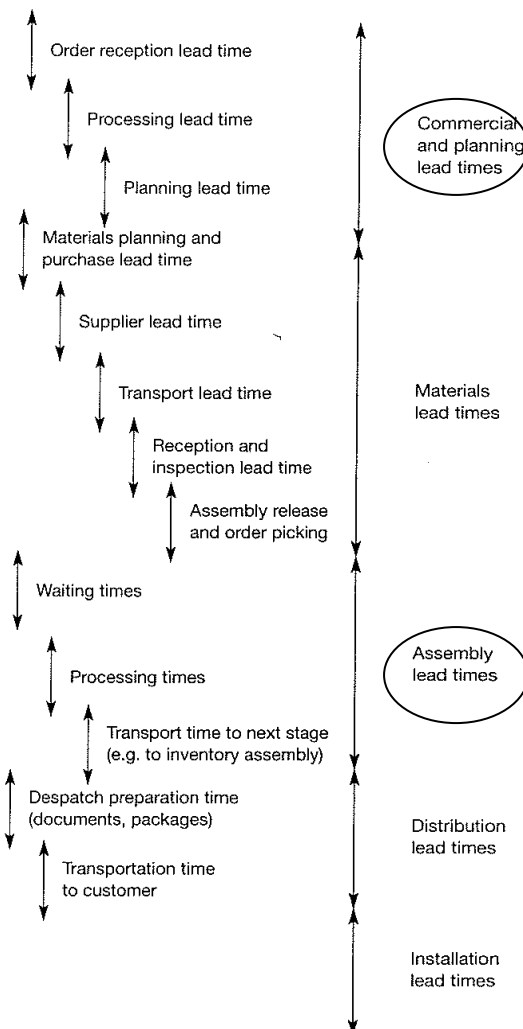


Figura 17 – Componentes do *Lead time* [Christopher, 2006]

Devido às características da fábrica serem do tipo *make-to-order*, a variabilidade entre os tempos de chegada e de processamento são elevados, originando filas de espera. As filas de espera podem ser reduzidas significativamente se esses tempos forem síncronos.

Consequentemente, propõe-se a criação de uma metodologia de Planeamento que permita estudar o planeamento e escolher o cenário mais favorável que minimize o desperdício de modo a:

- os tempos atribuídos a cada transformador sejam fiáveis;
- o impacto da sequência dos transformadores seja estudado por forma a garantir maior sincronização entre os tempos de chegada e os tempos de processamento;
- os tempos de espera e os tempos de passagem sejam reduzidos;
- o tempo de aceitação das encomendas diminua.

A Tabela 2 resume os principais objectivos a atingir com a criação da nova metodologia de planeamento - Ma.P.A - para a fábrica Core.

Tabela 2 – Objectivos a atingir com a criação da nova metodologia de planeamento - Ma.P.A - para a fábrica Core

Âmbito	Indicadores		Objectivos	Como?
	Designação	Descrição		
Eficiência	Taxa de performance	Rácio entre a cadência efectiva de produção do centro de trabalho e a sua cadência teórica	Aumento da taxa de performance	Validação dos tempos teóricos atribuídos por tarefa para não haver desvio significativo com os tempos reais.
	Tempo de passagem	Tempo efectivo de produção incluindo paragens	Diminuição do Número de paragens, sincronia entre tempos de chegada e tempos de processamento	Possibilidade de estudar o cenário mais favorável que minimize/elimine o número de paragens
	Dias em atraso face ao planeamento	Número médio de dias em atraso relativamente à data final planeada, considerando as ordens de fabrico em atraso	Diminuir os dias em atraso face ao planeamento	Validação dos tempos teóricos atribuídos por tarefa para não haver desvio significativo com os tempos reais.
	Tempo de aceitação da encomenda	Tempo médio de negociação entre Comercial-Planeador-Produção para aceitar a encomenda	Encurtar o tempo de aceitação da encomenda	Aplicação informática simplificada que verifica a capacidade disponível por mês com a aceitação da encomenda

3.4 Solução Proposta

A Figura 18 apresenta a necessidade temporal do Projecto Ma.P.A. durante o fluxo de informação e de bens, desde que chega uma oferta de um cliente até à saída do produto final da fábrica. O Projecto Ma.P.A. *Up-level* será utilizado pelo Comercial sempre que exista uma nova oferta, para que possa verificar se a fábrica Core tem capacidade disponível para produzir a oferta. A Administração também terá acesso a esta aplicação. De facto, como a Administração, juntamente com os responsáveis comerciais, começa a guardar slots a determinados clientes para o ano posterior antes de Outubro (altura em que o Planeador deve, oficialmente, elaborar o mapa de planeamento), esta aplicação também serve para simular cenários simplistas de listas de encomendas e verificar se é razoável produzir essas encomendas, ainda antes de chegar à fábrica a intenção do cliente. Por outro lado, o Ma.P.A. *Down-level* será utilizado pelo Planeador e Produção para gerar um prazo estimado de entrega do transformador e também para elaborar o mapa de planeamento que optimize os recursos e diminua o tempo de passagem dos transformadores.

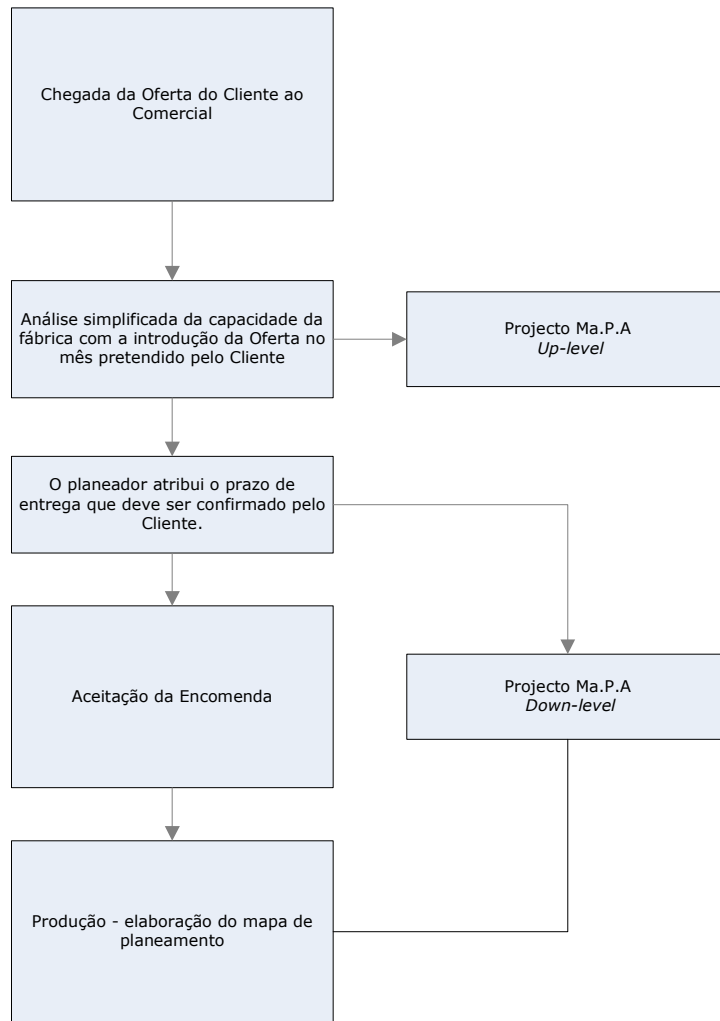


Figura 18 – Necessidade Temporal do Projecto Ma.P.A

3.4.1 Projecto Ma.P.A Up-level

A Figura 19 apresenta as funções e potencialidades deste projecto. O Comercial passa a ter uma aplicação informática simplificada em Access e Delphi, que lhe dá a possibilidade de verificar se é possível produzir uma potencial encomenda num determinado mês. Trata-se de uma ferramenta que verifica aproximadamente a capacidade disponível da fábrica Core. A partir de um número estipulado de transformadores num mês (8), sempre que o programa refira que já se chegou à capacidade limite, o Comercial deve entrar em contacto com o Planeador ou Produção a confirmar esses dados. O programador terá acesso ao Ma.P.A. para editar e actualizar o Bloco de Tempos que se encontra validado e que é a ferramenta por excelência usada no programa, e também os dados de entrada do programa tais como, o número de colaboradores por centro de trabalho. Optou-se por fazer a aplicação informática em Delphi porque o departamento S.I. está mais familiarizado e como tal, será mais fácil

melhorar o Projecto, conferir-lhe maior grau de sofisticação e/ou integrá-lo no BaaN, num futuro próximo.

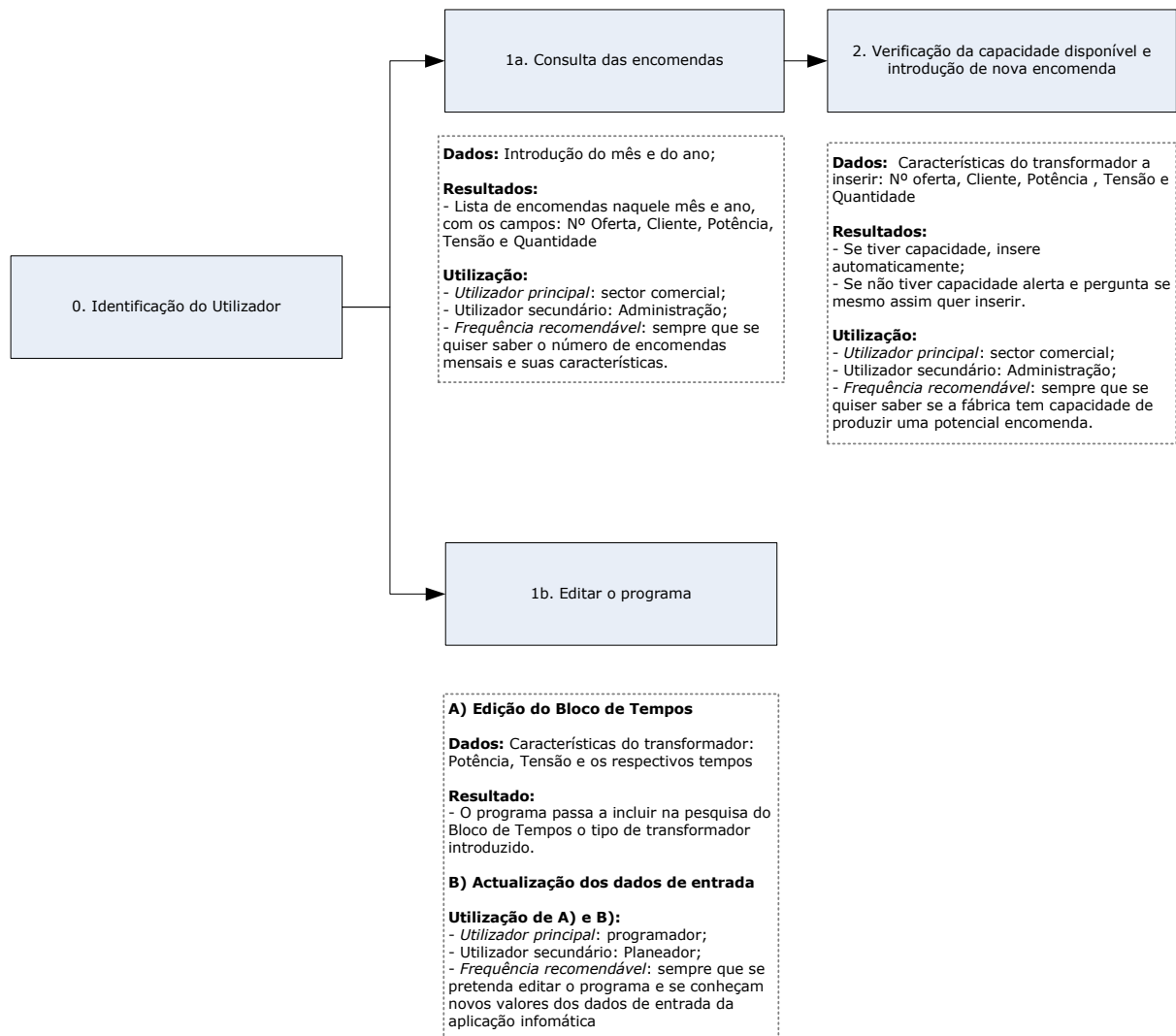


Figura 19 – Funções e Potencialidades do Projecto Ma.P.A Up-level.

3.4.2 Projecto Ma.P.A Down-level

O Projecto Ma.P.A *Down-level*, desenvolvido em MS Excel, deve ser consultado diariamente/semanalmente pelo planeador; permite que este atribua um prazo de entrega compatível com a capacidade disponível, tendo em conta as encomendas existentes e respectivo tempo de produção, por centro de trabalho. Após aceitação da oferta, esta é incluída no mapa de planeamento e os tempos de produção são automaticamente atribuídos. Com base nestes tempos, que têm origem no Bloco de Tempos actualizado, o Ma.P.A executa automaticamente o mapa de planeamento, à excepção da Bobinagem, como vai ser explicado a seguir. Com esta função, o planeador pode, sempre que ocorram grandes desvios entre a produção planeada e a realizada, produzir um novo mapa de planeamento, bastando introduzir

o número dos projectos que devem sofrer alterações no mapa. A Figura 20 representa os passos a seguir para obter o mapa de planeamento.

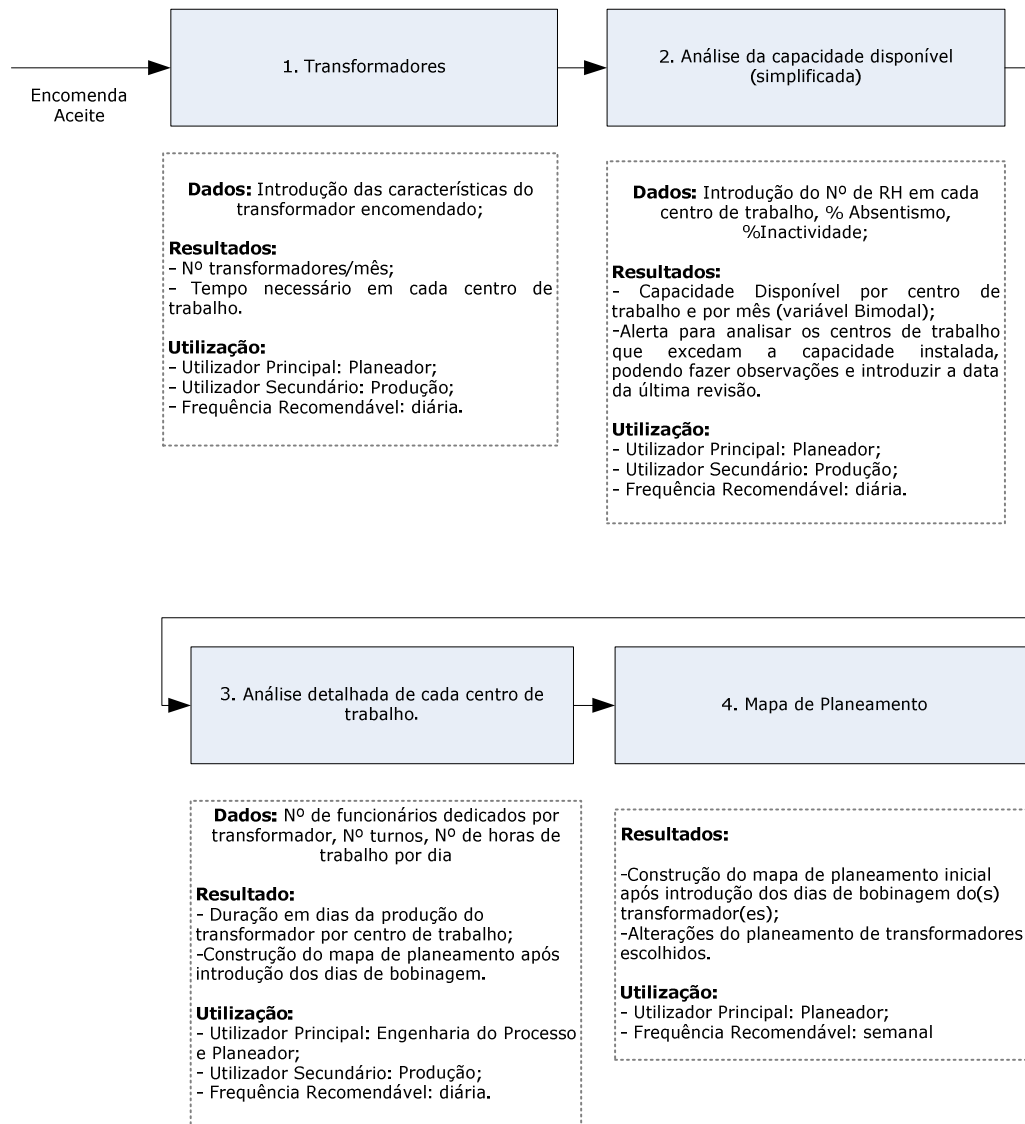


Figura 20 – Passos a seguir para obter o mapa de planeamento.

3.5 Implementação

A empresa tem uma ferramenta potencial para a análise da capacidade de carga da fábrica, designada por Bloco de Tempos. É uma tabela estática que combina a Potência (MVA) e a Tensão (kV) de um dado transformador com a duração prevista de cada actividade (Horas×Homem).

A Tabela 3 apresenta um excerto do Bloco de Tempos.

Tabela 3 – Excerto de um Bloco de Tempos

						Características do transformador						
						Coluna	1	2	3	4	5	6
						MVA						
						kV						
GOP	TAREFA	DESCRIÇÃO	OP	COD CT	FUNC							
CTISOLANT	1601	Isolantes Bobinagem	6	C0100	4							
	1602	Isolantes Cm + Ligações	137	C0100	4							
	1603	Isolantes Fase	138	C0100	4							
TOTAL ISOLANTES												
						Duração de cada tarefa (Horas×Homem)						

Para cada actividade (GOP), neste caso Isolantes, atribuem-se tempos (Horas×Homem) de cada tarefa dependendo das características do transformador (coluna). Esta tabela foi criada por uma equipa de Tempos e Métodos exclusivamente dedicada a esta ferramenta, mas que já foi extinguida.

As duas desvantagens principais deste documento são:

- O facto de se tratar de uma tabela estática com apenas 15 combinações diferentes de Potência e Tensão que correspondem, na Tabela 3, ao número de colunas assinaladas;
- A não validação dos tempos desde que a fábrica Core sofreu alterações.

Na realidade, os tempos atribuídos a cada transformador são da responsabilidade da Engenharia do Processo que utiliza a sabedoria e experiência neste ramo para introduzir no BaaN a duração prevista de cada tarefa.

Como um dos objectivos é fundamentar o planeamento da produção com análises teóricas, foi fundamental criar um Bloco de Tempos novo, adaptado à nova fábrica, ou seja, que atribuisse tempos que não fossem significativamente diferentes dos tempos realizados pela produção. O passo seguinte foi validar os tempos atribuídos pela Engenharia do Processo, pela análise da situação ocorrida em 2007. Assim, recolheram-se os tempos totais realizados para produzir cada transformador, através da consulta de sessões do BaaN, e procedeu-se à análise do desvio entre esses tempos e os tempos atribuídos pela Engenharia do Processo.

O histograma da Figura 21 mostra o desvio entre os tempos previstos e realizados para a produção de transformadores de 2007.

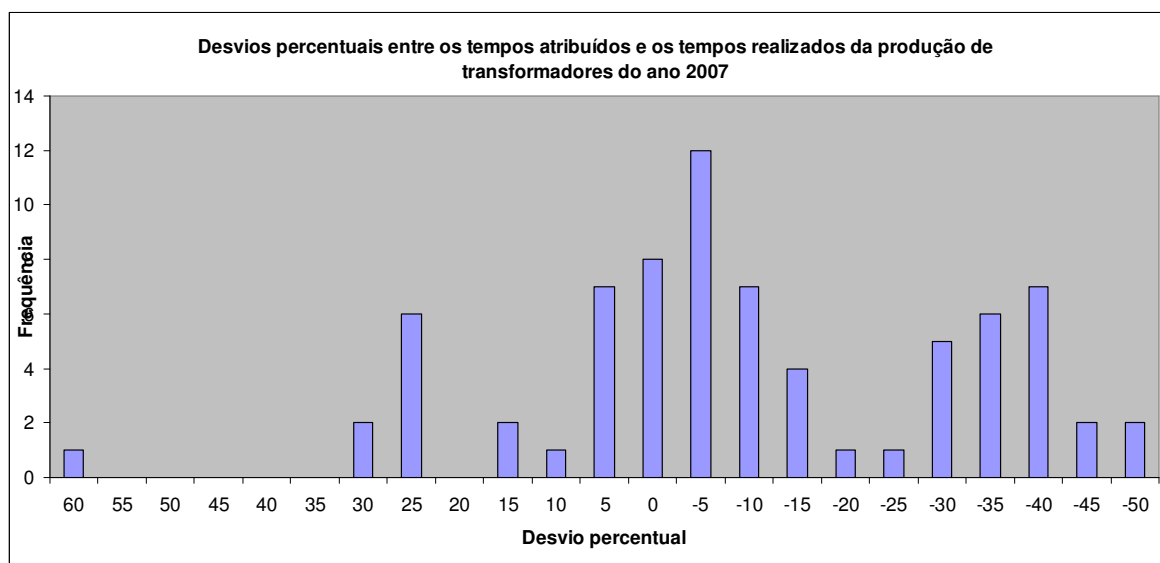


Figura 21 – Histograma dos desvios percentuais entre os tempos atribuídos e os tempos realizados da produção de transformadores do ano 2007.

Como se pode observar pela Figura 21, a observação cujo desvio percentual é igual a 60 corresponde a um *outlier*, isto é, uma observação que não traduz o comportamento normal da variável em análise, pelo que não foi considerada para o cálculo da média do desvio percentual entre os dois tempos referidos. A média desta variável é cerca de 11% e foi calculada através dos dados apresentados na Tabela 4, como sendo a diferença percentual entre a soma dos tempos previstos e a soma dos tempos realizados da produção de transformadores do ano 2007. O resultado final encontra-se dentro dos valores esperados pelo responsável do Planeamento.

Tabela 4 – Desvio médio (%) entre os tempos atribuídos e os tempos realizados da produção de transformadores de 2007

Tempo de execução (horas)		
Realizados	Previstos	Δ (%)
158188	142246	11

Após o resultado anterior, corrigiram-se os tempos atribuídos aos transformadores de 2008, acrescentando 11% às horas previstas pela Engenharia do Processo.

