

Virtual Factory Framework

Luís Miguel Marques Borges

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Hermenegildo Pereira

Orientador na Empresa: Engenheira Margarida Pereira



FEUP

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica – Ramo Gestão Industrial

2011-01-28

À minha Mãe por todo o seu amor, coragem e suporte, pela sua presença constante na minha vida. Ao meu Pai por todo o seu amor e disponibilidade, o seu exemplo e o gosto que despertou em mim, desde cedo, pela engenharia. Ao meu Irmão por toda a sua amizade e proteção dadas em qualquer ocasião. À minha Irmã por toda a alegria e carinho que sempre me influenciam. À minha namorada por todo o seu amor, carinho e presença ao longo destes quase 7 anos juntos.

Resumo

Nos últimos anos o Mundo tem sido atingindo por uma grave crise económica. Então, a comissão europeia, com o objetivo de aumentar a sua competitividade, decidiu apoiar o projeto *Holistic, Extensible, Scalable and Standard Virtual Factory Framework*, com o acrónimo *VFF*, que pretende implementar sob um novo conceito a Fábrica Virtual da próxima geração e estabelecer as bases das futuras aplicações nesta área de investigação.

O projeto europeu *VFF*, que conta com a participação de 30 empresas e institutos de 11 países diferentes é um projeto que vai alimentar e fortalecer a economia europeia através da cooperação das suas empresas e institutos.

A Volkswagen Autoeuropa, Lda. foi convidada a participar e contribuir com o seu extenso *know-how* em indicadores de produtividade. A sua principal responsabilidade destaca-se na elaboração e teste de um módulo informático, em parceria com o INESC Porto, que permitirá calcular *KPI(s)* (*key performance indicators*) e realizar a sua validação na fase de *ramp-up* e de monitorização do produto.

É neste contexto que se insere o projeto descrito no presente relatório que expõe alguns testes a uma pequena parte do módulo informático (o possível até à data) e uma sistematização dos procedimentos de cálculo de três indicadores de produtividade que a empresa utiliza e vão contribuir para a melhoria dos procedimentos e para a atualização do repositório de conhecimento.

Abstract

At the last few years the world is suffering from an economic crisis. European commission, in order to reinforce the competitiveness, decided to support the project *Holistic, Extensible, Scalable and Standard Virtual Factory Framework*, acronym *VFF*, which pretends at the foundation of a new conceptual framework designed to implement the next generation Virtual Factory, also meant to lay the basis for future applications in this research area.

Therefore, *VFF*, that incorporates thirty companies and institutes from eleven different European countries, will foster and strengthen the primacy of Future European manufacturing, through European companies and Institutes cooperation.

Volkswagen Autoeuropa, Lda. has been invited to participate and contribute with its know-how under some productivity indicators. Its leading responsibility is to support INESC Porto in the development of a functional module that will allow the KPI(s) calculation and ensure the validation of the module concerning the ramp-up and monitoring phase of the product lifecycle.

The project described in this report is under all context and presents some tests made to a part of the module (only the possible until now) and the documentation about the calculation procedures for three indicators used by Volkswagen Autoeuropa, Lda., that allow its improvement and update of the knowledge repository.

Agradecimentos

Agradeço ao engenheiro António Norberto, meu orientador na Volkswagen Autoeuropa, Lda, pela enorme oportunidade que me concedeu e pela honra de ter sido o escolhido, no meio de tantos, para realizar este projeto nesta empresa e neste departamento. Agradeço a sua disponibilidade, vontade de me ajudar e ensinar, tendo em muito contribuído para me tornar uma pessoa diferente, mais madura e mais forte.

Agradeço à engenheira Margarida Pereira que se disponibilizou para assumir a minha orientação na empresa, por toda a prontidão e pelos seus conselhos com que sempre me apoiou.

Agradeço à Ana Melão pela sua amizade, disponibilidade, paciência, ajuda e ensinamentos que muito contribuíram para aumentar o meu conhecimento e a minha atitude profissional.

Agradeço à Joana Domingues, pessoa sempre motivadora e que despertou em mim uma atenção ao pormenor e às atitudes que até aqui não possuía, as suas palavras acertivas e confiantes foram um exemplo.