3.5.1 *Projecto Ma.P.A Up-level*

Como foi mencionado na secção anterior, a aplicação informática utilizada no projecto Ma.P.A Down-level é suportada pelo Access em conjunto com o Delphi. Após se ter experimentado fazer esta aplicação em Visual Basic e depois em Access, optou-se por se fazer em Delphi, com um suporte de base de dados Access. Delphi é a linguagem de programação utilizada pelo sector de desenvolvimento e programação desta empresa e como tal, este foi o factor determinante para se optar por esta escolha. Adicionalmente há mais vantagens práticas que serão expostas de seguida:

- Facilidade em incorporar este programa no sistema de informação da empresa;
- O desenvolvimento da aplicação ficou facilitado, devido à existência de rotinas feitas para manuseamento das bases de dados, como por exemplo:
- Ligação do Delphi ao Access;
- Inserir /Apagar um registo numa Tabela;
- Carregamento de Listas;
- Impressão de relatórios.

No Access foram definidas várias tabelas com os seguintes propósitos:

- **Bloco de Tempos** – guarda os tempos teóricos dos Isolantes, Bobinagem e Montagem das Partes Activas, em horas, das respectivas combinações de potência e tensão; possibilita a edição de mais registos e a pesquisa dos tempos teóricos de um transformador.
- **Centro de Trabalho** - guarda para um ano, um mês e um centro de trabalho, o número de horas de trabalho por colaborador, a percentagem de absentismo, inactividade e PQD e o número total de colaboradores; permite, juntamente com a informação do número de dias úteis, determinar a capacidade disponível da fábrica Core por centro de trabalho, ano e mês.
- **Dias Úteis** – guarda o número de dias úteis por mês e ano;
- **Encomenda** – guarda o número da oferta, a potência, a tensão e a quantidade da encomenda, bem como o respectivo cliente e o tempo total que demora a produzir a encomenda (desde os Isolantes até à Montagem), no mês e no ano a que se refere; permite determinar o consumo da capacidade instalada da fábrica num mês e num ano.
- **Utilizador** – guarda o username e a password dos utilizadores; permite autenticar e entrar no programa; se o utilizador fizer uma encomenda, fica registado em seu nome.

A única relação entre tabelas que foi estabelecida encontra-se na Figura 22. Tudo o resto foi feito em VBA, com *queries* em *SQL*.

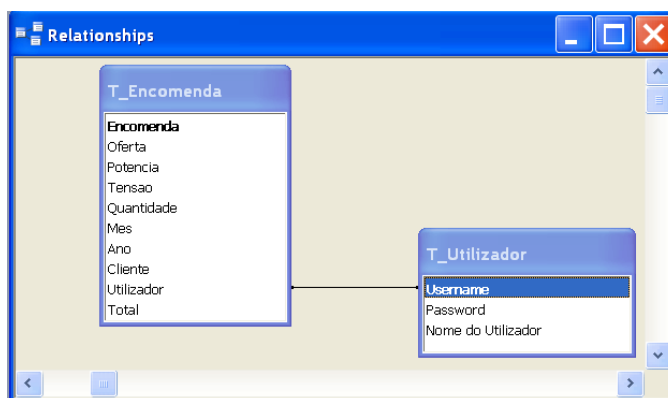


Figura 22 - Relações entre tabelas no Access

A Figura 23 mostra o resultado final, isto é, o projecto em modo de execução com explicações teóricas da implementação desta aplicação informática.

a) autenticação

Oferta	Cliente	Potência (MVA)	Tensão (kV)	Qtd
1	111	200	1	1
2	222	21	222	1
4	333	1111	222	1
5	333	1111	222	1
6	666	222	222	1
7	7777	25	66	1
8	888	25	61	1
9	999	21	222	1
344	L	123	22	1
1111	7777	333	45	1

b) lista de encomendas

c) introdução de nova encomenda

d) edição do Bloco de Tempos

Figura 23 – Ma.P.A Up-level em modo de execução.

Após autenticação[a], o programa vai à tabela do Access chamada Utilizador e verifica se o username e respectiva password estão correctos. Caso não estejam, o utilizador deve voltar a

autenticar-se. Depois de se introduzir o mês e o ano para consultar as encomendas existentes [b], o programa chama um procedimento em *SQL server* que vai buscar à tabela Encomendas, os campos Oferta, Cliente, Potência, Tensão e Quantidade, para o ano e mês seleccionados.

Após se introduzir os dados da nova encomenda [c], o programa inicialmente certifica-se que não existe o número de oferta introduzido, na tabela Encomendas. De seguida, verifica se a fábrica tem capacidade, chamando uma função que confirma se o tempo total necessário para produzir as encomendas daquele mês e ano, incluindo o tempo da nova encomenda, é inferior ou igual à capacidade disponível. Para auxiliar este cálculo criaram-se 4 funções:

- **Dias Úteis:** selecciona os dias úteis na tabela Dias úteis, para o ano e mês seleccionados;
- **Capacidade Disponível:** selecciona os campos Absentismo (%), Inactividade(%), PQR²(%), Número de horas trabalhadas, Código do Centro de trabalho e o número de colaboradores. Depois soma, para cada centro de trabalho, no mês e ano em questão, a capacidade disponível determinada por.

$$[(\text{Absentismo} + \text{Inactividade} + \text{PQR})/100] \times \text{Número de horas trabalhadas} \times \text{Número de colaboradores}$$
- **Total Encomendas:** selecciona da tabela Encomenda, o campo Total, que corresponde ao tempo que demora a produzir uma encomenda, e o campo Quantidade para o mês e ano introduzidos. Calcula o somatório do produto entre estes campos e guarda o valor obtido.
- **Total Oferta:** faz a pesquisa na tabela Bloco de Tempos, ordenada por tensão, para guardar os tempos da combinação potência-tensão mais próxima da nova encomenda introduzida.

A verificação da capacidade disponível é calculada pela fórmula:

$$\text{Total Encomendas} + \text{Total Oferta} \leq \text{Capacidade Disponível} \times \text{Dias úteis.}$$

No caso de não haver capacidade, o programa alerta e pergunta se quer proceder com a aceitação da encomenda.

O programa tem mais uma funcionalidade [d] que diz respeito à edição do Bloco de Tempos. Existe um procedimento que grava registos que são adicionados na tabela Bloco de Tempos do Access, no entanto não permite gravar registos para a mesma potência e tensão, o que significa que ainda não tem funções de manutenção. Este será um aspecto a melhorar.

3.5.2 Projecto Ma.P.A Down-level

O Projecto Ma.P.A Down-level é mais complexo porque tem várias etapas e vários momentos de utilização como se viu nas secções anteriores.

² Prémio de Qualidade e Rendimento que os colaboradores fabris têm. Estima-se que reduza o absentismo em 5%.

Ao longo do ano, o comercial recebe os pedidos de proposta dos clientes que podem ou não ser aceites. Sempre que uma encomenda é aceite ou quando é necessário verificar se a fábrica tem capacidade para produzir uma encomenda, o planeador deve começar por introduzir as características principais do transformador (número do projecto, potência, tensão e mês a produzir) na **secção 1** do Ma.P.A *Down-level* designada por **Transformadores**. Esta secção está dividida em duas partes:

- **“Descrição dos Transformadores a produzir em cada mês”** – tabela onde se registam as características principais da encomenda. Mediante a tensão e potência do transformador, a tabela tem uma propriedade de pesquisa accionada pelo botão “Calcular Tempos”; pesquisa em VBA no Bloco de Tempos (cujos tempos atribuídos já têm o factor de correcção de 11%) as combinações mais próximas das características do transformador, ou seja, vai procurar a combinação com a mesma potência introduzida e tensão mais próxima, para depois devolver os tempos associados a essa combinação.
- **“Resumo Mensal da Intenção de Produção”** - tabela criada para que a situação actual seja revista rapidamente; contem a soma da potência dos transformadores a produzir em cada mês, a soma da tensão respectiva, o tempo teórico necessário nos Isolantes, na Bobinagem e na Montagem das Partes Activas, o tempo total necessário à produção e o número de transformadores que serão produzidos por mês. A tabela é calculada automaticamente pelos dados existentes na “Descrição dos Transformadores a produzir/mês”.

A Figura 24 apresenta a secção 1 designada por Transformadores do projecto Ma.P.A *Down-level* em modo de execução e as respectivas divisões estão identificadas por circunferências.

1. Transformadores							
Ano:							
Resumo Mensal da Intenção de Produção				Calcular			
Mês	Potência [MVA]	Tensão [kV]	Tempo Teórico Isolantes	Tempo Teórico Bobinagem	Tempo Teórico Montagem P. Activas	Total	Nº transformadores
Janeiro	496,5	1260	1319,79	5982,9	6721,05	14023,74	9
Fevereiro	371	850	1036,74	5148,18	5089,35	11274,27	8
Março	220	445	641,58	3261,18	3194,58	7097,34	6
Abril	210	682	691,53	3532,02	3607,5	7831,05	5
Maior	136,5	541	542,79	2628,48	2758,35	5929,62	4
Junho	182	630	636,03	3248,97	3199,02	7084,02	5
Julho	0	0	0	0	0	0	19
Setembro	0	0	0	0	0	0	21
Outubro	0	0	0	0	0	0	20
Novembro	0	0	0	0	0	0	20
Dezembro	0	0	0	0	0	0	19

Descrição dos Transformadores a produzir f mês							
Calcular os Tempos							
Mês	Nº Projecto	Potência [MVA]	Tensão [kV]	Tempo Teórico Isolantes	Tempo Teórico Bobinagem	Tempo Teórico Montagem P. Activas	Total
Janeiro	10246E	31,5	60	86,58	475,08	402,93	964,59
	10272A	40	220	178,71	825,84	1072,26	2076,81
	10199B	170	220	243,09	1035,63	1367,52	2646,24
	10218B	20	90	135	605	595	1335
	10237B	75	230	214	919	1148	2281
	10209A	40	110	115	531	534	1180
	10210A	40	110	115	531	534	1180
	10211A	40	110	115	531	534	1180
Fevereiro	10212A	40	110	115	531	534	1180
	10237C	75	225	214,23	961,36	1147,74	2223,33

Figura 24 - Secção 1 designada por “Transformadores” do Projecto Ma.P.A *Down-level*.

Em seguida, faz-se uma análise simplificada por centro de trabalho para verificar a capacidade da fábrica que corresponde à análise da **secção 2** designada por “**Análise dos Centros de Trabalho (simplificada)**”, que também está dividida em duas partes, como vem ilustrado na Figura 25.

2. Análise dos Centros de Trabalho (simplificada)

Ano:

Resumo Mensal da Análise dos Centros de Trabalho

Mês	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas	Data da Última Revisão	Observações
Janeiro	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Fevereiro	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Março	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Abril	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Maio	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Junho	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Julho	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Setembro	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Outubro	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Novembro	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		
Dezembro	Nada a Declarar	Nada a Declarar	Nada a Declarar		

Análise de cada centro de Trabalho mês

RWCC

Janeiro

Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inatividade	Horas/dia de absentismo
C0100	Isolantes	32	11,7	1,1	1.038,00
C0200	Bobinagem	45	14,6	0,2	1.200,28
C0400	Montagem P. Activas	46	11,1	3,2	1.159,73
Horas/dia Dias Úteis		8,11			
		22			

Fevereiro

Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inatividade	Horas/dia de absentismo
C0100	Isolantes	13	11,7	1,1	1.038,00
C0200	Bobinagem	45	14,6	0,2	1.200,28
C0400	Montagem P. Activas	46	11,1	3,2	1.159,73

Capacidade Disponível

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo Técnico (horas)	1319,79	5982,9	6721,05
Tempo disponível (horas)/dia	91,93	310,94	319,71
Duração Atividade (dias)	14,36	19,24	21,02
Capacidade Instalada	Ok	Ok	Ok

Figura 25 - Secção 2 designada por “Análise dos Centros de Trabalho (simplificada)” do Projecto Ma.P.A *Down-level* .

De seguida, caracterizam-se as duas divisões da secção.

- **“Análise de cada centro de trabalho/mês”** – o planeador insere os dados relativos aos recursos humanos em cada mês, no lado esquerdo da tabela, tais como:
 - Número de colaboradores (Nº RH);
 - % Absentismo e Inatividade por mês (%Abs, %Inatividade);
 - Número de horas de absentismo e inatividade por dia (Horas/dia de absentismo e inatividade);
 - Número de horas que um colaborador trabalha por dia (Horas/dia);
 - Número de dias úteis do mês (Dias Úteis).

Em seguida, verifica-se em cada centro de trabalho se a capacidade instalada (variável bimodal) é suficiente para produzir os transformadores que se encontram descritos na **seccção 1**. O cálculo utilizado foi:

Tempo disponível [horas/dia] = $N^{\circ}RH \times (\text{Horas/dia} - \text{Horas/dia de absentismo e inactividade})$

Duração das Actividades [dias] = $\text{Tempo teórico [horas]} / \text{Tempo disponível [horas/dia]}$

Se Duração das Actividades for inferior aos Dias úteis então, Capacidade instalada = “Ok” senão Capacidade instalada = “Analisar”.

- **“Resumo Mensal da Análise dos centros de trabalho”** – tabela que verifica se os centros de trabalho estão com capacidade instalada é suficiente para produzir os transformadores de cada mês. No caso de a capacidade instalada ser insuficiente aparece a frase “Necessário Analisar”, ao contrário aparece “Nada a Declarar”. O campo “Observações” e “Data da última revisão” servem, não só para registar a última vez que se reviu o resultado da análise, mas também para salvaguardar o método. O método é aproximado e pode acontecer que nesta análise se conclua que no mês de Janeiro, a título de exemplo, não há capacidade para produzir mais transformadores e, pelas análises posteriores, chegar-se a conclusões opostas. Como as últimas análises são mais fiáveis (devido ao maior detalhe), neste caso concreto, deve-se optar por produzir mais transformadores em Janeiro e colocar no campo “Observações” uma nota a lembrar o problema. Desta maneira, espera-se que o próximo utilizador a ler o resumo, perceba porque é que, segundo a análise 2 efectuada, se está a sobrecarregar a fábrica em Janeiro.

A análise seguinte, designada por **“Análise dos Centros de Trabalho (detalhada)”**, estuda os centros de trabalho com mais detalhe (recursos humanos, turnos, máquinas), desmembrando, inclusivamente, o centro de trabalho Montagem das Partes Activas nas suas actividades associadas (Formação de Fases e Ligações Internas). A duração de cada actividade (dias) é determinada pela fórmula seguinte:

$\text{Tempo teórico [horas} \times \text{homem]} / N^{\circ} \text{ turnos} / N^{\circ} \text{ Funcionários dedicados às 3 bobines por turno} / \text{Horas/turno}.$

Os tempos teóricos atribuídos a cada uma das actividades estará sob a responsabilidade da Engenharia do Processo e como tal o Ma.P.A. *Down-level* estará disponível em rede para o responsável de Planeamento e para a Engenharia do Processo. Esta fase da análise pode ser acompanhada pela observação da Figura 26. Posteriormente, o planeador é aconselhado a efectuar uma análise Dias-Máquina para a Bobinagem, ou seja, após conhecer o tempo que leva a bobinar cada transformador, deve simular o tempo de calendário da actividade tendo em conta o número de máquinas e recursos humanos disponíveis. Em seguida, terá que colocar manualmente, na coluna adjacente a “Duração das actividades (dias)”, a duração das actividades como número inteiro, para se poder automatizar o mapa de planeamento.

Uma vez mais, salvaguarda-se a experiência do utilizador pela construção de uma coluna denominada “Observações” onde o utilizador pode mencionar as razões que o levam a indicar a duração da actividade diferente da duração teórica.

3. Análise dos Centros de Trabalho (detalhada)

Bobinagem

Bobinagem									
Nº Máquinas			13		Número de funcionários/turno			15	
NºProjecto	Enrolamentos	Nº bobinas	Tempo Teórico para 3 bobinas (horas*homem)	Nº Funcionários dedicados às 3 bobines por turno	Nº turnos	Horas/turno	Dias Máquina	Nº Máquinas a alocar (máx. 3)	Duração da Actividade (dias)
10246E	AT	3	160	6	3	8,11	1,096040554	3	
	BT	3	40	3	3	8,11	0,548020277	3	
	Reg	3	30	3	3	8,11	0,411015208	3	
10272A	AT	3	30	3	3	8,11	0,411015208	3	
	BT	3	30	6	3	8,11	0,205507604	3	
	Ter	3	40	6	3	8,11	0,274010138	3	
	Reg	3	10	3	3	8,11	0,137005069	3	

a) Secção 3 para a Bobinagem

Formação de Fases

Nº bobinas por Trf		3		Número Funcionários por turno			
Nº Projecto	Tempo Teórico (horas*2homem)	Nº turnos	Nº Funcionários dedicados às 3 bobines por turno	Horas/turno	Duração da Actividade (dias)	Duração da Actividade (Planeamento)	
10246E	66	2	2	8,11	2,0	3,0	
10272A	78	2	2	8,11	2,4	2,0	

b) Secção 3 para a Formação de Fases

Ligações

Nº de Colaboradores/turno		6				
Nº Projecto	Tempo Teórico (horas*4homens)	Nº turnos	Nº Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno	Horas/turno	Duração da Actividade (dias)	Duração da Actividade (Planeamento)
10246E	244	2	6	8,11	2,5	3,0
10272A	244	2	6	8,11	2,5	4,0

c) Secção 3 para as Ligações Internas

Figura 26 - Secção 3 designada por “Análise dos Centros de Trabalho (detalhada)” do Projecto Ma.P.A *Down-level*.

A duração das actividades e o número do projecto associado na análise anterior são as variáveis de entrada para executar automaticamente o mapa de planeamento que se encontra na Figura 27, com a excepção da bobinagem que deve ser inserida manualmente. A ordem de elaboração do mapa é dada pelo botão “Executar”. Se não se identificar qualquer transformador nas *textbox*, o mapa de planeamento da produção é executado para todos os transformadores existentes na análise da Figura 26, pela ordem aí estabelecida; se, por outro lado, se identificar um intervalo de transformadores nas *textbox*, o mapa de planeamento é elaborado apenas para esses transformadores. Desta forma, se houver alterações da ordem dos projectos ou mesmo na duração das actividades, em vez de se pedir a execução total do mapa de planeamento, apenas se altera a parte interessada.

textbox

 EACEC Energia PTLO		1º SEMESTRE 08	
De: 10237C	Executar	0 1 0 2 0 3 0 4 0 5 1 J a n 0 7 J a n 1 4 J a n 2 1 J a n 2 8 J a T Q Q S S D S T Q Q S S D S T Q Q S S D S T Q Q S S D S T Q Q	
a: 10263A	VALIDAR		
10246E Cliente 33MVA 138kV T/RC	20071204 :20080115	B B F F F I I I S S M	
10272A Cliente 33MVA 138kV T/RC	20071204 :20080115	B B F F I I I I S S M	

Figura 27 - Projecto Ma.P.A Down-level em modo de execução: output final.

A execução automática do mapa de planeamento utiliza, uma vez mais, o VBA e certas regras práticas que foram adequadas à situação actual da fábrica, mas que podem ser alteradas a qualquer momento, tais como:

- Por dia só se processam dois transformadores na Formação de Fases (F), e nas Ligações Internas (I) e Montagens Finais (M) só podem estar três transformadores no total;
- A secagem (S) pode ser efectuada aos fins-de-semana porque há funcionários que têm a função de vigiar os transformadores que se encontram a secar; em simultaneo podem estar dois transformadores nesta actividade;
- Não pode haver mais do que 2 montagens finais (M) por dia.

Os tempos de bobinagem são inseridos manualmente e também contam com uma regra prática que é não bobinar mais do que quatro transformadores por dia, embora a tendência seja bobinar um a dois transformadores por dia para diminuir o tempo de passagem por transformador.

Conseguiu-se garantir o mesmo efeito visual do planeamento manual, respeitando a utilização das cores, graças à fácil manipulação das células por VBA. O programa que está por detrás do botão baseia-se no modelo de calendário apresentado na Figura 25; no dia em que se mudar de modelo, o programa terá que ser sujeito a alterações.

Adicionalmente, ainda existe o botão “Validar” que deve ser utilizado sempre que se fez alterações manuais. Este botão verifica se o tempo atribuído para cada actividade está de acordo com a análise da Figura 26. No caso de se verificar qualquer problema, o programa alerta nas listboxes incorporadas no final do mapa de planeamento, identificadas na Figura 28.

O utilizador pode, à medida que corrige o problema identificado nas *listboxes*, apagar os alertas ou a todos os alertas da caixa de texto.



Figura 28 – Exemplo do resultado da validação do mapa de planeamento executado manualmente.

3.6 Teste e Resultados Obtidos

Para validar a metodologia, analisou-se o mapa de planeamento de 2008 para verificar se a fábrica tinha capacidade instalada para fazer face ao número de encomendas previstas para 2008.

A verificação da capacidade da fábrica compreendeu duas fases:

- **Fase 1** – análise mensal isolada de cada centro de trabalho, que verifica se as encomendas previstas para esse mês poderiam ser produzidas, sem considerar a sequência de produção e comparando o tempo necessário proveniente do Bloco de Tempos e o tempo que efectivamente a fábrica dispõe; corresponde à Figura 25. Para cada centro de trabalho, utilizaram-se os dados dos recursos humanos de 2007.
- **Fase 2** – Análise detalhada de cada centro de trabalho a nível dos recursos disponíveis, quer humanos, quer equipamento, e do número de turnos, atendendo à sequência produtiva; corresponde à Figura 26.

A Figura 29 resume o resultado da Fase 1 para cada centro de trabalho. São comparados os dias necessários a produzir as encomendas por centro de trabalho, segundo os tempos atribuídos pelo novo Bloco de Tempos (com e sem impacto dos factores adicionais: absentismo, inactividade e PQD), e os dias úteis de cada mês. Pela observação do gráfico dos Isolantes, verifica-se que, em geral, a linha correspondente aos dias úteis está acima da linha que corresponde aos dias necessários com os factores adicionais, ou seja, o tempo disponível para produzir isolantes para as encomendas mensais de 2008 é suficiente. A situação inversa encontra-se nos restantes centros de trabalho: Bobinagem e Montagem das Partes Activas demonstrando que, claramente, são centros de trabalho que se encontram sobrecarregados.