Agradeço às minhas colegas estagiárias Ana Louzeiro e Evelina Correia que se mostraram disponíveis e compreensíveis com as minhas dúvidas durante as nossas discussões na fase de aprendizagem.

Agradeço ao engenheiro Hermenegildo Pereira, meu orientador FEUP, que sempre se mostrou disponível e com a abertura necessária para me orientar e ensinar durante este semestre.

Agradeço aos meus familiares não referidos na dedicatória, que indireta ou diretamente contribuíram para o meu sucesso e empenho nestes quase seis anos de ensino superior.

Agradeço à empresa a remuneração financeira que me foi dada, contudo devo salientar que para mim foi sobretudo relevante a oportunidade de que beneficieei na minha evolução intelectual e profissional.

Índice de Conteúdos

1. Introdução	6
1.1. Apresentação da Empresa Volkswagen Autoeuropa, Lda.	7
1.2. O Projeto <i>Virtual Factory Framework</i> na Volkswagen Autoeuropa, Lda.	9
1.3. Método seguido no projeto.....	9
1.4. Temas Abordados e sua Organização na Presente Dissertação	10
2. <i>Holistic, extensible, scalable and standard Virtual Factory Framework</i>	10
2.1. Contextualização.....	10
2.2. Introdução ao Virtual Factory Framework	11
2.3. A Visão Virtual Factory Framework	11
2.4. Virtual Factory Framework	12
2.5. Os 4 Pilares da Fábrica Virtual.....	12
2.5.1. Pilar I: Modelo referencial	12
2.5.2. Pilar II: Gestor da Fábrica Virtual.....	13
2.5.3. Pilar III: Módulos Funcionais.....	13
2.5.4. Pilar IV: Repositório de Conhecimento	13
2.6. Os Objetivos do <i>VFF</i>	13
2.7. Metodologia e Plano de Trabalho	14
2.7.1. Calendário	15
3. A participação da Volkswagen Autoeuropa, Lda.	16
3.1. <i>KPI(s) – Key Performance Indicators</i>	16
3.2. <i>KPI(s) – Indicadores de Produtividade da Volkswagen Autoeuropa</i>	17
3.2.1. <i>Hours per Unit</i>	18
3.2.2. <i>Organizational Hours per Unit</i>	28
3.2.3. <i>Productivity</i>	34
4. O Módulo informático	37
4.1. “ <i>Upload</i> ” dos dados.....	37
4.2. Calcular o <i>HPU</i>	40
4.3. Reportar o <i>HPU</i>	42
4.4. Sugestões de Melhoria do Módulo.....	43
4.5. As potencialidades de melhoria do Módulo.....	44
5. Sugestões de Melhorias nos Processos de Cálculo dos Indicadores	45
6. Conclusões.....	47
Referências	49
Bibliografia.....	50
ANEXO A: Empresas que Participam no <i>VFF</i>	
ANEXO B: Tarefas dos <i>Work Packages</i>	
ANEXO C: Tabela de <i>Deliverable</i>	
ANEXO D: Planeamento do Projeto – Gráfico de Gantt	

Siglas

BU	<i>Business Unit</i>
CLM(s)	<i>Cost Less Manpower</i> , Trabalhadores com longo absentismo
C.C.	Centro de Custo
ETT(s) ou ETT's	<i>Employee in Temporary Term</i> , operadores temporários
FSE	Refere-se aos impatriados, trabalhadores que vêm de outras empresas
HPU	Indicador <i>Hours per Unit</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i> , Indicadores Chave de Desempenho
KVP (CIP)	<i>Continual improvement process</i> , refere-se ao programa de melhoria contínua da empresa.
NAR	<i>North American Region</i> , refere-se aos mercados da região norte americana.
OHPU	Indicador <i>Organizational Hours per Unit</i>
PEI	<i>Planning Environment Infrastructure</i>
R.H.	Recursos Humanos
SIE	<i>Strategic Industrial Engineering</i> , Engenharia Industrial Estratégica
VFF	<i>Virtual Factory Framework</i>