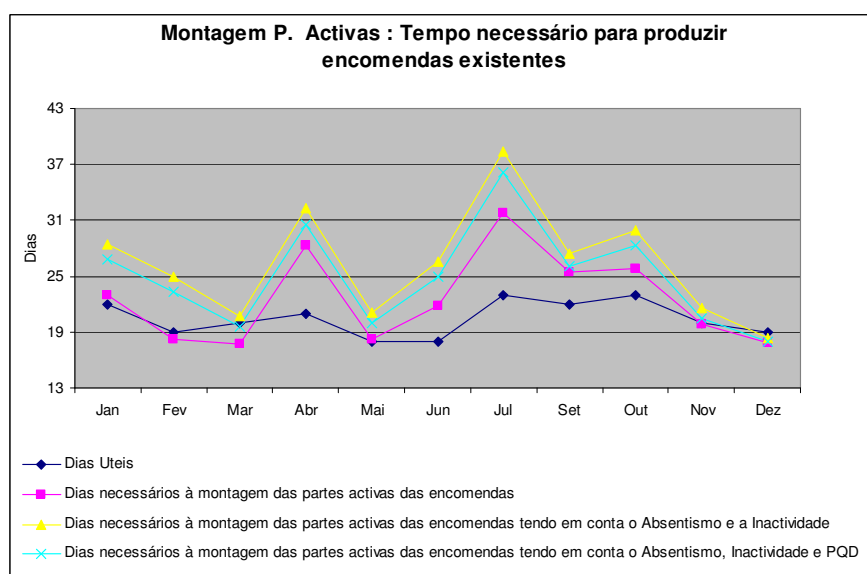
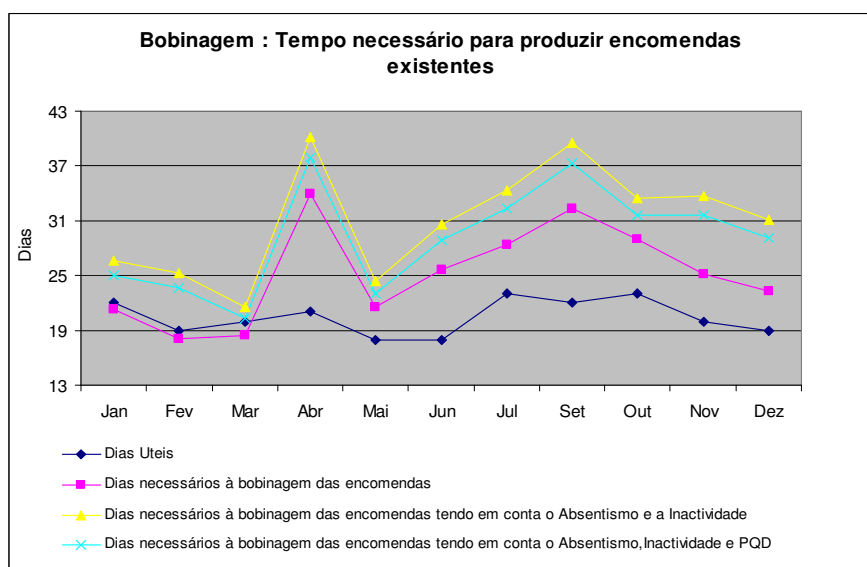
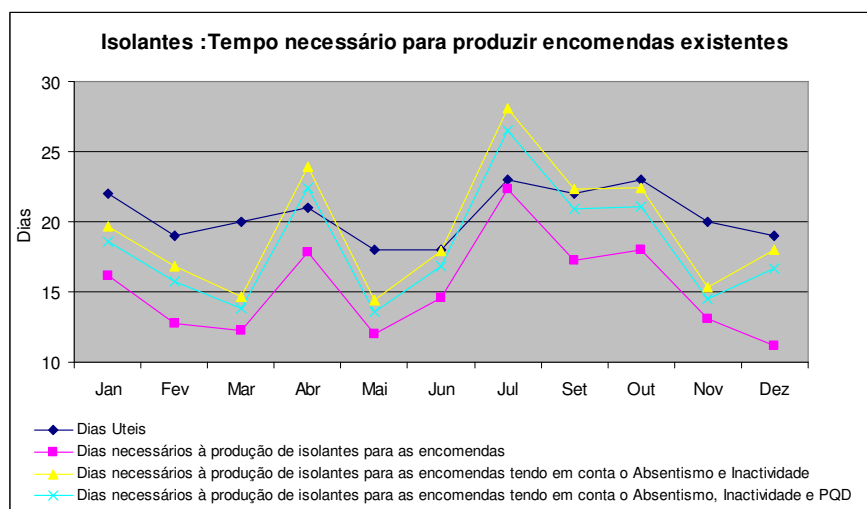


Figura 29 – Resultado da Fase 1 para cada centro de trabalho.

O número de horas extraordinárias necessárias para fazer face às encomendas e o número de colaboradores extra respectivos (valores positivos) encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Número de horas extraordinárias e número de colaboradores extraordinários necessários para fazer face às encomendas.

Centro de trabalho	Número de horas/ano	Número de horas extraordinárias/ano	
		Valor	(%)
Bobinagem	3495,4776	884,67	25%
Montagem das P. Activas	3756,78	493,655	13%

Mês	Colaboradores Extra		
	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Jan	-3,46	6,19	7,58
Fev	-3,22	7,59	5,83
Mar	-6,17	6,43	5,46
Abr	1,43	16,96	9,54
Mai	-4,39	5,09	1,96
Jun	-1,15	10,88	6,99
Jul	3,46	9,34	13,16
Set	-1,05	15,28	4,07
Out	-1,93	8,62	5,31
Nov	-5,52	11,61	0,45
Dez	-2,36	10,16	-0,99

Do ponto de vista da empresa, é admissível utilizar horas extraordinárias até 3% das horas normais dadas num ano. Como se pode observar pela Tabela 5, no caso de ser recorrer somente a horas extraordinárias para garantir a produção das encomendas do mapa de planeamento de 2008, era necessário utilizar 25% das horas normais de trabalho de um ano na Bobinagem e 13 % na Montagem das Partes Activas. Como esta situação é inadmissível, a única solução seria empregar mais funcionários de acordo com a necessidade demonstrada na Tabela 5.

Para suportar a conclusão de que a fábrica Core não tem capacidade para responder ao número de encomendas planeadas para 2008, iniciou-se o estudo da **Fase 2**, pela análise do centro de trabalho Bobinagem.

A duração da operação de Bobinagem de um transformador está directamente relacionada com o tipo de enrolamentos que o Projecto atribui no plano de fabrico, ou seja, se o enrolamento é contínuo afecta-se um colaborador por bobina/máquina, mas se o enrolamento é *hisercap* afectam-se dois colaboradores por bobina/máquina, diminuindo para metade o tempo necessário a bobinar o enrolamento, uma vez que a unidade dos tempos atribuídos pela Engenharia do Processo é Horas×Homem.

No entanto, quando se pretende fazer o mapa de planeamento inicial, o Projecto e Cálculo ainda não definiram o tipo de enrolamento de cada bobina. Para facultar a análise atempada

deste centro de trabalho, fez-se uma simplificação: admitem-se a necessidade permanente de dois colaboradores por bobina.

O método para determinar a duração da bobinagem já foi apresentado na Figura 26.

Actualmente há 3 turnos com 15 colaboradores por turno. Admitindo o cenário atrás referido, ou seja, ser necessário dois colaboradores por máquina, haverá sempre 8 máquinas³ a trabalhar, embora existam 13 máquinas disponíveis.

Cada fase do transformador (U,V e W) necessitam de um número igual de enrolamentos por fase, ou seja, cada bobina é produzida três vezes para inserir nas três fases. Se o Projecto decide que o transformador levará n enrolamentos por fase, a Produção vai fazer $n \times 3$ enrolamentos. No caso de se bobinar um transformador de cada vez, utilizar-se-iam tantas máquinas quanto o número de enrolamentos. Actualmente, bobinam-se entre dois a três transformadores em simultâneo e por isso, para simular de forma aproximada a fábrica, utilizaram-se menos máquinas.

Os dias necessários para bobinar cada transformador, obtêm-se pela seguinte fórmula:

Tempo Teórico para 3 Bobinas [Horas×Homem]/ N° Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno/ N° turnos/ 8,11 [Horas/turno]

A duração da bobinagem de cada projecto encontra-se no Anexo D que teve em conta o número de máquinas atribuídas a cada projecto; para simular a situação actual da fábrica, optou-se por atribuir um número de máquinas que garantisse a bobinagem de dois a quatro transformadores por dia. O número de Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno foi calculado mediante o número de máquinas alocadas aos projectos.

Para comprovar a sobrecarga da fábrica analisaram-se todas as encomendas de Janeiro a Junho de 2008. Mantendo o planeamento da produção original de 2008 da EFACE, a ordem de processamento dos transformadores do mapa de planeamento da produção de 2008 está ilustrado na Figura 30, que para simplificar apresenta a análise do tempo de calendário da duração da bobinagem para as encomendas com data de entrega para o mês de Maio e de Junho. Esta análise não considera nem os tempos de *setup* de cada máquina, nem a percentagem de absentismo e inactividade que, naturalmente, existem.

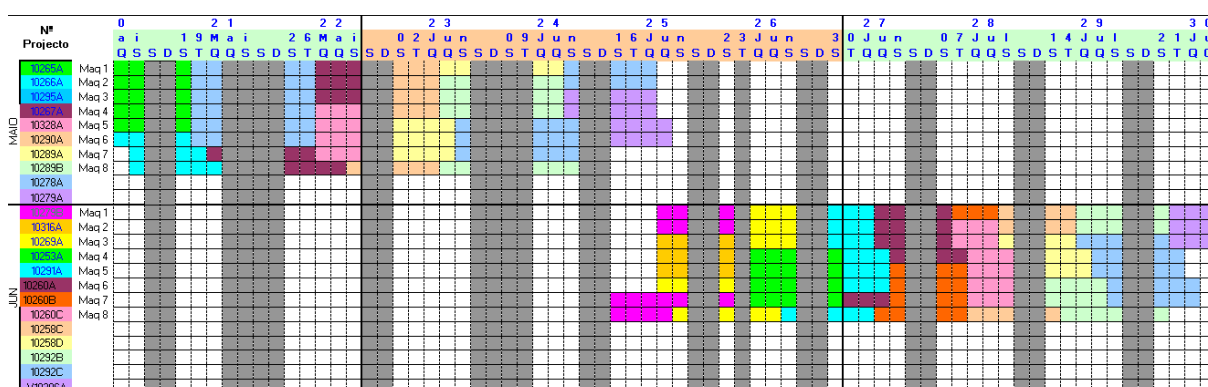


Figura 30 – Resultado da análise Dias-Máquina na Bobinagem

³ 7 máquinas × 2 colaboradores/turno + 1 máquina × 1 colaborador /turno = 15 colaboradores/turno

As divisões verticais a negro representam os meses e as divisões horizontais dizem respeito aos transformadores de cada mês. Existe uma diferença significativa do número de transformadores a serem bobinados por mês, originando a necessidade de iniciar a bobinagem com, pelo menos, um mês de antecedência para garantir a produção dos transformadores no mês estipulado no contrato. Assim, se o plano de bobinagem para produzir os transformadores de 2008 começar dia 1 de Janeiro de 2008, os transformadores a serem produzidos em Junho só começarão a bobinar a meio de Junho, terminando a meio de Julho.

Os restantes centros de trabalho não foram analisados uma vez que a análise da Bobinagem é suficiente para se poder concluir que a fábrica Core, com os recursos actuais não tem capacidade para produzir os transformadores planeados no mapa de planeamento de 2008.

Esta análise comprova a situação observada de momento. Devido à sobrecarga da fábrica, já se transferiram transformadores para o ano seguinte, alteraram-se posições na ordem dos transformadores, complicando a Logística, e desde o início do ano que se recorre diariamente a horas extraordinárias com o objectivo de evitar grandes atrasos segundo o *planning*.

A nova metodologia *Down-level* foi validada, mas só depois de utilizar o Ma.P.A para o ano 2009 é que poderemos tirar conclusões mais precisas, uma vez que poderemos testar ambos os níveis do projecto Ma.P.A.

3.7 Conclusões

O maior ganho que a empresa teve com este projecto foi verificar que é possível ter um planeamento organizado, fácil de elaborar e com a possibilidade de testar diferentes cenários. Por outro lado, o planeador fica munido de análises aproximadas da realidade, que fundamentam o mapa de planeamento e como tal, o planeamento futuro da produção não será apenas o resultado da experiência do planeador, mas também será o resultado da análise fundamentada dos recursos (máquinas e colaboradores) da fábrica Core.

A Tabela 6 reúne os principais objectivos propostos e a contribuição do trabalho para a melhoria da variável tempo, seguida da auto-avaliação do grau de cumprimento desses mesmos objectivos, tendo em vista trabalhos futuros.

Tabela 6 – Reflexão sobre o grau de cumprimento dos objectivos propostos e a contribuição do trabalho para a melhoria da variável tempo.

Objectivos Propostos	A melhorar	Cumprido
1. Validação dos tempos teóricos atribuídos por tarefa para não haver desvio significativo com os tempos reais	x	
2. Possibilidade de estudar o cenário mais favorável que minimize/elimine o número de paragens		x
3. Aplicação informática simplificada que verifica a capacidade disponível por mês com a aceitação da encomenda		x

Contribuição com a melhoria da variável tempo	A melhorar	Cumprido
A. Possibilidade de diminuir o tempo de passagem		x
B. Possibilidade de diminuir os dias em atraso face ao planeamento	x	
C. Possibilidade de diminuir o tempo médio de negociação entre Comercial - Planeador - Produção para aceitar uma encomenda.		x

O primeiro objectivo proposto foi cumprido. Verificou-se um desvio entre os tempos teóricos atribuídos à produção do transformador e os tempos efectivos. No entanto, o grau de fiabilidade não é 100% , porque os tempos realizados existentes no BaaN, por vezes, não são precisos, têm erros associados, como por exemplo, tempos de um transformador que foram imputados noutro transformador. Tentou-se ignorar este facto, contudo deve-se voltar a analisar o primeiro objectivo. Deve-se voltar a apostar numa equipa de Tempos e Métodos que, durante dois anos, consiga construir um Bloco de Tempos ainda mais fiável, preciso e adequado e que espelhe a situação actual da fábrica (maior área fabril).

Quanto ao segundo objectivo, o Ma.P.A *Down-level* cumpre com os requisitos porque possibilita executar o mapa de planeamento automaticamente e com isso, alterar a ordem dos transformadores e prever o resultado com maior rapidez. Esta funcionalidade possibilita estudar o cenário mais favorável que minimize o número de paragens, ou seja, que garanta que os tempos de chegada e de processamento se correlacionem positivamente. A médio prazo, deve-se integrar esta ferramenta no BaaN e, através de consulta de sessões, conseguir obter o mesmo tipo de resultados que o Ma.P.A *Down-level* proporciona.

A aplicação informática associada ao projecto Ma.P.A *Up-level* é uma ferramenta auxiliar e que pode ser melhorada. No limite deve ser possível introduzir um prazo de entrega de um transformador e o programa, baseado num mapa de planeamento, verificar se tal é possível e em caso negativo, propor alternativas. No entanto, o nível deste projecto é de grande importância para o sector Comercial e Administração. Estes começam a planear as encomendas ou potenciais ofertas para o ano seguinte antes do mês de Outubro, que é o período em que, oficialmente, o responsável pelo Planeamento começa a elaborar o mapa de planeamento desse ano. Como a Produção e o Planeamento não têm constante disponibilidade em ajudar a planear as encomendas antes do período referido, esta aplicação é muito boa para simular cenários das encomendas, de uma forma simples.

Relativamente à variável Tempo, o balanço é positivo e considera-se que o projecto desenvolvido vai diminuir o peso desta variável no atraso de entrega dos transformadores. Os dias em atraso face ao planeamento têm potencial para diminuir ainda mais, se for efectuada uma análise à cadeia de abastecimento e logística da empresa.

4 Lean Manufacturing: o caminho para o aumento da produção

Qualquer fábrica é constituída por uma série de centros de trabalho nos quais os materiais fluem até obter o produto final. Uma fábrica ideal é sincronizada e eficiente de forma a que todo o fluxo de saída de cada centro de trabalho corresponde ao fluxo de entrada necessário para o centro de trabalho posterior, sem defeitos, sem necessidade de WIP, atrasos ou rupturas de stock.

Um dos métodos muito em voga para chegar à eficiência e sincronização é o *Lean Manufacturing* cujo princípio é, segundo Ohno (1988) “*to shorten the time it takes to convert customer orders into deliveries*”. Um dos objectivos do Lean é diminuir a variabilidade do processo através da taxa de cadência, do tempo de processamento e da qualidade. Por outro lado, a procura incessante em reduzir o desperdício e as suas fontes é também um conceito popular desta filosofia pela célebre *river analogy*, que se encontra ilustrado na Figura 31, que ficou popular pelo sistema de produção da Toyota.

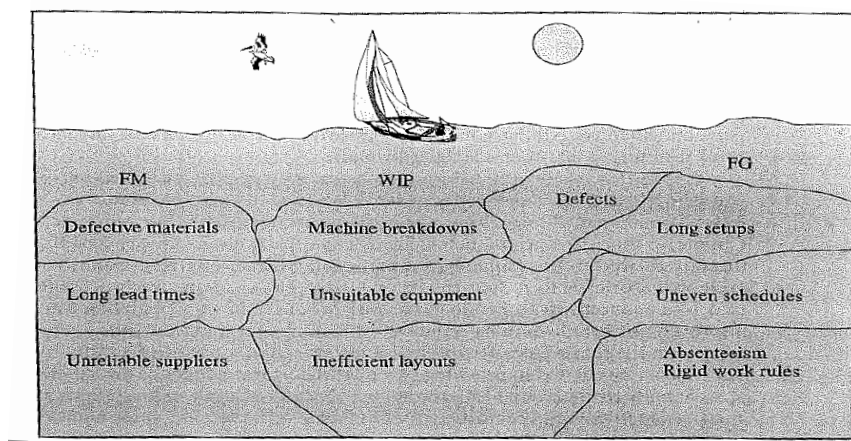


Figura 31 – River analogy [Anupindi et al, 2006]

Imagine-se então, que o nível da água representa o nível de stock, e o rio representa todos os processos necessários à execução do produto acabado (produção, logística, fornecedores). Enquanto o stock é elevado e a taxa de utilização das máquinas é baixa, o processo não irá sofrer rupturas, nem atrasos. No entanto, o nível elevado de stock geralmente está associado a riscos elevados (obsolescência, furtos) e ineficiências resultantes, a título de exemplo, de:

- Baixo desempenho financeiro uma vez que se pagam os bens antes de haver retorno;
- Pouca flexibilidade em se adaptar à mudança nos produtos e nos processos.

Desta forma, deve-se reduzir o stock progressivamente até aparecerem os primeiros problemas, personificados pelas rochas, que devem ser eliminados.

Ser capaz de visualizar as imperfeições do processo a longo prazo tais como defeitos de fábrica, longos tempos de setup, longos tempos de passagem e filas de espera, é essencial para permanecer no caminho da eficiência e eficácia.

Sabendo que a EFACEC enfrenta 5 anos de crescimento da procura, é necessário garantir a produção de, pelo menos, 148 transformadores (número de encomendas verificadas para 2008), caminhando sobre os fundamentos do Lean Manufacturing. Neste capítulo analisa-se esta possibilidade através da sincronização dos tempos de chegada e de processamento das encomendas de 2008.

4.1 Objectivos

Os principais objectivos são diminuir o tempo de passagem e reduzir as filas de espera, bem como diminuir o Lead time e eliminar as operações que não geram valor acrescentado ao produto, verificando se é viável produzir no mínimo o número de encomendas estipuladas para 2008, nos prazos de entrega contratuais, seguindo a filosofia Lean.

4.2 Solução Proposta e Implementação

Pelo método de tentativa-erro, foi testada a combinação de recursos humanos e a sequência de processamento dos transformadores ideais que sincronizassem o tempo de chegada dos transformadores com o tempo de processamento, que garante a produção da carga planeada para 2008 nos meses previstos.

Sendo assim, produziu-se um documento em MS Excel para cada centro de trabalho (Bobinagem, Formação de Fases e Ligações Internas) semelhante ao Ma.P.A *Down-level*, que, dado o número de funcionários dedicados ao transformador por turno e o número de turnos gera automaticamente o tempo que demora a processar cada transformador nos centros de trabalho (dias) sendo que,

Duração das tarefas [dias] = Tempo teórico atribuído para a tarefa [horas] / (Nº funcionários dedicados ao transformador por turno × Nº turnos × 8,11⁴[horas/dia]).

A análise do centro de trabalho Bobinagem tem a particularidade de, juntamente com os dados indicados previamente, ser necessário introduzir o número de bobinas e máquinas afectas ao projecto. Neste caso, para ir ao encontro da filosofia Lean, afectou-se o número máximo possível de máquinas por projecto e assumiu-se a utilização de dois colaboradores por máquina. Todos os cálculos podem ser consultados no Anexo E.

⁴ Número de horas que cada colaborador trabalha num dia. As pontes que existem durante o ano (cerca de 5) são compensadas, por todos os trabalhadores, com mais 11 minutos diários para além das 8 horas normais.

4.3 Resultados obtidos

O resultado final do método tentativa-erro para o 1º trimestre está apresentado na Figura 32 e o restante pode ser consultado no Anexo F. Como se pode ver pela figura, é possível diminuir os tempos de espera e produzir as encomendas no mês previsto. Recordando, o “B” do mapa de planeamento inclui a Calibragem e a Secagem HOT. A razão pela qual existem “B” minúsculos no mapa de planeamento da Figura 32, é o tempo da bobinagem, atribuído pelo Bloco de Tempos, não contemplar as duas tarefas anteriormente referidas. Os “b” têm a duração de dois dias (duração média aproximada). Outra curiosidade é verificar que a alteração da ordem dos transformadores a serem processados possibilitou diminuir o tempo de passagem de cada transformador, devido à maior sincronização entre os tempos de chegada e os de processamento, e ao balanceamento dos centros de trabalho.

Nº Projecto		0 1							0 2							0 3							0 4							0 5							0 6												
		1 D e z							0 7 J a n							1 4 J a n							2 1 J a n							2 8 J a n							0 4 F e v												
		T	Q	Q	S	S	D		S	T	Q	Q	S	S	D		S	T	Q	Q	S	S	D		S	T	Q	Q	S	S	D		S	T	Q	Q	S	S	D		S	T	Q	Q	S	S	D		
Janeiro	10246E	B	b	b																																													
	10272A	B	B	b																																													
	10199b																																																
	10218b																																																
	10237b																																																
	10209A																																																
	10210A																																																
	10211A																																																
	10212A																																																
	10219C																																																
10237b																																																	
10257J																																																	
10263A																																																	
10220B																																																	

Nº Projecto		0 5							0 6							0 7							0 8							0 9																				
		n 2 8 J a n							n 0 4 F e v							1 1 F e v							1 8 F e v							2 5 F e v																				
		S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S			
Fevereiro	10237C	B																																																
	10254A																																																	
	10254b																																																	
	10257K																																																	
	10257L																																																	
	10258b																																																	
	10259A																																																	
	10261A																																																	
	10277A																																																	
	V10256A																																																	
10220C																																																		

Figura 32 – Resultado da aplicação da metodologia Lean na fábrica Core

4.3.1 Value Stream Mapping

Para compreender as melhorias da secção anterior, elaborou-se o *Value Stream Mapping* (VMS) actual da fábrica. O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta muito utilizada na gestão da produção que consiste no mapeamento dos processos que ajuda a compreender o fluxo de informação e de bens, a sequência das actividades do processo produtivo, e as esperas e duração do ciclo.