Índice de Ilustrações

Ilustração 1 - Histórico da Fábrica, relacionando diretores gerais, produção anual, chegada de modelos e colaboradores.....	8
Ilustração 2- Organigrama do Departamento Cálculo de Produtividade.....	8
Ilustração 3- Diversidade de Países Participantes	11
Ilustração 4 - O conceito <i>VFF</i>	12
Ilustração 5 - Estrutura do Projeto.....	14
Ilustração 6- Ciclo de Vida da Fábrica	16
Ilustração 7 - Curva de Experiência	17
Ilustração 8- Exemplo de um relatório <i>HPU</i>	20
Ilustração 9- Esquema do <i>HPU</i> diário.....	21
Ilustração 10 - <i>Workflow</i> dos procedimentos de cálculo do <i>HPU</i> diário.....	23
Ilustração 11- Diapositivo de uma apresentação para o <i>VFF</i>	24
Ilustração 12 - Esquema do <i>HPU</i> Semanal	25
Ilustração 13 - <i>Workflow</i> do procedimento de cálculo do <i>HPU</i> semanal.....	27
Ilustração 14- Exemplo de um Relatório <i>OHPU</i> para a totalidade da fábrica.	29
Ilustração 15 - Exemplo de um Relatório <i>OHPU</i> por tipo de trabalhador para o Volkswagen Scirocco	29
Ilustração 16 - Esquema do <i>OHPU</i> (Mensal).....	30
Ilustração 17 - <i>Workflow</i> do procedimento de cálculo do <i>OHPU</i>	32
Ilustração 18 - <i>Swimlane</i> do "subprocesso" atualização do " <i>Manpower</i> "	33
Ilustração 19 - Exemplo de um relatório <i>Productivity</i> para o total da fábrica.....	34
Ilustração 20 - Esquema do <i>Productivity</i>	35
Ilustração 21 - <i>Workflow</i> do procedimento de cálculo do <i>Productivity</i>	36
Ilustração 22 - Interface do Módulo Informático	37
Ilustração 23 - Submenus do Menu "Data Sheets"	38
Ilustração 24 - Menu "Load Data Sheet"	38
Ilustração 25 – Tipos de dados para fazer <i>upload</i>	39
Ilustração 26 – Selecionar o ficheiro para fazer <i>upload</i>	39
Ilustração 27 - " <i>Calculate HPU</i> " – Selecionar o dia	40
Ilustração 28 - Calcular o <i>HPU</i>	41
Ilustração 29- Gráficos <i>HPU</i>	41
Ilustração 30 - Período de Visualização	42
Ilustração 31 - Produtos que se podem selecionar.....	42

Ilustração 32 - Relatório <i>HPU</i> em formato pdf	42
Ilustração 33 - Exemplo de uma interface mais Generalista	46
Ilustração 34 – Redução de custos Vs. Adição de valor acrescentado	47

Índice de Tabelas

Tabela 1- Historial da Volkswagen Autoeuropa, Lda.	7
Tabela 2 - Tarefas com tempos que representam custos diretos para a fábrica.....	19

1. Introdução

No âmbito da unidade curricular Dissertação/Projeto do curso de engenharia mecânica, especialidade gestão da produção, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, é elaborada esta dissertação de mestrado que pretende reportar o projeto efetuado na empresa Volkswagen Autoeuropa, Lda., tendo como tema o projeto europeu *Virtual Factory Framework*.

No contexto atual de dificuldades financeiras para as empresas, são necessários novos valores e métodos de negócio, conducentes a um benefício para todas as partes que contribuem para o lucro e para a dinâmica duma sociedade determinada pelo capitalismo, responsável pelo enriquecimento de uns e empobrecimento de muitos.

As empresas e a sociedade têm vindo a mudar a sua visão do Mundo e do lucro, considerando-se hoje em dia que o bem-estar dos clientes é um bem precioso, capaz de assegurar a sua fidelização e que a concorrência não é um inimigo a abater, porque a disputa do mercado aumenta a competitividade e determina a diferenciação com a qual se pode melhorar os produtos e/ou serviços, contribuindo para a evolução da sociedade.