A simbologia utilizada no VSM está apresentada na Figura 33.

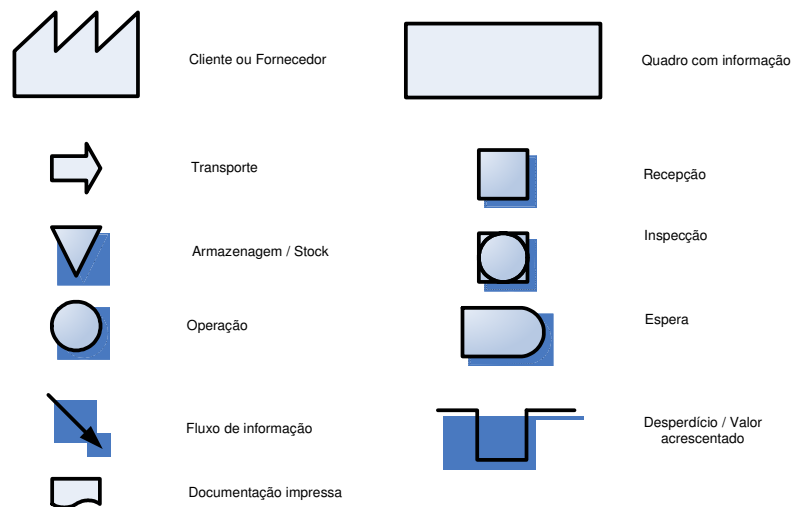


Figura 33 – Simbologia utilizada no VSM

A Figura 34 representa mapa de valor da produção dos transformadores com o respectivo fluxo dos bens e de informação, e actividades que dão valor ao produto. Claro que este tipo de actividades corresponde às operações, e as actividades que geram desperdício, ou seja, não acrescentam valor ao produto final, correspondem aos atrasos e à armazenagem.

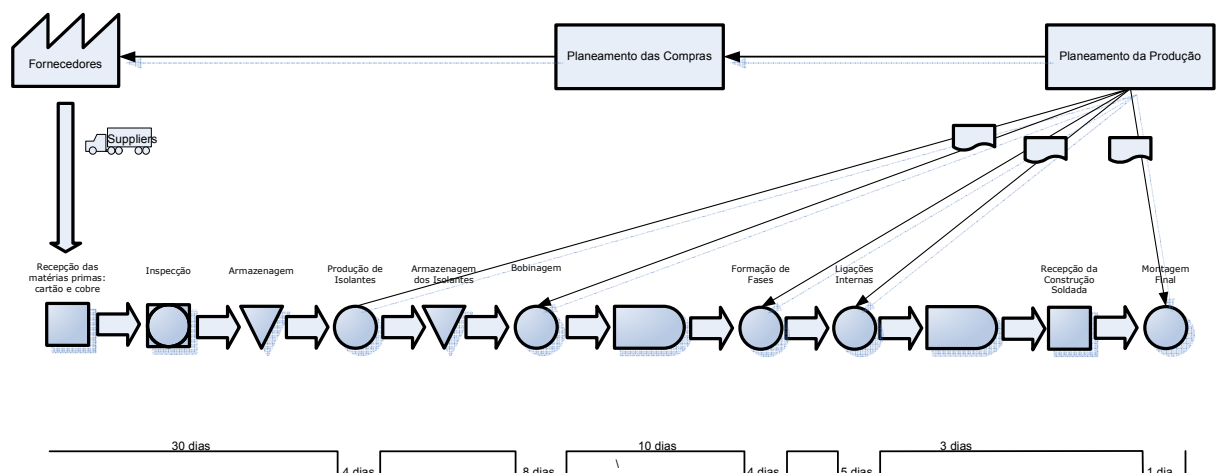


Figura 34 – VSM actual da fábrica Core

Quanto ao fluxo de informação, após o planeador atribuir a sequência de processamento dos transformadores que se encontra no mapa de planeamento da produção, ao qual todos os centros de trabalho têm acesso, os planos de fabrico são distribuídos pelas actividades de produção respectivas. O **Lead Time**, desde que se recebem as matérias-primas até à Montagem Final, é de cerca de **42 dias** e é muito elevado e o tempo total das *value-added activities* é de **22 dias**.

O VSM que traduz a nova situação da fábrica Core após seguir a filosofia Lean, apresenta-se na Figura 35.

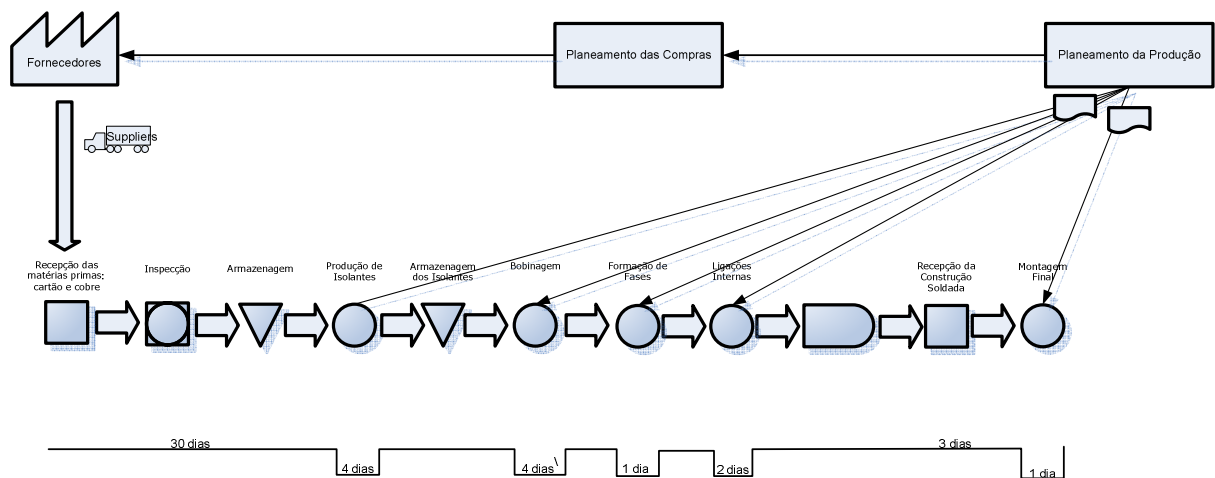


Figura 35 – VSM da fábrica Core após aplicação da filosofia Lean.

Como se pode ver pela observação da Figura 35, o **Lead time diminui em 20 dias**, devido à redução do tempo de processamento das operações e da redução da espera na Formação de Fases, dos transformadores em curso de fabrico.

4.4 Conclusão

O principal objectivo deste capítulo é evidenciar as vantagens de seguir a filosofia Lean na fábrica de transformadores Core e, simultaneamente, garantir resposta face ao aumento exponencial da procura de transformadores de potência. Salvaguarda-se, no entanto, a necessidade de actuar directamente na fábrica e nos postos de trabalho, eliminando o desperdício e implementando controlos visuais, para caminhar na direcção da máxima “*to do more with less*”, isto é, produzir mais com menos recursos.

A Tabela 7 apresenta a diferença dos recursos humanos actuais e os necessários para garantir uma produção Lean, com menos stock de produtos em curso de fabrico, menor tempo de passagem para produzir um transformador, como consequência de um bom balanceamento entre as taxas de cadência de cada centro de trabalho.

Tabela 7 – Diferença entre os recursos actuais e os recursos necessários para tornar a produção da fábrica Core *Lean*.

Centro de Trabalho	Actual				Proposta Lean			
	Nº colaboradores por turno	Nº turnos	Nº colaboradores total por dia	Nº de transformadores a serem trabalhados por dia depende	Nº colaboradores por turno	Nº turnos	Nº colaboradores total por dia	Nº de transformadores a serem trabalhados por dia depende
Bobinagem	15	3	45		20	3	60	
Montagem das Partes Activas	23	2	46	2 a 3	30	3	90	5

As grandes vantagens desta metodologia são:

- reduzir/eliminar os tempos de espera;
- reduzir o tempo médio de passagem dos transformadores em 20 dias;
- aumentar a capacidade instalada mantendo a mesma área fabril.

Com esta metodologia, para além de garantir a produção de 148 transformadores do mapa de planeamento de 2008, garante-se a possibilidade de produzir mais transformadores em Dezembro, se houver disponibilidade da empresa, quer a nível de recursos humanos, quer a nível de matérias-primas necessárias à produção dos transformadores. A margem de venda destes transformadores entra directamente nos resultados da empresa.

Mais uma vez, salienta-se a importância dos sistemas de informação para permitir o sucesso do sistema *pull* na indústria dos transformadores na EFACEC. Será necessário criar sessões de consulta no BaaN que tenham as características seguintes:

- simplicidade;
- monitorização actualizada do desempenho da fábrica Core em tempo real, traduzido pelo grau de acabamento dos transformadores que deve estar, no limite, muito pormenorizado. Todas as ordens de fabrico devem constar nas sessões do BaaN, e à medida que são terminadas deve ser possível localizar a respectiva data e hora. Associado ao término das ordens de fabrico existe o grau de acabamento do transformador, referido atrás, que possibilita conhecer o estado de fabrico do transformador relativamente ao planeamento de produção desenvolvido.

5 Melhoria Contínua através da Monitorização e Controlo dos processos mais críticos

5.1 Introdução e Objectivos

Os processos em geral não são permanentemente estáveis; os desvios de desempenho do sistema (fábrica, processo, projecto, produto) ocorrem com frequência devido aos factores de entrada que possuem variabilidades diferentes, como se apresenta na Figura 36. Veja-se por exemplo o caso dos tempos de processamento. Se estes tempos estão medidos, porque é que há variações entre os tempos atribuídos e os realizados? A resposta está na variabilidade dos factores externos (input factors) que têm impacto no tempo de processamento (que neste exemplo é o nosso sistema) tais como o rendimento do colaborador, a falta de material, erro na documentação do projecto.

O mapa de planeamento também está sujeita a este tipo de variabilidade provocada por factores externos. O objectivo desta secção é apresentar as ferramentas criadas para recolha de dados e análise das causas que podem originar desvios nos tempos atribuídos no mapa de planeamento da produção, e eliminar as causas. Este estudo inside nos departamentos mais críticos para o sucesso do Planeamento: Produção e Construção Soldada.

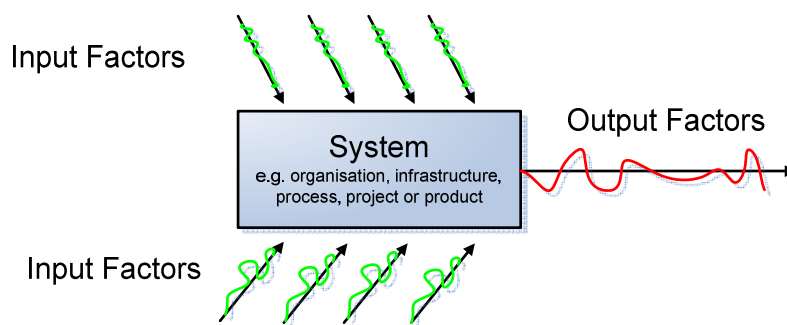


Figura 36 – Efeito da variabilidade do *input* no *output* final de um sistema.

5.2 Situação Actual

Apesar dos variados esforços em validar os tempos atribuídos a cada transformador no mapa de planeamento, esta não é condição suficiente para que o desvio entre os prazos previstos no

planeamento da produção e os prazos efectivos diminua. Outros departamentos contribuem para o bom desempenho do planeamento. Introduce-se aqui o conceito de qualidade interna. A qualidade interna mede-se sobre a qualidade das operações internas de uma empresa. Para aumentar a qualidade, o fornecedor interno (colaborador) deve “fazer bem pela primeira vez” reduzindo a necessidade de *rework*.

*“The purpose of quality is therefore to provide the client with a suitable offer with controlled processes while ensuring that this improvement does not translate into additional costs. It is possible to improve a large number of problems at a low cost. However, the closer you get to perfection, the higher the costs reach.”*⁵

A qualidade interna deve ser monitorizada e controlada, e os seus desvios registados e analisados. Os departamentos principais responsáveis pelo aumento do desvio entre a duração teórica das actividades e a sua duração efectiva, são: a Produção e a Construção Soldada e como tal, investiu-se tempo em produzir fichas interactivas que registam os desvios e que facilitam futuras análises.

No âmbito da Produção importa registar, por exemplo, o dia e a razão de não se ter iniciado a bobinagem do transformador no dia previsto no mapa do planeamento. Por sua vez, ao nível da Construção Soldada será interessante registar a percentagem de entregas a tempo de cada fornecedor, analisar a fiabilidade e verificar a causa dos atrasos: interna e/ou externa, para facilitar futuras mitigações. O impacto dos atrasos na Construção Soldada é sentido na Produção uma vez que todo o material é necessário para efectuar a Montagem Final do transformador.

5.3 Método

O *DMAIC* é uma ferramenta muito utilizada no âmbito do Six-Sigma, para a melhoria dos processos e contém 5 fases que, sucintamente, são caracterizadas por:

1. *Define* - Definição dos processos que serão analisados:
 - Identificação das variáveis a melhorar;
 - Mapeamento dos processos envolvido.
2. *Measure* – Medição do desempenho dos processos:
 - Desenvolvimento de metodologias ou ferramentas que recolham os dados dos processos;
 - Recolha de dados do sistema em estudo para determinar os tipos de defeito e desvios ocorridos nos processos envolvidos.

⁵ www.en.kioskea.net/qualite, acedido em 2 Abril.

3. *Analyse* – Analise dos dados recolhidos para determinar as causas dos defeitos e identificar oportunidades de melhoria:
 - Identificação de desvios entre o desempenho actual dos processos e o previsto;
 - Priorizar as oportunidades de melhoria;
 - Identificação das causas de variação.
4. *Improve* – Melhorar os processos através de desenvolvimento de soluções criativas que reduzam ou evitem os problemas:
 - Realização de análises custo-benefício;
 - Desenvolvimento de novas soluções utilizando a tecnologia;
 - Criação de um plano de implementação ;
5. *Control* – Controlo das melhorias para manter o processo eficaz e sem defeitos:
 - Modificação da cultura organizacional pela formação dos trabalhadores e incentivos;
 - Desenvolvimento de um plano de monitorização e posterior implementação.

Aplicou-se esta metodologia até à fase 3, criando ferramentas informáticas de uso simples para obter resultados imediatos. As fases seguintes, serão possíveis de executar depois de recolhidos dados suficientes.

É de salientar que outros concorrentes já começaram a utilizar esta ferramenta e que foi um sucesso. A qualidade de muitas tarefas da produção, nomeadamente a Calibragem que consome muito tempo à produção, foram melhoradas pela descoberta de interdependência de factores controláveis que, significativamente, levavam a trabalhos redobrados desnecessários. A título de exemplo, no caso da calibragem de um dos concorrentes, verificou-se que a necessidade de calibrar estava directamente relacionada com a matéria-prima cobre, que era recepcionada sem verificar a sua qualidade. As bobinas de cobre apareciam com diferentes grossuras, originando a necessidade de calibrar as bobinas nas várias etapas da produção. Actualmente, a concorrente ABB, não necessita de calibrar ou pelo menos é um acontecimento raro, uma vez que detectou a causa controlável da necessidade de calibrar e resolveu o problema a jusante, junto dos seus fornecedores, que passaram a entregar as bobinas de cobre com a mesma grossura. Assim, a introdução desta poderosa ferramenta na fábrica será o primeiro passo para caminhar para a melhoria contínua e eliminação de desperdícios. Hoje a calibragem é uma actividade que gera valor acrescentado, amanhã espera-se que, à semelhança da ABB, seja uma actividade que não gera valor acrescentado e que, por isso, não seja necessária.

5.4 Solução Proposta e Implementação

A variável que se pretende melhorar é o desempenho da Produção e Construção Soldada face ao mapa de planeamento da produção.

5.4.1 Produção

Define

- Variável a melhora: desempenho da produção face ao mapa de planeamento;
- Mapeamento dos processos: encontra-se apresentado na Figura 34.

Measure e Analyse

Foi elaborada uma lista de possíveis justificações do não cumprimento dos objectivos, apresentada na

Tabela 8, codificados por uma letra, identificando o âmbito da causa, e um número. A ficha a preencher pelo chefe de equipa de cada centro de trabalho é apresentada na Figura 37.

Tabela 8 – Lista da codificação das causas dos desvios entre o mapa de planeamento e a produção.

Justificação do não cumprimento do Objectivo
A. Ambito do Colaborador: 1. Ausência total do Colaborador 2. Ausência parcial do Colaborador 3. Baixo Rendimento Colaborador B. Ambito da Logistica: 1. Falta de Material C. Ambito da Produção: 1. Avaria da máquina/ferramenta 2. Sobreposição de trabalho 3. Manutenção Preventiva 4. Mudança de Operação 5. Falta de material das equipas precendentes D. Ambito do Planeamento 1. Alteração na posição do transformador sem aviso prévio (minimo 1 semana) E. Ambito do Projecto: 1. Falta ou erros na documentação

Posto de Trabalho

Bobinagem ☐
Formação de Fases ☐
Ligações Internas ☐
Montagem Final ☐

Ano:



Data	Nº Projecto	Objectivo	Cód.	Accão Correctiva	Data de Recuperação
MM-DD	10XXXXA	Atraso: não é possível ser Antepenultimo dia de bobinagem	A1	SIM	MM-DD
			B1	NAO	

Figura 37 – Ficha de registo de desvios da Produção segundo o planeamento corrente.

Propõe-se que, de dois em dois dias, um colaborador recolha as fichas e transfira os registos para um programa em MS Excel muito simples, apresentado na Figura 38. Este programa alerta se não se inserir a data ou se o ano for diferente do ano corrente. Quando se clica no botão “Registar”, o registo é transferido para um folha de cálculo do posto de trabalho correspondente, sob a forma apresentada na Figura 39. Ao clicar no botão “Histograma”, o programa em Visual Basic constrói um histograma com a frequência das causas dos desvios, permitindo ao director de produção tomar medidas correctivas eliminando todas as causas do desvio.

Nº Projecto

Ano 2007

Dados

Data:

Posto de trabalho: Ligações Internas ▼

Codigo: A5 ▼

Acção Correctiva: Não ▼

Limpar data

Registar

Figura 38– Programa em Excel para registo dos dados.

Registo dos Objectivos Não Cumpridos Segundo o Planeamento Corrente

Ano	Nº Projecto	Data	Código	Ação Correctiva
2009		14-Fev	A1	Não
2009		14-Fev	A2	Não
2009		14-Fev	A2	Não
2009		14-Fev	B2	Não
2009			A2	
2008		12-Dez	D1	Sim
2008		15-Jun	D3	Não
2008		15-Jun	D3	Não
2008		18-Nov	A3	Sim
2008		18-Nov	A3	Sim

Resumo do Registo

Ano:

Código	Frequência dos códigos
A1	1
A2	3
A3	
A4	
A5	
B1	
B2	1
B3	
B4	
B5	
C1	
C2	
C3	
C4	
C5	
D1	
D2	
D3	
D4	
D5	

Calcular

Histograma:

Figura 39–Resumo dos registos (à esquerda) e análise dos dados (à direita).

5.4.2 Construção Soldada

Define

- Variável a analisar: desempenho da construção soldada face o mapa de planeamento;
- Mapeamento do Processo : o mapeamento da Construção Soldada apresenta-se na Figura 40. De acordo com o planeamento da produção, são enviados os desenhos do equipamento exterior e cuba dos transformadores para os fornecedores, 6 semanas antes da semana que a EFACEC pretende recepcionar o material. Após recepção e inspecção dos materiais, tipicamente há um periodo de espera variável até dar início a operações de finalização como a decapagem e pintura. O *Lead time* desde que os desenhos são enviados para o fornecedor até que o material, já recepcionado na EFACEC, é sujeito aos acabamentos finais é 59 dias, ao contrário do prazo das 6 semanas atrás referido.

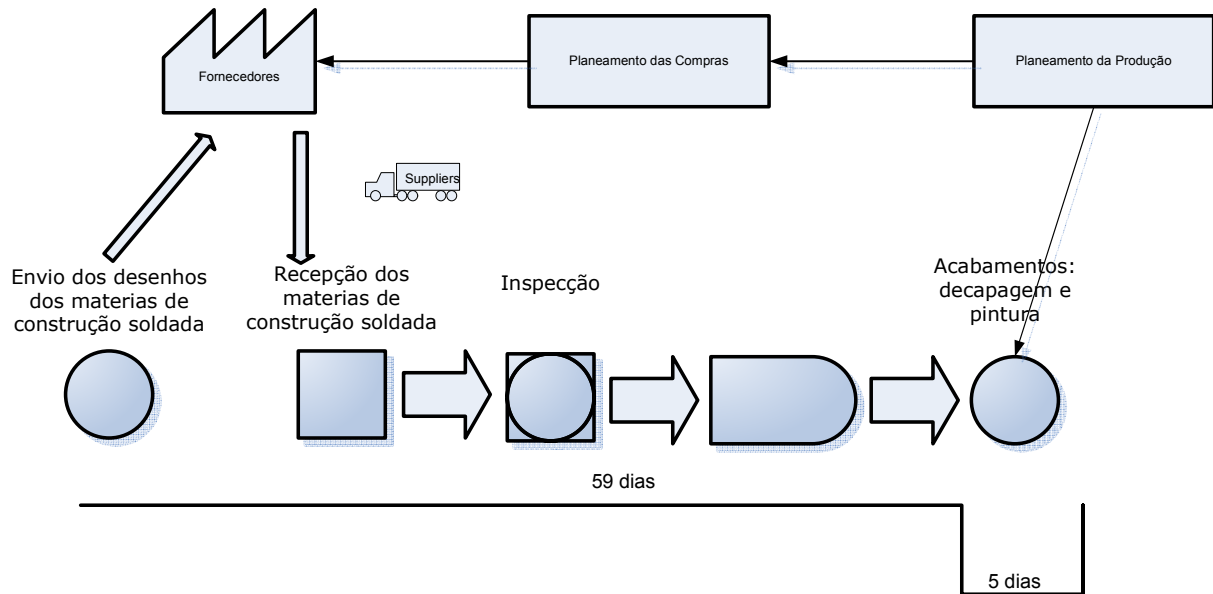


Figura 40 – VSM da Construção Soldada

A esta actividade estão associados muitos atrasos relativos à entrega na EFACEC do equipamento exterior sub-contratado, no entanto desconhecem-se as causas. Actualmente, existe um funcionário dedicado à tarefa de monitorizar o desenrolar das actividades nos fornecedores. No entanto, este registo é feito de forma desorganizada, manualmente, não havendo possibilidade de o consultar em qualquer momento.

Measure e Analyze

Assim, desenvolveu-se uma ficha informatizada de registo e monitorização do material subcontratado de Construção Soldada, que está apresentada na Figura 41 a), para melhorar a qualidade do registo e informação. Esta contém a informação do nome do fornecedor, o número do projecto e a respectiva ordem sequencial da produção. Registam-se os seguintes campos:

- Data de atribuição do projecto;
- Data de entrega dos desenhos no fornecedor para os diversos materiais (semanas);
- Data prevista de entrega do material na EFACEC (semanas);
- Monitorização do estado de acabamento do material de construção soldada no fornecedor: 0%, Preparação, Corte, Montagem e Soldadura.

Automaticamente, a folha de cálculo determina os parâmetros do quadro que se encontra à direita da ficha de registo:

- Data prevista de entrega do material na EFACEC (semanas);
- Data real de entrega do material na EFACEC (semanas);

- Diferença entre as datas de entrega do material (semanas);
- Lead time; número de semanas desde a entrega dos desenhos até à entrega do material na EFACEC.

Quando a ficha está totalmente preenchida, substitui-se por uma nova, pedindo para adicionar o modelo seleccionado (“Modelo 1 cuba” ou “Modelo 2 cubas”). Automaticamente, a informação obtida no quadro é transferida para uma folha em Excel que se encontra na Figura 41b).

Name do Fornecedor
CORE
Ano

Nº Projecto Nº Ordem

1- Data Atribuição da Projecto:

2- Data de Entrega dos Desenhos na Fornecedor:

Travessar	
Cuba	
Tampa + Galar	
Bateria e Colectorar	
Eq. Exterior	

3- Data Pedido de entrega do Material na Efacec (uk):

Travessar	
Cuba	
Tampa + Galar	
Bateria e Colectorar	
Eq. Exterior	

Modelo 1 Cuba

Previsto	Realizado	Δ	Lead-time
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

4- Monitorização da Evolução do Material na Fornecedor:

EX	Preparação	Corte	Montagem	Soldadura
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX

Seleccionar Modelo

Modelo 1 Cuba

Nº Projecto Nº Ordem

1- Data Atribuição da Projecto:

2- Data de Entrega dos Desenhos na Fornecedor:

Travessar	
Cuba inf.	
Cuba sup.	
Tampa + Galar	
Bateria e Colectorar	
Eq. Exterior	

3- Data Pedido de entrega do Material na Efacec (uk):

Travessar	
Cuba inf.	
Cuba sup.	
Tampa + Galar	
Bateria e Colectorar	
Eq. Exterior	

Modelo 2 Cubas

Previsto	Realizado	Δ	Lead-time
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

4- Monitorização da Evolução do Material na Fornecedor:

EX	Preparação	Corte	Montagem	Soldadura
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX
XXXXXX	semana	XXXXXX	semana	XXXXXX

Seleccionar Modelo

Modelo 2 Cubas

Relatórios

Ano	Nº Projecto	Data Atribuição do Projecto	Previsto	Realizado	Δ	Lead-time
		Travessas				
		Cuba inf				
		Cuba sup				
		Tampa+Golas				
		Bateria e Colectores				
		Eq.Exterior				
		Travessas				

Figura 41 – Ficha de registo e monitorização do material subcontratado de Construção Soldada (em cima) e folha com o resumo do registo (em baixo).

5.5 Resultados Obtidos e Conclusões

Com esta ferramenta é possível analisar as causas dos desvios entre a semana prevista da entrega do material na EFACEC e a semana efectiva. Se a maior parte dos desvios forem causados pelo fornecedor, deve-se fazer uma análise custo-benefício e verificar as medidas correctivas a tomar e no limite, mudar de fornecedor. Se, pelo contrário, se verificar que a entrega dos desenhos é tardia, isto é, no caso de se entregar os desenhos com menos de 6 semanas de antecedência relativamente ao prazo de entrega dos materiais na EFACEC, então a causa estará no Projecto, que não consegue entregar os desenhos no tempo devido.

As ferramentas criadas são muito úteis do ponto de visto do planeamento porque conhecem-se os factores que podem levar a atrasos da produção segundo o mapa de planeamento corrente, e alertar os respectivos departamentos da necessidade de eliminar esses factores, no caso de serem controláveis.

6 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Os objectivos propostos no planeamento inicial do projecto foram alcançados e ultrapassados na medida em que o trabalho realizado não se centrou unicamente no desenvolvimento de uma nova metodologia de planeamento da produção, mas procurou incutir na empresa a filosofia de melhoria contínua demonstrando os benefícios do aumento da eficiência, bem como a necessidade de corrigir os desvios em relação aos objectivos propostos no mapa de planeamento da produção.

Todo o trabalho desenvolvido e respectivos resultados aparecem associados à necessidade de aumentar a produção de forma consciente, sem prejudicar o bom funcionamento da fábrica.

Os projectos realizados ao longo do projecto mostram a importância em integrar as necessidades de cada departamento e desenvolver soluções que sejam benéficas a todos eles, pelo que se começa a lutar para adquirir uma nova cultura organizacional, na qual o objectivo seja comum e transversal a todos os colaboradores: aumentar a produção e reduzir os custos.

O maior ganho que a empresa teve com o desenvolvimento do Projecto Ma.P.A foi verificar que é possível ter um planeamento organizado, fiável, fácil de elaborar e com a possibilidade de testar diferentes cenários. Por outro lado, o planeador fica munido de análises realistas, que fundamentam o planeamento da produção e reduzem o número de dias em atraso face ao planeamento. Desta forma, o planeamento futuro da produção não será apenas o resultado da experiência do planeador, mas também será o resultado da análise fundamentada dos recursos da fábrica Core.

Com o segundo projecto, verificou-se que ser possível aumentar a capacidade de produção de forma a garantir que é possível dar resposta ao crescimento exponencial da procura. A solução está na contratação de mais colaboradores e na sincronização dos tempos de chegada e tempos de processamento dos transformadores. Este estudo salienta a importância do estudo da sequência da ordem de processamento dos transformadores na redução das filas de espera. Salva-se, no entanto, a necessidade de futuras análises em cada posto de trabalho, no sentido de encontrar meios de eliminar o desperdício e caminhar na direcção da máxima “*to do more with less*”, ou seja, produzir mais, com menos recursos.

A elaboração do VSM dos processos a melhorar, foi uma mais valia para conseguir captar as oportunidades de melhoria e quantificar o resultado das soluções propostas. Por outro lado, a ferramenta DMAIC utilizada no projecto foi fundamental para começar a introduzir no dia-a-dia da empresa a cultura de procurar eliminar as actividades que não geram valor acrescentado ao produto. Esta metodologia vai criar maior transparência dos processos de cada departamento, nomeadamente da Construção Soldada e da Produção. A criação de fichas

informáticas que visam conhecer as causas que levam ao não cumprimento dos prazos do mapa de planeamento, facilitam futuras tomadas de decisão tais como, verificar se há necessidade de procurar novos fornecedores, melhorar a formação profissional dos colaboradores ou aumentar o número de projectistas.

A implementação da nova metodologia no BaaN será um dos trabalhos futuros que terá de ser realizado, juntamente com um sistema informático que possibilite, em tempo real e de modo automático, conhecer a situação da fábrica num determinado momento comparando-a com os prazos previstos no mapa de planeamento, bem como o grau de acabamento do transformador. Seria muito interessante, para análise da progressão do Ma.P.A., que o BaaN permitisse avaliar o número de desvios por um período de tempo escolhido pelo utilizador, de forma a verificar a tendência deste número a diminuir. No entanto, as capacidades deste ERP ainda não foram exploradas no âmbito do planeamento. Num futuro próximo é crucial o estudo deste ERP para que se usufrua das suas potencialidades, e que, nomeadamente, possibilite a pesquisa de informação em consultas BaaN com boas interfaces de comunicação com o utilizador. É importante promover acções de formação regulares que permitam conhecer e utilizar o BaaN porque, actualmente, o conhecimento está confinado a um grupo restrito de pessoas.

A redução do tempo de passagem dos transformadores, bem como os dias em atraso face ao planeamento, têm potencial para diminuir ainda mais, se for efectuada uma análise à cadeia de abastecimento e logística da empresa.

Todos os esforços estão no sentido de eliminar os problemas que provocam os desvios entre os prazos estipulados pelo Planeamento e os prazos efectivos da produção. A filosofia de melhoria contínua aparece aqui como uma urgente necessidade. Assim, as soluções propostas e resultados podem ser melhorados utilizando novas tecnologias ou abordagens para a resolução dos problemas, garantindo meios para tornar os processos mais eficazes e eficientes.

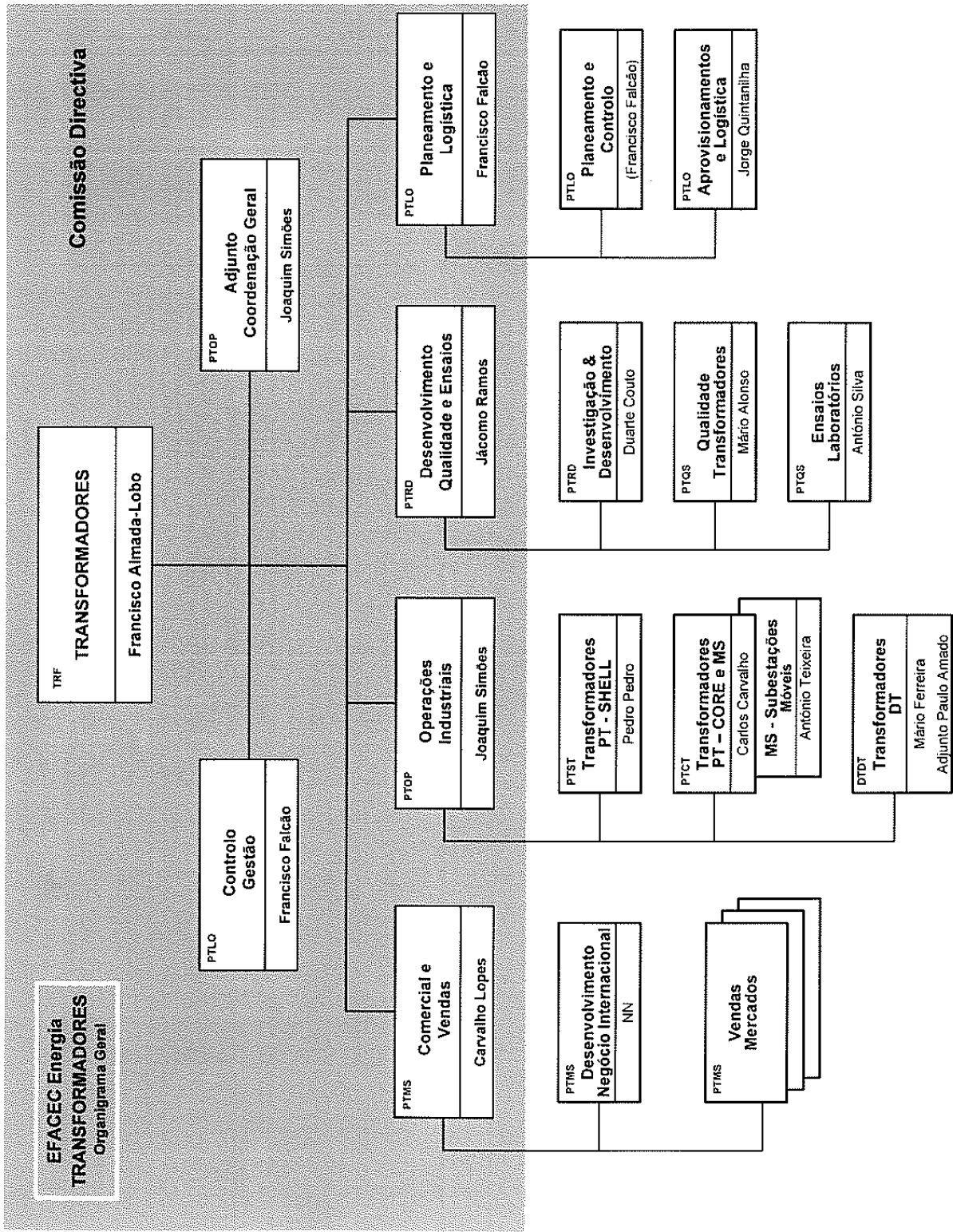
A ferramenta DMAIC para melhoria e controlo dos processos e operações, introduzida no quinto capítulo e implementada até à terceira fase, tem enorme potencial após se recolherem dados suficientes das variáveis a melhorar. No futuro, todas as tarefas relacionadas com a produção poderão ser avaliadas segundo esta ferramenta para identificar os factores controláveis que levam à criação de desperdícios significativos. Consequentemente, a eliminação destes factores levará a maior qualidade, redução de re-trabalho, perspectivando redução do custo de produção dos transformadores.

Toda a experiência de trabalho contribuiu para a formação pessoal e profissional da estagiária. O sucesso do projecto foi possível pelo apoio de todos os colaboradores, que ajudaram à rápida integração na empresa.

7 Referências

- [1] Christopher, M. (2007). *Logistics and Supply Chain Management – Creating Value-Adding Networks, Third Edition*. Prentice Hall, Edinburgh Gate
- [2] Anupindi, R, Chopra,S., Deshmukh, S.D., Van Mieighem, J.A., Zemel, E. (2007). *Managing Business Process Flow – Principles of Operations Management, Second Edition*. Prentice Hall, New Jersey
- [3] Ulrich,K. e Eppinger,S. *Product Development*, Third Edition. McGraw Hill, New York
- [4] Carvalho, A. (2007), *Programação com Excel para Economia & Gestão, Segunda Edição, Segunda Edição*. FCA, Lousã
- [5] EFACEC (2007), Disponível em http://www.efacec.pt/PresentationLayer/EFACEC_produtogama_01.aspx?idGama=30 consultado pela última vez em Setembro de 2008

ANEXO A: Organização da Efacec Energia-PT



ANEXO B: Descrição dos transformadores de potência

A unidade de negócio dos Transformadores produz transformadores de Potência e Subestações Móveis.

B.1 – Transformadores de Potência

Produzem-se dois tipos de transformadores de Potência: os transformadores de tipo Core e os transformadores de tipo Shell.

Os transformadores são utilizados, maioritariamente para elevar/reduzir a tensão em redes de transporte e distribuição de energia eléctrica, permitindo aumentar ou diminuir do mesmo factor a intensidade de corrente eléctrica.. São constituídos por dois elementos activos:

- O núcleo magnético constituído por um empilhamento de chapas com forma especial, isoladas entre elas (Circuito Magnético);
- Os enrolamentos (no mínimo dois), que são condutores de corrente, são bobinados em volta do núcleo e classificam-se segundo a tensão da rede. São constituídos por dois enrolamentos:
 - Enrolamento Primário que absorve a energia eléctrica da rede;
 - Enrolamento Secundário que fornece a energia eléctrica à rede.

O conjunto do Circuito Magnético e os enrolamentos formam a Parte Activa do transformador. Estes últimos incluem a parte mais complexa e sensível do transformador, a sua estrutura isolante, que é estudada e projectada para responder a três exigências fundamentais:

1. Suportar as bobinas dos vários enrolamentos garantindo o afastamento entre as galetes;
2. Garantir o arrefecimento, criando circuitos de circulação do fluido, normalmente óleo mineral, que melhorem o transporte da energia de perdas para o exterior;
3. Garantir os níveis de isolamento impostos.

Para além da Parte Activa, os transformadores têm elementos acessórios vitais ao seu funcionamento:

- Cuba com óleo (para assegurar o isolamento, a refrigeração e a evacuação das perdas);
- Travessias;
- Comutadores de tomadas (Reguladores);
- Circuitos de arrefecimento;
- Aparelhagem de controlo e protecção.

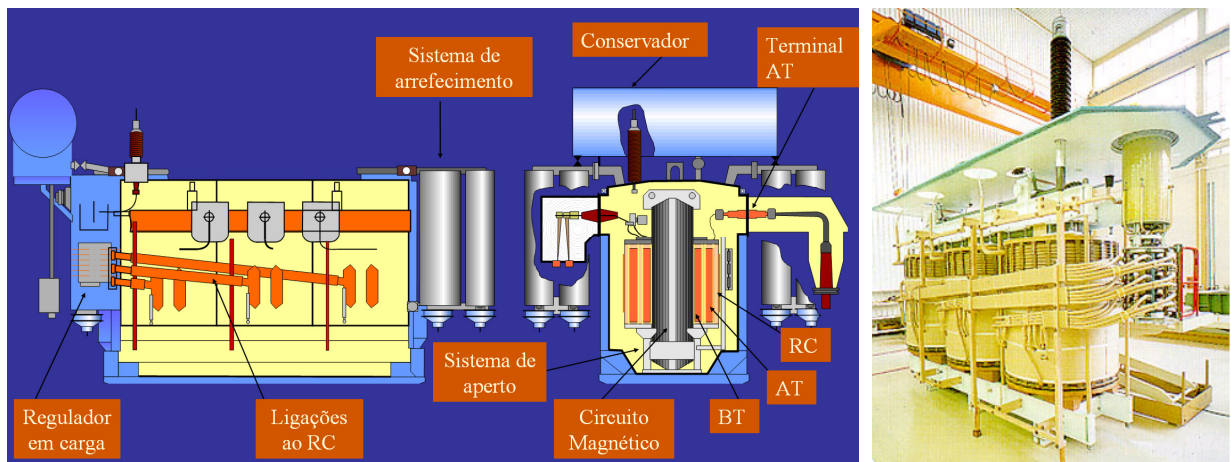
Do ponto de vista construtivo, podem considerar-se dois tipos de transformadores:

- Transformador tipo concêntrico, ou Core;

- Transformador couraçado com enrolamentos imbricados, ou Shell.

B.1.1. Transformador Core

Os transformadores Core têm enrolamentos concêntricos, constituídos por bobinas cilíndricas de pequena espessura e grande superfície, coaxiais com o núcleo. Todas são isoladas entre si por barreiras de cartão, com calços de cartão permitindo o arrefecimento do óleo isolante. O circuito magnético é laminado e fechado por culassas. Os constituintes deste tipo de transformadores e o pormenor dos isolantes estão ilustrados na Figura seguinte, à esquerda e à direita, respectivamente.



Estes transformadores podem ir até 250 MVA e 345 kV no entanto, as encomendas do tipo Core não ultrapassam os 120 MVA. De seguida, apresentam-se exemplos de transformadores Core.



B.1.2. Transformador Shell

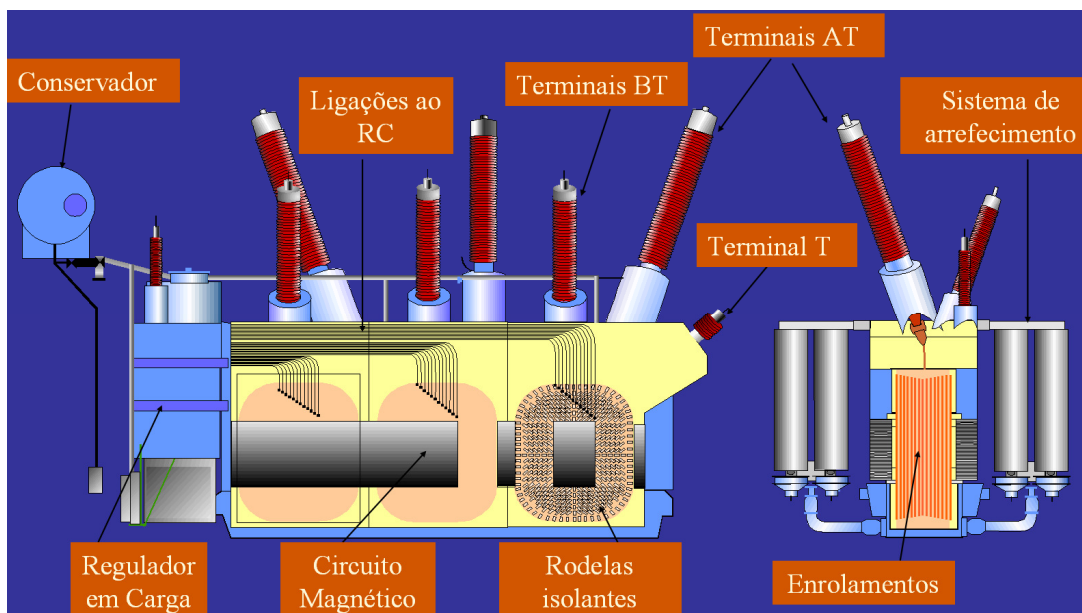
Os transformadores tipo Shell têm enrolamentos imbricados, constituídos por bobinas rectangulares verticais justapostas (galetes), formando um conjunto cujo eixo é horizontal. Todas são isoladas entre si por barreiras de cartão, com calços de cartão permitindo o arrefecimento do óleo isolante.

As chapas do circuito magnético, colocadas horizontalmente, fecham-se em torno do enrolamento central. Assim aparece o nome “Shell type”, originário dos Estados Unidos, devido ao enrolamento central estar encaixado dentro do circuito magnético como uma ostra!

A Cuba superior assegura a compressão do circuito magnético e das fases para além de permitir o transporte quer na posição vertical, quer na horizontal.

Estes transformadores também possibilitam a construção em fases dissociadas – transformador trifásico formado por 3 conjuntos monofásicos ligados por uma tampa comum, que recebe as travessias e as ligações entre fases e ao regulador em carga. A tecnologia Shell tem algumas vantagens que a distinguem do Core como por exemplo a excelente repartição capacitiva das ondas de choque, o comportamento privilegiado aos esforços electrodinâmicos em curto circuito, a elevada reactância no ar dos enrolamentos reduz o valor da extra corrente de ligação entre outros.

A Figura seguinte mostra os principais componentes de um transformador trifásico Shell.



Produzem-se transformadores Shell até 600 MVA e 550 kV.

De seguida, estão vários exemplos de transformadores Shell.



B.2. Subestações Móveis

As subestações móveis são soluções mais complexas como mostram as figuras seguintes.



ANEXO C: Consulta integral do resultado da capacidade da fábrica para produzir as encomendas de 2008 (Fase1).

JANEIRO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	11,7	1,1	1,03808
C0200 Bobinagem	45	14,6	0,2	1,20028
C0400 Montagem P. Activas	46	11,1	3,2	1,15973

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	9
Nº total de MVA	403
Dias Úteis	22

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	1719,39	7865,46	8631,36
Tempo disponível (horas)/dia	91,93	310,94	319,71
Duração_Actividade (dias)	18,70	25,30	27,00

Ok/KO Ok **Analisar** **Analisar**

FEVEREIRO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	13,1	6	1,54901
C0200 Bobinagem	45	16,8	6,9	1,92207
C0400 Montagem P. Activas	46	19,3	2,6	1,77609

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	10
Nº total de MVA	437
Dias Úteis	19

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	1357,53	6648,9	6849,81
Tempo disponível (horas)/dia	85,29	278,46	291,36
Duração_Actividade (dias)	15,92	23,88	23,51

Ok/KO Ok **Analisar** **Analisar**

MARÇO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	11,3	0,4	0,94887
C0200 Bobinagem	45	5,6	3,6	0,74612
C0400 Montagem P. Activas	46	3,7	5,7	0,76234

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	12
Nº total de MVA	469
Dias Úteis	20

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	1298,7	6802,08	6666,66
Tempo disponível (horas)/dia	93,09	331,37	337,99
Duração_Actividade (dias)	13,95	20,53	19,72

Ok/KO Ok **Analisar** Ok

ABRIL

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	18	2,6	1,67066
C0200 Bobinagem	45	5,6	4,9	0,85155
C0400 Montagem P. Activas	46	5,1	2	0,57581

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	16
Nº total de MVA	823,51
Dias Úteis	21

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	1893,66	12505,26	10674,87
Tempo disponível (horas)/dia	83,71	326,63	346,57
Duração_Actividade (dias)	22,62	38,29	30,80

Ok/KO **Analisar** **Analisar** **Analisar**

MAIO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	11,4	0,4	0,95698
C0200 Bobinagem	45	1,7	5	0,54337
C0400 Montagem P. Activas	46	7	1,7	0,70557

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	10
Nº total de MVA	451,5
Dias Úteis	18

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	1276,5	7930,95	6858,69
Tempo disponível (horas)/dia	92,99	340,50	340,60
Duração_Actividade (dias)	13,73	23,29	20,14

Ok/KO Ok **Analisar** **Analisar**

JUNHO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	13,1	0,4	1,09485
C0200 Bobinagem	45	7,5	3,7	0,90832
C0400 Montagem P. Activas	46	12,5	0,3	1,03808

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	13
Nº total de MVA	647,5
Dias Úteis	18

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	1549,56	9440,55	8198,46
Tempo disponível (horas)/dia	91,20	324,08	325,31
Duração_Actividade (dias)	16,99	29,13	25,20

Ok/KO Ok **Analisar** **Analisar**

JULHO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	15,5	0	1,25705
C0200 Bobinagem	45	9,2	2,9	0,98131
C0400 Montagem P. Activas	46	11,3	0,6	0,96509

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	15
Nº total de MVA	662
Dias Úteis	23

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN(horas)	2377,62	10462,86	11986,89
Tempo disponível (horas)/dia	89,09	320,79	328,67
Duração_Actividade (dias)	26,69	32,62	36,47

Ok/KO **Analisar** **Analisar** **Analisar**

Desenvolvimento de uma nova metodologia de planeamento para a fábrica Core

SETEMBRO

Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inatividade	Horas/dia de absntismo e inatividade
C0100	Isolantes	13	17,2	0,4	1,42736
C0200	Bobinagem	45	9,8	3,6	1,08674
C0400	Montagem P. Activas	46	2,2	0,4	0,21086

Horas/dia 8,11

OUTUBRO

Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inatividade	Horas/dia de absntismo e inatividade
C0100	Isolantes	13	14,5	0	1,17595
C0200	Bobinagem	45	7,4	0,9	0,67313
C0400	Montagem P. Activas	46	5,6	3,1	0,70557

Horas/dia 8,11

NOVEMBRO

Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inatividade	Horas/dia de absntismo e inatividade
C0100	Isolantes	13	9,9	0	0,80289
C0200	Bobinagem	45	10,8	9,5	1,64633
C0400	Montagem P. Activas	46	0,4	2,8	0,25952

Horas/dia 8,11

DEZEMBRO

Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inatividade	Horas/dia de absntismo e inatividade
C0100	Isolantes	13	31,5	1,5	2,6763
C0200	Bobinagem	45	17,6	2,6	1,63822
C0400	Montagem P. Activas	46	0	1	0,0811

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	13
Nº total de MVA	611
Dias Úteis	22

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1835,94	11883,66	9554,88
Tempo disponivel (horas)/dia	86,87	316,05	363,36
Duração_Actividade (dias)	21,13	37,60	26,30
	OKKO	Ok	Analisar

Nº total de Transformadores	15
Nº total de MVA	690,5
Dias Úteis	23

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1915,86	10672,65	9726,93
Tempo disponivel (horas)/dia	90,14	334,66	340,60
Duração_Actividade (dias)	21,25	31,89	28,56
	OKKO	Ok	Analisar

Nº total de Transformadores	14
Nº total de MVA	510,5
Dias Úteis	20

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1387,5	9274,05	7450,32
Tempo disponivel (horas)/dia	94,99	290,87	361,12
Duração_Actividade (dias)	14,61	31,88	20,63
	OKKO	Ok	Analisar

Nº total de Transformadores	12
Nº total de MVA	612,5
Dias Úteis	19

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1185,48	8564,76	6707,73
Tempo disponivel (horas)/dia	70,64	291,23	363,33
Duração_Actividade (dias)	16,78	29,41	18,16
	OKKO	Ok	Analisar

ANEXO D: Consulta da duração da produção das encomendas de 2008, por centro de trabalho (Fase 2).

Desenvolvimento de uma nova metodologia de planeamento para a fábrica Core

		BOBINAGEM						
	Nº Projecto	Nº de enrolamentos (cada um tem 3 bobinas)	Nº máquinas	Tempo teórico para a Bobinagem [Horas×Homem]	Nº Funcionários dedicados aos enrolamentos por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Jan	10246E	3	3	475,08	6	3	8,1	3
	10272A	4	6	825,84	12	3	8,1	3
	10199B	4	6	1035,63	12	3	8,1	4
	10218B	3	3	605	6	3	8,1	4
	10237B	3	4	861	8	3	8,1	4
	10209A	4	4	531	8	3	8,1	3
	10210A	4	4	531	8	3	8,1	3
	10211A	4	4	531	8	3	8,1	3
	10212A	4	4	531	8	3	8,1	3
	10219C	3	3	475	6	3	8,1	3
	10237B	3	4	733	8	3	8,1	4
	10257J	6	4	733	8	3	8,1	4
Fev	10237C	3	7	861	14	3	8,1	3
	10263A	4	8	977	16	3	8,1	3
	10220B	4	3	475	6	3	8,1	3
	10254A	4	3	475	6	3	8,1	3
	10254B	4	3	475	6	3	8,1	3
	10257K	6	7	733	14	3	8,1	2
	10257L	6	6	733	12	3	8,1	3
	10258B	3	3	420	6	3	8,1	3
	10259A	3	4	768	8	3	8,1	4
	10261A	3	4	733	8	3	8,1	4
MAR	10277A	3	5	628	10	3	8,1	3
	V10256A	3	6	733	12	3	8,1	3
	10220C	4	3	475	6	3	8,1	3
	10219E	4	5	475	10	3	8,1	2
	10254C	3	3	475	6	3	8,1	3
	10254D	4	3	475	6	3	8,1	3
	10247B	3	4	584	8	3	8,1	3
	10244A	4	4	584	8	3	8,1	3
	10271A	4	5	872	10	3	8,1	4
	10259B	3	4	768	8	3	8,1	4
	10257M	3	5	733	10	3	8,1	3
Abril	10296A	3	4	768	8	3	8,1	4
	10253B	4	6	872	12	3	8,1	3
	10293A	3	5	733	10	3	8,1	3
	10298A	4	4	531	8	3	8,1	3
	10288A	4	5	628	10	3	8,1	3
	10274A	4	6	826	12	3	8,1	3
	10264A	4	5	1178	10	3	8,1	5
	10264B	4	5	1178	10	3	8,1	5
	10255A	4	6	895	12	3	8,1	3
	10255B	4	6	895	12	3	8,1	3
	10255C	4	6	895	12	3	8,1	3
	10185D	3	3	366	6	3	8,1	3
	10294A	4	4	791	8	3	8,1	4
	10298B	4	4	531	8	3	8,1	3
	10292A	4	5	945	10	3	8,1	4
	10304A	3	3	475	6	3	8,1	3
MAIO	10265A	3	5	699	10	3	8,1	3
	10266A	4	5	699	10	3	8,1	3
	10295A	3	6	1178	12	3	8,1	4
	10267A	4	5	699	10	3	8,1	3
	10328A	3	4	584	8	3	8,1	3
	10290A	3	5	733	10	3	8,1	3
	10289A	4	4	826	8	3	8,1	4
	10289B	4	4	826	8	3	8,1	4
	10278A	3	5	872	10	3	8,1	4
	10279A	3	4	815	8	3	8,1	4
JUN	10279B	3	5	815	10	3	8,1	3
	10316A	3	3	475	6	3	8,1	3
	10269A	4	5	699	10	3	8,1	3
	10253A	4	4	872	8	3	8,1	4
	10291A	4	7	1178	14	3	8,1	3
	10260A	3	5	733	10	3	8,1	3
	10260B	3	5	733	10	3	8,1	3
	10260C	3	5	733	10	3	8,1	3
	10258C	3	3	420	6	3	8,1	3
	10258D	3	3	420	6	3	8,1	3
	10292B	4	5	945	10	3	8,1	4
	10292C	4	5	945	10	3	8,1	4
	V10306A	4	3	475	6	3	8,1	3

		BOBINAGEM						
	Nº Projecto	Nº de enrolamentos (cada um tem 3 bobinas)	Nº máquinas	Tempo teórico para a Bobinagem [Horas×Homem]	Nº Funcionários dedicados aos enrolamentos por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
JUL	V10342A	4	4	420	8	3	8,1	2
	V10333A	4	4	420	8	3	8,1	2
	V10305A	4	4	366	8	3	8,1	2
	10281A	4	6	846	12	3	8,1	3
	10282A	4	6	846	12	3	8,1	3
	10283A	4	6	846	12	3	8,1	3
	10276A	3	5	628	10	3	8,1	3
	10299A	4	6	319	12	3	8,1	3
	10299B	4	5	319	10	3	8,1	4
	10275A	4	5	697	10	3	8,1	3
	10275B	4	5	697	10	3	8,1	3
	10275C	4	5	697	10	3	8,1	3
	10275D	4	5	697	10	3	8,1	3
	10262A	4	5	733	10	3	8,1	3
	10262C	4	5	733	10	3	8,1	3
SET	10302A	4	5	1010	10	3	8,1	4
	10303A	4	5	1010	10	3	8,1	4
	10303B	4	5	1010	10	3	8,1	4
	10303C	4	5	1010	10	3	8,1	4
	10308A	4	6	846	12	3	8,1	3
	10314A	4	5	846	10	3	8,1	3
	10280A	4	5	699	10	3	8,1	3
	10284A	4	6	846	12	3	8,1	3
	10309A	4	6	1178	12	3	8,1	4
	V10312A	4	6	790	12	3	8,1	3
	10340A	4	6	835	12	3	8,1	3
	V10313A	4	5	768	10	3	8,1	3
	10311A	4	7	1036	14	3	8,1	3
OUT	10336A	4	3	339	6	3	8,1	2
	10336B	4	3	339	6	3	8,1	2
	10262B	4	4	733	8	3	8,1	4
	10327A	4	4	733	8	3	8,1	4
	??? NPC	4	4	733	8	3	8,1	4
	10300A	4	4	628	8	3	8,1	3
	10301A	4	4	628	8	3	8,1	3
	??? NPC	4	6	733	12	3	8,1	3
	??? NPC	4	6	733	12	3	8,1	3
	10297A	4	6	1035	12	3	8,1	4
	10319A	4	4	475	8	3	8,1	2
	10307A	4	5	1178	10	3	8,1	5
	10285A	4	4	846	8	3	8,1	4
	10285B	4	4	846	8	3	8,1	4
	10343A	4	4	697	8	3	8,1	4
NOV	10320A	4	7	790	14	3	8,1	2
	10329B	4	6	790	12	3	8,1	3
	10287A	4	6	790	12	3	8,1	3
	10315A	4	5	584	10	3	8,1	2
	10322A	4	4	533	8	3	8,1	3
	10324A	4	3	420	6	3	8,1	3
	10325A	4	3	420	6	3	8,1	3
	10326A	4	6	733	12	3	8,1	3
	??? NPC	4	6	733	12	3	8,1	3
	??? NPC	4	6	733	12	3	8,1	3
	??? NPC	4	6	733	12	3	8,1	3
	10307B	4	9	1178	18	3	8,1	3
	10310A	4	4	420	8	3	8,1	2
	10310B	4	4	420	8	3	8,1	2
	DEZ	V????	4	7	920	14	3	8,1
10330A		4	4	475	8	3	8,1	2
10320A		4	4	417	8	3	8,1	2
10331A		4	4	417	8	3	8,1	2
??? NPC		4	6	733	12	3	8,1	3
??? NPC		4	6	733	12	3	8,1	3
??? KAHR		4	9	1178	18	3	8,1	3
Iberdrola		4	7	920	14	3	8,1	3
10318A		4	4	475	8	3	8,1	2
10338A		4	4	417	8	3	8,1	2
10339A		4	4	417	8	3	8,1	2
??? KAHR		4	6	1178	12	3	8,1	4

		FORMAÇÃO de FASES				
	Nº Projecto	Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Jan	10246E	66	3	2	8,11	1
	10272A	244	3	2	8,11	5
	10199B	234	3	2	8,11	6
	10218B	120	3	2	8,11	2
	10237B	264	3	2	8,11	5
	10209A	90	3	2	8,11	2
	10210A	90	3	2	8,11	2
	10211A	90	3	2	8,11	2
	10212A	90	3	2	8,11	2
	10219C	90	3	2	8,11	2
	10237B	264	3	2	8,11	5
	10257J	120	3	2	8,11	2
Fev	10237C	200	3	2	8,11	4
	10263A	90	3	2	8,11	2
	10220B	66	3	2	8,11	1
	10254A	120	3	2	8,11	2
	10254B	66	3	2	8,11	1
	10257K	120	3	2	8,11	2
	10257L	66	3	2	8,11	1
	10258B	244	3	2	8,11	5
	10259A	120	3	2	8,11	2
	10261A	120	3	2	8,11	2
MAR	10277A	120	3	2	8,11	2
	V10256A	234	3	2	8,11	6
	10220C	66	3	2	8,11	1
	10219E	66	3	2	8,11	1
	10254C	66	3	2	8,11	1
	10254D	66	3	2	8,11	1
	10247B	200	3	2	8,11	4
	10244A	244	3	2	8,11	5
	10271A	120	3	2	8,11	2
	10259B	244	3	2	8,11	5
Abril	10257M	160	3	2	8,11	3
	10296A	66	3	2	8,11	1
	10253B	160	3	2	8,11	3
	10293A	120	3	2	8,11	2
	10298A	234	3	2	8,11	6
	10288A	234	3	2	8,11	6
	10274A	244	3	2	8,11	5
	10264A	120	3	2	8,11	2
	10264B	120	3	2	8,11	2
	10255A	120	3	2	8,11	2
	10255B	120	3	2	8,11	2
	10255C	120	3	2	8,11	2
	10185D	55	3	2	8,11	1
	10294A	244	3	2	8,11	5
	10298B	66	3	2	8,11	1
MAIO	10292A	244	3	2	8,11	5
	10304A	66	3	2	8,11	1
	10265A	120	3	2	8,11	2
	10266A	120	3	2	8,11	2
	10295A	234	3	2	8,11	6
	10267A	120	3	2	8,11	2
	10328A	66	3	2	8,11	1
	10290A	120	3	2	8,11	2
	10289A	244	3	2	8,11	5
	10289B	244	3	2	8,11	5
JUN	10278A	160	3	2	8,11	3
	10279A	160	3	2	8,11	3
	10279B	160	3	2	8,11	3
	10316A	66	3	2	8,11	1
	10269A	120	3	2	8,11	2
	10253A	160	3	2	8,11	3
	10291A	234	3	2	8,11	6
	10260A	120	3	2	8,11	2
	10260B	120	3	2	8,11	2
	10260C	120	3	2	8,11	2
	10258C	66	3	2	8,11	1
	10258D	66	3	2	8,11	1
	10292B	244	3	2	8,11	5
	10292C	244	3	2	8,11	5
	V10306A	66	3	2	8,11	1

		FORMAÇÃO de FASES				
	Nº Projecto	Tempo teórico [Horas×Homem]	Nº Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
JUL	V10342A	66	3	2	8,11	1
	V10333A	66	3	2	8,11	1
	V10305A	55	3	2	8,11	1
	10281A	120	3	2	8,11	2
	10282A	120	3	2	8,11	2
	10283A	120	3	2	8,11	2
	10276A	120	3	2	8,11	2
	10299A	264	3	2	8,11	5
	10299B	264	3	2	8,11	5
	10275A	264	3	2	8,11	5
	10275B	264	3	2	8,11	5
	10275C	264	3	2	8,11	5
	10275D	264	3	2	8,11	5
	10262A	120	3	2	8,11	2
SET	10262C	120	3	2	8,11	2
	10302A	120	3	2	8,11	2
	10303A	120	3	2	8,11	2
	10303B	120	3	2	8,11	2
	10303C	120	3	2	8,11	2
	10308A	120	3	2	8,11	2
	10314A	120	3	2	8,11	2
	10280A	120	3	2	8,11	2
	10284A	120	3	2	8,11	2
	10309A	234	3	2	8,11	6
	V10312A	120	3	2	8,11	2
	10340A	120	3	2	8,11	2
	V10313A	244	3	2	8,11	5
	10311A	234	3	2	8,11	6
OUT	10336A	66	3	2	8,11	1
	10336B	66	3	2	8,11	1
	10262B	120	3	2	8,11	2
	10327A	120	3	2	8,11	2
	??? NPC	120	3	2	8,11	2
	10300A	120	3	2	8,11	2
	10301A	120	3	2	8,11	2
	??? NPC	160	3	2	8,11	3
	??? NPC	160	3	2	8,11	3
	10297A	200	3	2	8,11	4
	10319A	66	3	2	8,11	1
	10307A	234	3	2	8,11	6
	10285A	120	3	2	8,11	2
	10285B	120	3	2	8,11	2
	10343A	264	3	2	8,11	5
NOV	10320A	66	3	2	8,11	1
	10329B	120	3	2	8,11	2
	10287A	120	3	2	8,11	2
	10315A	66	3	2	8,11	1
	10322A	66	3	2	8,11	1
	10324A	66	3	2	8,11	1
	10325A	66	3	2	8,11	1
	10326A	120	3	2	8,11	2
	??? NPC	120	3	2	8,11	2
	??? NPC	120	3	2	8,11	2
	??? NPC	120	3	2	8,11	2
	10307B	234	3	2	8,11	6
	10310A	66	3	2	8,11	1
	10310B	66	3	2	8,11	1
DEZ	V????	66	3	2	8,11	1
	10330A	234	3	2	8,11	6
	10320A	66	3	2	8,11	1
	10331A	66	3	2	8,11	1
	??? NPC	120	3	2	8,11	2
	??? NPC	120	3	2	8,11	2
	??? KAHR	234	3	2	8,11	6
	Iberdrola	120	3	2	8,11	2
	10318A	66	3	2	8,11	1
	10338A	55	3	2	8,11	1
	10339A	55	3	2	8,11	1
	??? KAHR	234	3	2	8,11	6

		LIGAÇÕES INTERNAS				
	Nº Projecto	Tempo teórico [Horas×Homem]	Nº Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Jan	10246E	244	6	2	8,11	2
	10272A	634	6	2	8,11	5
	10199B	850	6	2	8,11	7
	10218B	348	6	2	8,11	3
	10237B	682	6	2	8,11	6
	10209A	338	6	2	8,11	3
	10210A	338	6	2	8,11	3
	10211A	338	6	2	8,11	3
	10212A	338	6	2	8,11	3
	10219C	338	6	2	8,11	3
	10237B	682	6	2	8,11	6
	10257J	424	6	2	8,11	3
Fev	10237C	682	6	2	8,11	6
	10263A	528	6	2	8,11	5
	10220B	244	6	2	8,11	2
	10254A	244	6	2	8,11	2
	10254B	338	6	2	8,11	3
	10257K	424	6	2	8,11	4
	10257L	424	6	2	8,11	4
	10258B	244	6	2	8,11	2
	10259A	634	6	2	8,11	6
	10261A	424	6	2	8,11	4
MAR	10277A	424	6	2	8,11	3
	V10256A	424	6	2	8,11	3
	10220C	338	6	2	8,11	3
	10219E	244	6	2	8,11	2
	10254C	850	6	2	8,11	7
	10254D	244	6	2	8,11	2
	10247B	244	6	2	8,11	2
	10244A	244	6	2	8,11	2
	10271A	528	6	2	8,11	4
	10259B	634	6	2	8,11	5
	10257M	424	6	2	8,11	3
Abril	10296A	634	6	2	8,11	5
	10253B	433	6	2	8,11	3
	10293A	424	6	2	8,11	3
	10298A	244	6	2	8,11	2
	10288A	424	6	2	8,11	3
	10274A	634	6	2	8,11	5
	10264A	850	6	2	8,11	7
	10264B	850	6	2	8,11	7
	10255A	424	6	2	8,11	3
	10255B	424	6	2	8,11	3
	10255C	424	6	2	8,11	3
	10185D	192	6	2	8,11	1
	10294A	634	6	2	8,11	5
	10298B	244	6	2	8,11	2
	10292A	634	6	2	8,11	5
	10304A	244	6	2	8,11	2
MAIO	10265A	348	6	2	8,11	3
	10266A	348	6	2	8,11	3
	10295A	850	6	2	8,11	6
	10267A	348	6	2	8,11	3
	10328A	244	6	2	8,11	2
	10290A	424	6	2	8,11	3
	10289A	634	6	2	8,11	5
	10289B	634	6	2	8,11	5
	10278A	433	6	2	8,11	3
JUN	10279A	433	6	2	8,11	3
	10279B	433	6	2	8,11	3
	10316A	244	6	2	8,11	2
	10269A	348	6	2	8,11	3
	10253A	433	6	2	8,11	3
	10291A	850	6	2	8,11	7
	10260A	424	6	2	8,11	3
	10260B	424	6	2	8,11	3
	10260C	424	6	2	8,11	3
	10258C	244	6	2	8,11	2
	10258D	244	6	2	8,11	2
	10292B	634	6	2	8,11	5
	10292C	634	6	2	8,11	5
	V10306A	244	6	2	8,11	2

		LIGAÇÕES INTERNAS				
	Nº Projecto	Tempo teórico [Horas×Homem]	Nº Funcionários dedicados às 3 bobinas por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
JUL	V10342A	244	6	2	8,11	2
	V10333A	244	6	2	8,11	2
	V10305A	192	6	2	8,11	2
	10281A	424	6	2	8,11	3
	10282A	424	6	2	8,11	3
	10283A	424	6	2	8,11	3
	10276A	424	6	2	8,11	3
	10299A	682	6	2	8,11	5
	10299B	682	6	2	8,11	5
	10275A	682	6	2	8,11	5
	10275B	682	6	2	8,11	5
	10275C	682	6	2	8,11	5
	10275D	682	6	2	8,11	5
	10262A	424	6	2	8,11	3
	10262C	424	6	2	8,11	3
SET	10302A	424	6	2	8,11	3
	10303A	424	6	2	8,11	3
	10303B	424	6	2	8,11	3
	10303C	424	6	2	8,11	3
	10308A	424	6	2	8,11	3
	10314A	174	6	2	8,11	1
	10280A	348	6	2	8,11	3
	10284A	424	6	2	8,11	3
	10309A	850	6	2	8,11	7
	V10312A	424	6	2	8,11	3
	10340A	424	6	2	8,11	3
	V10313A	534	6	2	8,11	4
	10311A	850	6	2	8,11	7
	10336A	244	6	2	8,11	2
OUT	10336B	244	6	2	8,11	2
	10262B	424	6	2	8,11	3
	10327A	424	6	2	8,11	3
	??? NPC	424	6	2	8,11	3
	10300A	424	6	2	8,11	3
	10301A	424	6	2	8,11	3
	??? NPC	424	6	2	8,11	3
	??? NPC	424	6	2	8,11	3
	10297A	528	6	2	8,11	4
	10319A	244	6	2	8,11	2
	10307A	850	6	2	8,11	6
	10285A	424	6	2	8,11	3
	10285B	424	6	2	8,11	3
	10343A	682	6	2	8,11	5
NOV	10320A	244	6	2	8,11	2
	10329B	424	6	2	8,11	4
	10287A	424	6	2	8,11	4
	10315A	244	6	2	8,11	2
	10322A	244	6	2	8,11	2
	10324A	244	6	2	8,11	2
	10325A	244	6	2	8,11	2
	10326A	244	6	2	8,11	2
	??? NPC	244	6	2	8,11	2
	??? NPC	244	6	2	8,11	2
	??? NPC	244	6	2	8,11	2
	10307B	850	6	2	8,11	7
	10310A	244	6	2	8,11	2
	10310B	244	6	2	8,11	2
DEZ	V????	244	6	2	8,11	2
	10330A	850	6	2	8,11	7
	10320A	244	6	2	8,11	2
	10331A	244	6	2	8,11	2
	??? NPC	244	6	2	8,11	2
	??? NPC	244	6	2	8,11	2
	??? KAHR	850	6	2	8,11	7
	Iberdrola	424	6	2	8,11	4
	10318A	244	6	2	8,11	2
	10338A	192	6	2	8,11	2
	10339A	192	6	2	8,11	2
	??? KAHR	850	6	2	8,11	7

ANEXO E: Consulta integral do resultado dos cálculos efectuados para determinar a duração das actividades produtivas das encomendas de 2008, baseados na filosofia Lean.

	Extra	
	MOD	MOT
Isolantes	0	0
Bobinagem	20	0
Montagem	44	0

JANEIRO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	11,7	1,1	1,03808
C0200 Bobinagem	65	14,6	0,2	1,20028
C0400 Montagem P. Activas	90	11,1	3,2	1,15973

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	14
Nº total de MVA	403
Dias Úteis	22

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1997,39	9317,46	10071,36
Tempo disponivel (horas)/dia	91,93	449,13	625,52
Duração_Actividade (dias)	21,73	20,75	16,10
	OkKO	Ok	Ok

FEVEREIRO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	13,1	6	1,54901
C0200 Bobinagem	65	16,8	6,9	1,92207
C0400 Montagem P. Activas	90	19,3	2,6	1,77609

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	12
Nº total de MVA	437
Dias Úteis	19

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1546,53	7507,9	7794,81
Tempo disponivel (horas)/dia	85,29	402,22	570,05
Duração_Actividade (dias)	18,13	18,67	13,67
	OkKO	Ok	Ok

MARÇO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	11,3	0,4	0,94887
C0200 Bobinagem	65	5,6	3,6	0,74612
C0400 Montagem P. Activas	90	3,7	5,7	0,76234

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	15
Nº total de MVA	469
Dias Úteis	20

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1789,7	9380,08	9363,66
Tempo disponivel (horas)/dia	93,09	478,65	661,29
Duração_Actividade (dias)	19,22	19,60	14,16
	OkKO	Ok	Ok

ABRIL

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	18	2,6	1,67066
C0200 Bobinagem	65	5,6	4,9	0,85155
C0400 Montagem P. Activas	90	5,1	2	0,57581

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	14
Nº total de MVA	823,51
Dias Úteis	21

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1606,66	11123,26	8852,87
Tempo disponivel (horas)/dia	83,71	471,80	678,08
Duração_Actividade (dias)	19,19	23,58	13,06
	OkKO	Ok	Analisar

MAIO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	11,4	0,4	0,95698
C0200 Bobinagem	65	1,7	5	0,54337
C0400 Montagem P. Activas	90	7	1,7	0,70557

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	11
Nº total de MVA	451,5
Dias Úteis	18

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1395,5	8750,95	7484,69
Tempo disponivel (horas)/dia	92,99	491,83	666,40
Duração_Actividade (dias)	15,01	17,79	11,23
	OkKO	Ok	Ok

Desenvolvimento de uma nova metodologia de planeamento para a fábrica Core

JUNHO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	13,1	0,4	1,09485
C0200 Bobinagem	65	7,5	3,7	0,90832
C0400 Montagem P. Activas	90	12,5	0,3	1,03808

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	11
Nº total de MVA	647,5
Dias Úteis	18

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1498,56	7846,55	8131,46
Tempo disponível (horas)/dia	91,20	468,11	636,47
Duração_Actividade (dias)	16,32	16,76	12,78

OkKO Ok Ok Ok

JULHO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	15,5	0	1,25705
C0200 Bobinagem	65	9,2	2,9	0,98131
C0400 Montagem P. Activas	90	11,3	0,6	0,96509

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	14
Nº total de MVA	662
Dias Úteis	23

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	2111,62	10517,86	10615,89
Tempo disponível (horas)/dia	89,09	463,36	643,04
Duração_Actividade (dias)	23,70	22,70	16,51

OkKO Analisar Ok Ok

SETEMBRO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	17,2	0,4	1,42736
C0200 Bobinagem	65	9,8	3,6	1,08674
C0400 Montagem P. Activas	90	2,2	0,4	0,21086

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	15
Nº total de MVA	611
Dias Úteis	22

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	2136,94	12120,66	10693,88
Tempo disponível (horas)/dia	86,87	456,51	710,92
Duração_Actividade (dias)	24,60	26,55	15,04

OkKO Analisar Analisar Ok

OUTUBRO

Centros de Trabalho	Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100 Isolantes	13	14,5	0	1,17595
C0200 Bobinagem	65	7,4	0,9	0,67313
C0400 Montagem P. Activas	90	5,6	3,1	0,70557

Horas/dia 8,11

Nº total de Transformadores	16
Nº total de MVA	690,5
Dias Úteis	23

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1915,86	12010,65	9982,93
Tempo disponível (horas)/dia	90,14	483,40	666,40
Duração_Actividade (dias)	21,25	24,85	14,98

OkKO Ok Analisar Ok

NOVEMBRO					
Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100	Isolantes	13	9,9	0	0,80289
C0200	Bobinagem	65	10,8	9,5	1,64633
C0400	Montagem P. Activas	90	0,4	2,8	0,25952

Horas/dia	8,11
------------------	-------------

Nº total de Transformadores		12
Nº total de MVA		510,5
Dias Úteis		20

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1387,5	8333,05	7423,32
Tempo disponível (horas)/dia	94,99	420,14	706,54
Duração_Actividade (dias)	14,61	19,83	10,51
	Ok/KO	Ok	Ok

DEZEMBRO					
Centros de Trabalho		Nº RH	%Abs	%Inactividade	Horas/dia de absentismo e inactividade
C0100	Isolantes	13	31,5	1,5	2,6763
C0200	Bobinagem	65	17,6	2,6	1,63822
C0400	Montagem P. Activas	90	0	1	0,0811

Horas/dia	8,11
------------------	-------------

Nº total de Transformadores		8
Nº total de MVA		612,5
Dias Úteis		19

	Isolantes	Bobinagem	Montagem P. Activas
Tempo total_BANN (horas)	1185,48	5142,76	2891,73
Tempo disponível (horas)/dia	70,64	420,67	722,60
Duração_Actividade (dias)	16,78	12,23	4,00
	Ok/KO	Ok	Ok

BOBINAGEM								
	Nº Projecto	Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº enrolamentos	Nº bobinas	Nº funcionários dedicados às bobinas por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Janeiro	10246E	475,08	3	9	18	3	8,11	1,08
	10272A	825,84	4	12	22	3	8,11	1,54
	10199B	1035,63	4	12	22	3	8,11	1,93
	10218B	604,95	3	9	18	3	8,11	1,38
	10237B	861,36	3	9	18	3	8,11	1,97
	10209A	530,58	4	12	22	3	8,11	0,99
	10210A	530,58	4	12	22	3	8,11	0,99
	10211A	530,58	4	12	22	3	8,11	0,99
	10212A	530,58	4	12	22	3	8,11	0,99
	10219C	475,08	3	9	18	3	8,11	1,08
	10237B	732,6	3	9	18	3	8,11	1,67
	10257J	732,6	6	18	22	3	8,11	1,37
	10263A	977	4	12	22	3	8,11	1,83
Fevereiro	10220B	475	4	12	22	3	8,11	0,89
	10237C	861,36	3	9	18	3	8,11	1,97
	10254A	475,08	4	12	22	3	8,11	0,89
	10254B	475,08	4	12	22	3	8,11	0,89
	10257K	732,6	6	18	22	3	8,11	1,37
	10257L	732,6	6	18	22	3	8,11	1,37
	10258B	419,58	3	9	18	3	8,11	0,96
	10259A	768,12	3	9	18	3	8,11	1,75
	10261A	732,6	3	9	18	3	8,11	1,67
	10277A	628	3	9	18	3	8,11	1,43
	V10256A	733	3	9	18	3	8,11	1,67
	10220C	475	4	12	22	3	8,11	0,89
	10219E	475	3	9	18	3	8,11	1,08
Março	10254C	475,08	4	12	22	3	8,11	0,89
	10254D	475,08	4	12	22	3	8,11	0,89
	10247B	583,86	3	9	22	3	8,11	1,09
	10244A	583,86	4	12	22	3	8,11	1,09
	10271A	872,46	4	12	22	3	8,11	1,63
	10259B	768,12	3	9	18	3	8,11	1,75
	10257M	732,6	3	9	18	3	8,11	1,67
	10296A	768	3	9	18	3	8,11	1,75
	10253B	872	4	12	22	3	8,11	1,63
	10293A	733	3	9	18	3	8,11	1,67
	10298A	531	4	12	22	3	8,11	0,99
	10288A	628	4	12	22	3	8,11	1,17
	10274A	826	4	12	22	3	8,11	1,54
	10298B	531	4	12	22	3	8,11	0,99

Abril	10264A	1177,71	4	12	22	3	8,11	2,20
	10264B	1177,71	4	12	22	3	8,11	2,20
	10255A	894,66	4	12	22	3	8,11	1,67
	10255B	894,66	4	12	22	3	8,11	1,67
	10255C	894,66	4	12	22	3	8,11	1,67
	10185D	366,3	3	9	18	3	8,11	0,84
	10294A	791,43	4	12	22	3	8,11	1,48
	10292A	944,61	4	12	22	3	8,11	1,76
	10304A	475,08	4	12	22	3	8,11	0,89
	10265A	699	3	9	18	3	8,11	1,60
	10266A	699	3	9	18	3	8,11	1,60
	10267A	699	4	12	22	3	8,11	1,31
	10289A	826	4	12	22	3	8,11	1,54
Maio	10295A	1177,71	3	9	18	3	8,11	2,69
	10290A	732,6	3	9	18	3	8,11	1,67
	10289B	825,84	3	9	18	3	8,11	1,89
	10278A	872,46	4	12	22	3	8,11	1,63
	10279A	814,74	3	9	18	3	8,11	1,86
	10279B	815	3	9	18	3	8,11	1,86
	10316A	475	3	9	18	3	8,11	1,08
	10269A	699	3	9	18	3	8,11	1,60
	10253A	872	4	12	22	3	8,11	1,63
	10260A	733	4	12	22	3	8,11	1,37
Junho	10260B	733	3	9	18	3	8,11	1,67
	10291A	1177,71	3	9	18	3	8,11	2,69
	10260C	732,6	4	12	20	3	8,11	1,51
	10258C	419,58	3	9	18	3	8,11	0,96
	10258D	419,58	3	9	18	3	8,11	0,96
	10292B	944,61	3	9	18	3	8,11	2,16
	10292C	944,61	4	12	20	3	8,11	1,94
	V10306A	475,08	4	12	20	3	8,11	0,98
	V10342A	420	4	12	20	3	8,11	0,86
	10299B	919	4	12	20	3	8,11	1,89
	10275A	697	4	12	20	3	8,11	1,43
	10275B	697	4	12	20	3	8,11	1,43

		BOBINAGEM						
	Nº Projecto	Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº enrolamentos	Nº bobinas	Nº funcionários dedicados às bobinas por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Julho	V10333A	419,58	4	12	24	3	8,11	0,72
	V10305A	366,3	4	12	24	3	8,11	0,63
	10281A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10282A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10283A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10276A	628,26	4	12	24	3	8,11	1,08
	10299A	919,08	3	9	18	3	8,11	2,10
	10275C	697,08	4	12	24	3	8,11	1,19
	10275D	697,08	4	12	24	3	8,11	1,19
	10262A	732,6	4	12	24	3	8,11	1,25
	10262C	732,6	4	12	24	3	8,11	1,25
	10302A	1010	4	12	24	3	8,11	1,73
	10303A	1010	4	12	24	3	8,11	1,73
Setembro	V10313A	768	4	12	24	3	8,11	1,32
	10303B	1010,1	4	12	24	3	8,11	1,73
	10303C	1010,1	4	12	24	3	8,11	1,73
	10308A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10314A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10280A	699,3	4	12	24	3	8,11	1,20
	10284A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10309A	1177,71	4	12	24	3	8,11	2,02
	V10312A	790,32	4	12	24	3	8,11	1,35
	10340A	834,72	4	12	24	3	8,11	1,43
	10311A	1035,63	4	12	24	3	8,11	1,77
	10336A	339	4	12	24	3	8,11	0,58
	10262B	733	4	12	24	3	8,11	1,26
Outubro	10300A	628	4	12	24	3	8,11	1,08
	10301A	628	4	12	24	3	8,11	1,08
	10343A	697	4	12	24	3	8,11	1,19
	10336B	338,55	4	12	24	3	8,11	0,58
	10327A	732,6	4	12	24	3	8,11	1,25
	??? NPC	732,6	4	12	24	3	8,11	1,25
	??? NPC	732,6	4	12	24	3	8,11	1,25
	??? NPC	732,6	4	12	24	3	8,11	1,25
	10297A	1034,52	4	12	24	3	8,11	1,77
	10319A	475,08	4	12	24	3	8,11	0,81
	10307A	1177,71	4	12	24	3	8,11	2,02
	10285A	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10285B	845,82	4	12	24	3	8,11	1,45
	10320A	790	4	12	24	3	8,11	1,35
	10329B	790	4	12	24	3	8,11	1,35
	10315A	584	4	12	24	3	8,11	1,00
	10326A	733	4	12	24	3	8,11	1,26
	??? NPC	733	4	12	24	3	8,11	1,26
	??? NPC	733	4	12	24	3	8,11	1,26

FORMAÇÃO DE FASES						
	Nº Projecto	Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº funcionários dedicados ao transformador por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Janeiro	10246E	66	6	3	8,11	0,5
	10272A	244	6	3	8,11	1,7
	10199B	294	6	3	8,11	2,0
	10218B	120	6	3	8,11	0,8
	10237B	264	6	3	8,11	1,8
	10209A	90	6	3	8,11	0,6
	10210A	90	6	3	8,11	0,6
	10211A	90	6	3	8,11	0,6
	10212A	90	6	3	8,11	0,6
	10219C	90	6	3	8,11	0,6
	10237B	264	6	3	8,11	1,8
	10257J	120	6	3	8,11	0,8
	10263A	90	6	3	8,11	0,6
	10220B	66	6	3	8,11	0,5
Fevereiro	10237C	200	6	3	8,11	1,4
	10254A	66	6	3	8,11	0,5
	10254B	66	6	3	8,11	0,5
	10257K	120	6	3	8,11	0,8
	10257L	66	6	3	8,11	0,5
	10258B	244	6	3	8,11	1,7
	10259A	120	6	3	8,11	0,8
	10261A	120	6	3	8,11	0,8
	10277A	120	6	3	8,11	0,8
	V10256A	294	6	3	8,11	2,0
	10220C	66	6	3	8,11	0,5
	10219E	66	6	3	8,11	0,5
Março	10254C	66	6	3	8,11	0,5
	10254D	66	6	3	8,11	0,5
	10247B	200	6	3	8,11	1,4
	10244A	244	6	3	8,11	1,7
	10271A	120	6	3	8,11	0,8
	10259B	244	6	3	8,11	1,7
	10257M	160	6	3	8,11	1,1
	10296A	66	6	3	8,11	0,5
	10253B	160	6	3	8,11	1,1
	10293A	120	6	3	8,11	0,8
	10298A	294	6	3	8,11	2,0
	10288A	294	6	3	8,11	2,0
	10274A	244	6	3	8,11	1,7
	10298B	66	6	3	8,11	0,5
Abril	10264A	120	6	3	8,11	0,8
	10264B	120	6	3	8,11	0,8
	10255A	120	6	3	8,11	0,8
	10255B	120	6	3	8,11	0,8
	10255C	120	6	3	8,11	0,8
	10185D	55	6	3	8,11	0,4
	10294A	244	6	3	8,11	1,7
	10292A	244	6	3	8,11	1,7
	10304A	66	6	3	8,11	0,5
	10265A	120	6	3	8,11	0,8
	10266A	120	6	3	8,11	0,8
	10267A	120	6	3	8,11	0,8
	10289A	244	6	3	8,11	1,7
Maio	10295A	294	6	3	8,11	2,0
	10290A	120	6	3	8,11	0,8
	10289B	244	6	3	8,11	1,7
	10278A	160	6	3	8,11	1,1
	10279A	160	6	3	8,11	1,1
	10279B	160	6	3	8,11	1,1
	10316A	66	6	3	8,11	0,5
	10269A	120	6	3	8,11	0,8
	10253A	160	6	3	8,11	1,1
	10260A	120	6	3	8,11	0,8
	10260B	120	6	3	8,11	0,8

		FORMAÇÃO DE FASES				
	Nº Projecto	Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº funcionários dedicados ao transformador por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Junho	10291A	294	6	3	8,11	2,0
	10260C	120	6	3	8,11	0,8
	10258C	66	6	3	8,11	0,5
	10258D	66	6	3	8,11	0,5
	10292B	244	6	3	8,11	1,7
	10292C	244	6	3	8,11	1,7
	V10306A	66	6	3	8,11	0,5
	V10342A	66	6	3	8,11	0,5
	10299B	264	6	3	8,11	1,8
	10275A	264	6	3	8,11	1,8
	10275B	264	6	3	8,11	1,8
Julho	V10333A	66	6	3	8,11	0,5
	V10305A	55	6	3	8,11	0,4
	10281A	120	6	3	8,11	0,8
	10282A	120	6	3	8,11	0,8
	10283A	120	6	3	8,11	0,8
	10276A	120	6	3	8,11	0,8
	10299A	264	6	3	8,11	1,8
	10275C	264	6	3	8,11	1,8
	10275D	264	6	3	8,11	1,8
	10262A	120	6	3	8,11	0,8
	10262C	120	6	3	8,11	0,8
	10302A	120	6	3	8,11	0,8
	10303A	120	6	3	8,11	0,8
	V10313A	244	6	3	8,11	1,7
Setembro	10303B	120	6	3	8,11	0,8
	10303C	120	6	3	8,11	0,8
	10308A	120	6	3	8,11	0,8
	10314A	120	6	3	8,11	0,8
	10280A	120	6	3	8,11	0,8
	10284A	120	6	3	8,11	0,8
	10309A	294	6	3	8,11	2,0
	V10312A	120	6	3	8,11	0,8
	10340A	120	6	3	8,11	0,8
	10311A	294	6	3	8,11	2,0
	10336A	66	6	3	8,11	0,5
	10262B	120	6	3	8,11	0,8
	10300A	120	6	3	8,11	0,8
	10301A	120	6	3	8,11	0,8
	10343A	264	6	3	8,11	1,8
Outubro	10336B	66	6	3	8,11	0,5
	10327A	120	6	3	8,11	0,8
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	10297A	200	6	3	8,11	1,4
	10319A	66	6	3	8,11	0,5
	10307A	294	6	3	8,11	2,0
	10285A	120	6	3	8,11	0,8
	10285B	120	6	3	8,11	0,8
	10320A	66	6	3	8,11	0,5
	10329B	120	6	3	8,11	0,8
	10315A	66	6	3	8,11	0,5
	10326A	120	6	3	8,11	0,8
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
Novembro	10287A	120	6	3	8,11	0,8
	10322A	66	6	3	8,11	0,5
	10324A	66	6	3	8,11	0,5
	10325A	66	6	3	8,11	0,5
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	10307B	294	6	3	8,11	2,0
	10310A	66	6	3	8,11	0,5
	10310B	66	6	3	8,11	0,5
	10330A	294	6	3	8,11	2,0
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	??? NPC	120	6	3	8,11	0,8
	Iberdrola	120	6	3	8,11	0,8

Dezembro	V????	66	6	3	8,11	0,5
	10320A	66	6	3	8,11	0,5
	10331A	66	6	3	8,11	0,5
	??? KAHR..	294	6	3	8,11	2,0
	10318A	66	6	3	8,11	0,5
	10338A	55	6	3	8,11	0,4
	10339A	55	6	3	8,11	0,4
	??? KAHR..	294	6	3	8,11	2,0

		LIGAÇÕES				
	Nº Projecto	Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº funcionários dedicados ao transformador por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Janeiro	10246E	244	6	3	8,11	1,7
	10272A	634	6	3	8,11	4,3
	10199B	850	6	3	8,11	5,8
	10218B	348	6	3	8,11	2,4
	10237B	682	6	3	8,11	4,7
	10209A	338	6	3	8,11	2,3
	10210A	338	6	3	8,11	2,3
	10211A	338	6	3	8,11	2,3
	10212A	338	6	3	8,11	2,3
	10219C	338	6	3	8,11	2,3
	10237B	682	6	3	8,11	4,7
	10257J	424	6	3	8,11	2,9
	10263A	528	6	3	8,11	3,6
	10220B	338	6	3	8,11	2,3
Fevereiro	10237C	682	6	3	8,11	4,7
	10254A	528	6	3	8,11	3,6
	10254B	244	6	3	8,11	1,7
	10257K	424	6	3	8,11	2,9
	10257L	244	6	3	8,11	1,7
	10258B	244	6	3	8,11	1,7
	10259A	634	6	3	8,11	4,3
	10261A	424	6	3	8,11	2,9
	10277A	424	6	3	8,11	2,9
	V10256A	424	6	3	8,11	2,9
	10220C	338	6	3	8,11	2,3
	10219E	850	6	3	8,11	5,8
Março	10254C	244	6	3	8,11	1,7
	10254D	244	6	3	8,11	1,7
	10247B	244	6	3	8,11	1,7
	10244A	244	6	3	8,11	1,7
	10271A	528	6	3	8,11	3,6
	10259B	634	6	3	8,11	4,3
	10257M	424	6	3	8,11	2,9
	10296A	634	6	3	8,11	4,3
	10253B	433	6	3	8,11	3,0
	10293A	424	6	3	8,11	2,9
	10298A	244	6	3	8,11	1,7
	10288A	424	6	3	8,11	2,9
	10274A	634	6	3	8,11	4,3
	10298B	424	6	3	8,11	2,9
Abril	10264A	850	6	3	8,11	5,8
	10264B	850	6	3	8,11	5,8
	10255A	424	6	3	8,11	2,9
	10255B	424	6	3	8,11	2,9
	10255C	424	6	3	8,11	2,9
	10185D	192	6	3	8,11	1,3
	10294A	634	6	3	8,11	4,3
	10292A	634	6	3	8,11	4,3
	10304A	244	6	3	8,11	1,7
	10265A	348	6	3	8,11	2,4
	10266A	348	6	3	8,11	2,4
	10267A	348	6	3	8,11	2,4
	10289A	634	6	3	8,11	4,3
Maio	10295A	850	6	3	8,11	5,8
	10290A	424	6	3	8,11	2,9
	10289B	634	6	3	8,11	4,3
	10278A	433	6	3	8,11	3,0
	10279A	433	6	3	8,11	3,0
	10279B	433	6	3	8,11	3,0
	10316A	244	6	3	8,11	1,7
	10269A	348	6	3	8,11	2,4
	10253A	433	6	3	8,11	3,0
	10260A	424	6	3	8,11	2,9
	10260B	424	6	3	8,11	2,9

	Nº Projecto	LIGAÇÕES				
		Tempo teórico (Horas×Homem)	Nº funcionários dedicados ao transformador por turno	Nº turnos	Horas/Turno	Duração (dias)
Junho	10291A	850	6	3	8,11	5,8
	10260C	424	6	3	8,11	2,9
	10258C	244	6	3	8,11	1,7
	10258D	244	6	3	8,11	1,7
	10292B	634	6	3	8,11	4,3
	10292C	634	6	3	8,11	4,3
	V10306A	244	6	3	8,11	1,7
	V10342A	244	6	3	8,11	1,7
	10299B	682	6	3	8,11	4,7
	10275A	682	6	3	8,11	4,7
	10275B	682	6	3	8,11	4,7
Julho	V10333A	244	6	3	8,11	1,7
	V10305A	192	6	3	8,11	1,3
	10281A	424	6	3	8,11	2,9
	10282A	424	6	3	8,11	2,9
	10283A	424	6	3	8,11	2,9
	10276A	424	6	3	8,11	2,9
	10299A	682	6	3	8,11	4,7
	10275C	682	6	3	8,11	4,7
	10275D	682	6	3	8,11	4,7
	10262A	424	6	3	8,11	2,9
	10262C	424	6	3	8,11	2,9
	10302A	424	6	3	8,11	2,9
	10303A	424	6	3	8,11	2,9
	V10313A	534	6	3	8,11	3,7
Setembro	10303B	424	6	3	8,11	2,9
	10303C	424	6	3	8,11	2,9
	10308A	424	6	3	8,11	2,9
	10314A	174	6	3	8,11	1,2
	10280A	348	6	3	8,11	2,4
	10284A	424	6	3	8,11	2,9
	10309A	850	6	3	8,11	5,8
	V10312A	424	6	3	8,11	2,9
	10340A	424	6	3	8,11	2,9
	10311A	850	6	3	8,11	5,8
	10336A	244	6	3	8,11	1,7
	10262B	424	6	3	8,11	2,9
	10300A	424	6	3	8,11	2,9
	10301A	424	6	3	8,11	2,9
	10242A	682	6	3	8,11	4,7
Outubro	10336B	244	6	3	8,11	1,7
	10327A	424	6	3	8,11	2,9
	??? NPC	424	6	3	8,11	2,9
	??? NPC	424	6	3	8,11	2,9
	??? NPC	424	6	3	8,11	2,9
	10297A	528	6	3	8,11	3,6
	10319A	244	6	3	8,11	1,7
	10307A	850	6	3	8,11	5,8
	10285A	424	6	3	8,11	2,9
	10285B	424	6	3	8,11	2,9
	10320A	244	6	3	8,11	1,7
	10329B	424	6	3	8,11	2,9
	10315A	244	6	3	8,11	1,7
	10326A	244	6	3	8,11	1,7
	??? NPC	244	6	3	8,11	1,7
	??? NPC	244	6	3	8,11	1,7
Novembro	10287A	424	6	3	8,11	2,9
	10322A	424	6	3	8,11	2,9
	10324A	244	6	3	8,11	1,7
	10325A	244	6	3	8,11	1,7
	??? NPC	244	6	3	8,11	1,7
	10307B	850	6	3	8,11	5,8
	10310A	244	6	3	8,11	1,7
	10310B	244	6	3	8,11	1,7
	10330A	850	6	3	8,11	5,8
	??? NPC	244	6	3	8,11	1,7
	??? NPC	244	6	3	8,11	1,7
Dezembro	Iberdrola	424	6	3	8,11	2,9
	V????	244	6	3	8,11	1,7
	10320A	244	6	3	8,11	1,7
	10331A	244	6	3	8,11	1,7
	??? KAHR..	850	6	3	8,11	5,8
	10318A	244	6	3	8,11	1,7
	10338A	192	6	3	8,11	1,3
	10339A	192	6	3	8,11	1,3
	??? KAHR..	850	6	3	8,11	5,8

ANEXO F: Consulta integral do resultado do método tentativa-erro adoptando a filosofia Lean.

	Nº	01	02	03	04	05	06	07	08	09											
	Projeto	01 dez	07 Jan	14 Jan	21 Jan	28 Jan	04 Fev	11 Fev	18 Fev	25 Fev											
		T	Q	S	D	T	Q	S	D	T	Q	S	D	T	Q	S	D	T	Q	S	D
Janeiro	10246E	B	B	B	I	I	S	S	M												
	10272A	B	B	B	I	I	I	S	S	M											
	10193b	B	B		B	B	I	I	I	I	S	S	M								
	10218b	B	B	B	B	I	I	I	I	S	S	M									
	10237b	B	B	B	B	B	I	I	I	I	S	S	M								
	10203A			B	B	B	I	I	I	S	S	M									
	10210A			B	B	B	I	I	I	S	S	M									
	10211A			B	B	B	I	I	I	S	S	M									
	10212A			B	B	B	I	I	I	S	S	M									
	10219C			B	B	B	I	I	I	S	S	M									
10237b			B	B	B	I	I	I	I	S	S	M									
10257J			B	B		B	B	B	I	I	S	S	M								
10263A						B	B	B	B	I	I	I	I								
Fevereiro	10237C						B		B	B	B	I	I	I	I	S	S	M			
	10254A							B	B	B	B	I	I	I	I	S	S	M			
	10254b								B	B	B	I	I	I	I	S	S	M			
	10257K								B	B	B	I	I	I	S	S	M				
	10257L								B	B	B	I	I	I	S	S	M				
	10258b								B	B	B	I	I	I	S	S	M				
	10259A								B	B	B	B	I	I	I	I	S	S	M		
	10261A									B	B	B	B	B	I	I	I	S	S	M	
	10277A										B	B	B	I	I	I	S	S	M		
	V10256A										B	B	B	B	I	I	I	S	S	M	
10220C											B	B	B	B	I	I	I	S	S	M	
10219E											B	B	B	B	I	I	I	S	S	M	

[illegible]

	Nº	8	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Proyecto	b r	05 mai	12 mai	13 mai	26 mai	02 Jun	03 Jun	16 Jun	23 Jun	30 Jun
		0	5	D	T	0	5	D	T	0	5
Mao	10235A		I	I	I	I	S	M			
	10230A		I	I	S	S	M				
	10289b		F	F	I	I	I	I	S	M	
	10278A		B	F	I	I	S	S	M		
	10279A		B	B	B	F		I	I	I	S
	10279b		B	B	B	B	F		I	I	I
	10316A		B	B	B	B	F		I	I	S
	10263A		B	B	B	F	I	I	S	S	
	10253A		B		B	B	B	B	F		I
	10260A		B	B	B	B	F	I	I	S	S
10260b		B		B	B	B	F	I	I	S	
Junho	10291A			B	B	B	B	B	F	F	I
	10260C				B	B	B	B	F	I	
	10258C					B	B	B	F	I	S
	10258D					B	B	B	B	F	I
	10292b					B	B	B	F	I	
	10292C					B	B				
	V10306A					B	B	B	B	F	I
	V10342A					B	B	B	B	F	I
	10299b					B					
	10275A					B	B	B	B	F	F
10275b					B	B	B	B	F	F	

Glossário

Actividade Conjunto de tarefas que correspondem a uma fase do processo produtivo.

Actividade crítica Actividade que pertence ao caminho crítico.

Actividade sem valor acrescentado Actividade necessária ao negócio mas que não aumenta, directamente, o valor do bem.

Análise Dias-Máquina Análise necessária à bobinagem; compreende analisar o tempo de calendário para a produção de cada transformador, tendo em conta os recursos disponíveis e o tempo que demora a bobinar.

Bloco de Tempos Ferramenta que faz parte do Know-how da empresa; tabela com a duração dos tempos de produção de cada transformador.

Bottleneck Actividade que está a causar maior à prossecução da produção; chamado “gargalo” da produção.

Bull-whip effect Fenómeno caracterizado pela variabilidade a montante da cadeia de abastecimento e que se espalha ao longo desta, até chegar a jusante, à produção. Em português chama-se *efeito chicote*.

Caderno de Encargos Documento fornecido pelo cliente que contém os requisitos técnicos e comerciais.

Cálculo Definição técnica do produto incluindo a definição da totalidade de materiais e componentes do Produto realizada pela Engenharia.

Caminho crítico O caminho mais longo do fluxo de actividades, constituído assim por um conjunto de actividades críticas.

Capacidade de Produção A capacidade de produção média da unidade PT é de 8 transformadores Core por mês e 1 Shell cada mês e meio.

As características particulares de cada transformador a colocar em produção (potência e tensão) poderão obrigar à alteração pontual da carga possível. Esta decisão é tomada em conjunto pelos responsáveis presentes na reunião semanal de planeamento.

A Capacidade para Reparações e Subestações Móveis depende muito da particularidade de cada negócio. O planeamento dos trabalhos de ambas as actividades é acompanhado durante as Reuniões Semanais de Planeamento.

Capacidade Efectiva Capacidade produtiva real da fábrica de um período de tempo (semanal, mensal, anual); tem em consideração os recursos disponíveis. Também se designa por *capacidade instalada*.

Centro de Trabalho Designação dada a uma actividade. No Core há 5 centros de trabalho que estão identificados pela letra “C” de Core e um número 00X sendo:

C001 – Centro de trabalho Isolantes

C002 – Centro de trabalho Bobinagem
C003 – Centro de trabalho Montagem do CM
C004 – Centro de trabalho Montagem das Partes Activas
C005 – Centro de trabalho Equipamento Exterior

Há ainda centros de trabalho que são comuns tanto aos transformadores Core como aos transformadores Shell. A estes atribuímos uma nova identificação dada pela letra “T” seguidos de um número 0X sendo:

T02 – Centro de trabalho comum “Expedição”
T03 – Centro de trabalho comum “Carpintaria”
T04 – Centro de trabalho comum “Corte da Chapa Magnética”
T05 – Centro de trabalho comum “Construção Soldada”

Ciclo de vida do produto Conceito que descreve a presença de um produto ou serviço no mercado segundo uma evolução em quatro fases: introdução; crescimento; maturidade; e declínio. Em cada momento, a fase neste processo determina a taxa de crescimento das vendas, a rentabilidade e as linhas gerais da estratégia a adoptar.

Circuito Magnético constituinte da parte activa de um transformador tratando-se de um núcleo magnético constituído por um empilhamento de chapas com forma especial, isoladas entre elas.

Colaboradores Recursos Humanos pertencentes à MOD e MOT.

Conjuntura Combinação crítica de factores que podem levar ou a um aumento da actividade do negócio pelo aumento da procura , ou , por outro lado, a uma redução da actividade do negócio pela razão contrária.

Contrato Dossier que formaliza todas as condições legais, comerciais , financeiras e técnicas da Ordem de Venda realizada entre o cliente e a empresa.

Controlo do processo Gestão do processo centralizado em garantir, a curto prazo, que o desempenho efectivo dos processos está de acordo com o esperado.

Core business Expressão que define o negócio central de uma dada empresa.

Core competencies Descreve os pontos fortes e conhecimentos que permitem a uma empresa ser mais competitiva. Para a empresa os clientes devem ser importantes, pelo que lhes deve prestar bastante atenção.

Cuba Constituinte do transformador. Chassis em ferro com tampa que protege a parte activa do transformador.

Cultura organizacional É constituída pelas normas, valores e práticas que caracterizam uma empresa e a tornam única. Assim, trata-se do principal factor responsável pelo desenvolvimento de um sentido de unidade e participação colectiva. Por muitos gurus é considerada como o grande segredo responsável pelo sucesso das empresas com melhor performance a longo prazo.

Diagrama de causa-efeito Ilustração que mostra a cadeia de relações causa-efeito que permitem identificar a causa da variabilidade de um resultado. Também se designa por diagrama fishbone ou Ishikawa.

Diagrama-tipo ou Diagrama de Fabrico Tipo Planeamento efectuado de acordo com o tipo e gama do produto que engloba todos os processos da organização desde o registo do projecto até à expedição do Produto. No Core, há quatro diagramas-tipo que são atribuídos consoante a potência e a tensão do transformador em questão. Se não for possível ajustar ambas características aos diagramas-tipo, é dada preferência sob a Potencia.

Desperdício Qualquer falha no ciclo de produção e entrega do bem ao cliente; refere-se não só a produtos defeituosos como também ao re-trabalho, à entrega do produto fora do prazo estabelecido entre o fornecedor e o cliente.

Down-level Tudo o que está relacionado com a produção, incluindo o planeamento.

Encomenda Documento, elaborado por PTMS, que contem o resumo dos requisitos estabelecidos entre o cliente e a empresa.

Enterprise Resource Planning Software utilizado em qualquer tipo de negócio (produção, serviço) que suporta actividades como o Planeamento, Logística, Produção.

EXW ou Ex- Works termo comercial internacional usado na compra e venda de mercadorias cuja obrigação do vendedor é colocar a mercadoria no seu estabelecimento à disposição do comprador, ficando por conta e riscos deste, os custos desde o carregamento até o porto de destino.

Fidelização do cliente Actualmente as empresas preocupam-se cada vez mais em fidelizar os seus clientes. Isso pode ser feito, através de estudos de mercado, que permitem compreender melhor o que pode estar na origem das suas motivações de compra. Por outro lado, os clientes mais antigos da empresa são também os mais exigentes, o que obriga a empresa a inovar constantemente e a controlar os seus padrões de qualidade, de modo a que o cliente fique sempre satisfeito.

Flow Rate Número de peças que atravessam (entram e saem) um determinado ponto do processo produtivo (uma actividade, por exemplo), por unidade de tempo.

Flow Time ou Tempo de Percurso Tempo total que uma unidade demora a atravessar o sistema produtivo em causa

Inactividade Paragens produtivas devido a factores como a falta de material de equipas precedentes, avaria de máquinas, falta de trabalho, falta ou erro na documentação.

Input buffer Acontece quando o fluxo de materiais vai para uma actividade que se encontra com os recursos indisponíveis para o processar, formando assim stock em curso de fabrico.

Instrução Operacional Documento que define de uma forma precisa a sequência das operações a desenvolver no fabrico de qualquer peça ou qualquer máquina.

Inventory Buildup Formação de stock, ao longo do tempo, originado pelas filas de espera e recursos não disponíveis para processar os bens que se encontram no stock.

Job shop Arquitectura do processo que é caracterizada por baixo volume de encomendas e produção contra-encomenda.

Layout Fabril Disposição dos equipamentos e postos de trabalho no espaço físico.

Layout Funcional Um tipo de design de processo que agrupa recursos organizacionais por actividades de processamento ou “funções” em “departamentos”.

Lead-Time Tempo que demora a chegar uma unidade, a partir do momento em que foi pedida.

Lead time gap Diferença temporal entre o tempo que demora a obter matérias-primas, produzir e entregar o produto final e o tempo que o cliente está preparado para esperar por ele.

Lean Filosofia de gestão das operações para atingir máxima eficiência e sincronização dos processo, diminuindo os desperdícios. Uma operação lean tem quatro objectivos:

- Melhorar o fluxo dos processos através de um layout fabril eficiente e fluxo de informação e de bens adequados;
- Aumentar a flexibilidade do processo através da redução de setups;
- Reduzir a variabilidade do processo através de taxas de cadência, tempos de processamento e qualidade;
- Minimizar o custo dos processos através da eliminação das actividades que não acrescentam valor ao produto como o transporte, inspecção e re-trabalho.

Mão-de-obra Efectiva Colaboradores fabris com contrato a prazo ou efectivos. Também se designa por mão-de-obra directa.

Mão-de-obra Temporária Colaboradores fabris com contrato temporário através de empresa de aluguer de mão-de-obra.

Make-to-order Produção contra-encomenda, caracterizada por não haver stocks.

Make-to-stock Produção para gerar stock; geralmente está associada à produção em série, standardizada.

Order-to-delivery cycle Ciclo desde a entrada do pedido do cliente até à sua recepção.

Outliers Observações numericamente distantes dos dados e por isso não traduzem o comportamento normal da variável em estudo.

Parte Activa Conjunto do circuito magnético e das bobinas.

Planeamento Actividade necessária a qualquer negócio cujas responsabilidades são planear a produção, cada projecto, as equipas envolvidas.

Prémio de Qualidade e Desempenho Prémio atribuído à MOD segundo o seu rendimento e outros factores.

Projecto Cálculo e projecto do produto e elaboração de toda a documentação necessária do produto para fabrico e Planos para Cliente assim como a elaboração das requisições de materiais ao Sector de Aprovisionamentos.

As encomendas assim que são aceites dão origem a projectos que têm uma determinada codificação.

E8xx yyyya ou V8xx yyyya

E – Letra fixa que identifica o subProjecto de Fabrico.

8 – Dígito Fixo de Identificação da Unidade PT

xx – Dígitos que identificam o produto

01 – Transformadores tipo Core

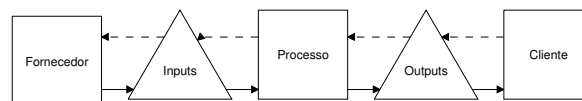
02 – Transformadores tipo Shell

03 – Genérico MS

yyyyy – N° de ordem sequencial dos diferentes Projectos

α- Letra maiúscula de sequencial iniciada por A indica o n° de ordem do transformador dentro do Projecto

Pull System Num sistema Pull, a produção inicia quando há procura dos clientes, de tal forma que um centro de trabalho só produz e entrega ao centro de trabalho seguinte quando este ultimo precisar (cada centro de trabalho é visto como um cliente e um fornecedor). Tenta-se, com esta abordagem, diminuir os stocks embora seja um desafio maior conseguir que os fornecedores da cadeia de abastecimento tenham o(s) produto(s) no prazo desejável, pois têm menos tempo de resposta.



Fluxo de informação: -----

Fluxo de bens: _____

Rendimento Quantidade de trabalho que é esperado fazer-se considerando o tempo padrão.

Shortage Falha de matérias-primas que provocam paragens da produção e consequente aumento da taxa de inactividade.

Six-Sigma Genericamente é um processo que produz apenas 3,4 unidades defeituosas por milhão. Está associada à filosofia de melhoria contínua pela identificação das causas controláveis que levam ao desperdício, eliminando-as.

Takt time Técnica de medição do tempo padrão da duração de cada tarefa a analisar, aplicada à gestão da produção. O objectivo é sincronizar a produção com a procura, possibilitando um sistema de produção Lean conhecido como *pull system*.

Tarefa Solicitação dirigida ao colaborador para executar funções com o propósito de alcançar a meta desejada. Um conjunto de tarefas representa uma actividade.

Tempo Padrão Tempo de referência para a execução de uma determinada tarefa sob determinadas condições e assumindo um operário normal e a um ritmo normal.

Tempo Previsto Tempo estimado o qual se julga necessário para a realização de uma tarefa (ou conjunto de tarefas). Este valor é extraído da resultante do tempo padrão e dos factores condicionantes.

Tempo de Processamento Tempo que uma máquina ou posto de trabalho necessita para terminar uma operação ou conjunto de operações numa peça ou lote de peças.

Tempo Realizado Tempo efectivamente utilizado para a completa realização de uma tarefa (ou conjunto de tarefas). Também se designa por *tempo efectivo*.

Transformadores Máquinas eléctricas que transformam a tensão.

Up-level Tudo o que diz respeito ao Comercial e Administração.

Vapour Phase Trata-se de um tipo de secagem a que o transformador é sujeito imediatamente antes da montagem final. A secagem é feita com vapor de querosene.

Work-in-process representa a quantidade de produtos que se encontra em processamento.