A União Europeia decidiu, no que designa por “Estratégia de Lisboa”, implementar o *Seventh Framework Programme (FP7)*, para alavancar projetos europeus que contribuam para o desenvolvimento da economia europeia. Os mentores do *Virtual Factory Framework (VFF)* aproveitando a oportunidade de financiamento, decidiram lançar este projeto que irá ajudar as pequenas e médias empresas da Europa e contribuir para o desenvolvimento da economia europeia.

O *VFF* prevê que, ao longo da sua realização sejam utilizados módulos informáticos já existentes nas empresas e integrá-los no contexto do projeto europeu e, por outro lado, iniciar e desenvolver novos módulos informáticos que permitam alcançar os objetivos do *VFF*.

São objetivos do projeto apresentado neste relatório realizar a validação de um novo módulo sobre indicadores de desempenho e documentar, sob a forma de *workflows*, os procedimentos de cálculo, procurando implementar melhorias e contribuir para o repositório de conhecimento que a participação no *VFF* tem vindo a fomentar. Para evidenciar a validação dos resultados do projeto, serão comparados os tempos de cálculo e o rigor na obtenção dos *outputs* calculados através do *software* com os obtidos, manualmente, pelo método de cálculo utilizado na empresa.

A empresa possui um vasto conhecimento sobre indicadores de produtividade aplicados ao número de colaboradores presentes na fábrica e foi nestas condições que se iniciou a participação no *VFF*. A partilha de *know-how*, a aprendizagem, a evolução e a contribuição do Grupo para o desenvolvimento da economia europeia, determinaram a participação da empresa.

1.1. Apresentação da Empresa Volkswagen Autoeuropa, Lda.

A Volkswagen Autoeuropa, Lda. é uma empresa do grupo Volkswagen, um dos maiores fabricantes do ramo automóvel a nível mundial e o maior europeu. Com as suas 9 marcas, produz, atualmente, 26000 unidades por dia, empregando 370.000 pessoas, realizando vendas em cerca de 153 países. No ano de 2009, o volume de negócios atingiu 70,7 mil milhões de euros, dado revelador da sua boa imagem alicerçada no cliente e da sua força no mercado automóvel mundial.

A Volkswagen Autoeuropa, Lda. encontra-se localizada na Quinta da Marquesa, freguesia da Quinta do Anjo, concelho de Palmela e distrito de Setúbal. Com um investimento inicial de 1.970 milhões de euros, tornou-se no maior investimento concretizado, até hoje, no nosso País, possuindo um território de 1.100.000 metros quadrados. A Volkswagen Autoeuropa tem certificação ISO 14001 e uma política reveladora do compromisso ambiental do grupo Volkswagen.

Atualmente produz 3 modelos Volkswagen sendo o novo MPV, a Volkswagen Sharan NF, a mais recente aquisição. Em 2008 iniciou-se a fabricação de um coupé, o Volkswagen Scirocco e o modelo mais antigo na fábrica é o Volkswagen Eos, o cabriolet da marca, que recentemente sofreu um *facelift* (“uma lavagem de cara”).

Informações adicionais sobre o grupo Volkswagen no endereço: www.fe.up.pt/~em08251






Recentemente, um investimento de mais de meio milhão de euros, permitiu remodelar toda a área de montagem final, criando uma única plataforma para a produção dos 3 modelos. Com esta solução, a empresa consegue flexibilizar a resposta às solicitações dos clientes e otimizar a sua capacidade e custo de produção, utilizando recursos alocados com maior eficiência. A propósito, transcreve-se uma citação do novo Diretor Geral, António de Melo Pires: “*desafio alguém a demonstrar uma fábrica do grupo mais flexível que a nossa*”.

Na Tabela 1 são apresentados os principais acontecimentos na Volkswagen Autoeuropa, desde 1991, data da inauguração, até 2010. Salienta-se a importância, para a permanência da fábrica em Portugal, do início de fabrico do Volkswagen Eos em 2005 e também a posterior conquista do Volkswagen Scirocco em 2008.

O anterior Diretor Geral Andreas Hinrichs manifestava, em entrevista ao jornal da Volkswagen Autoeuropa, que a sua principal preocupação era a produção realizada estar muito aquém da instalada, situação que, a manter-se podia determinar a deslocalização da empresa. Com

a chegada do novo MPV (Volkswagen Sharan NF e Seat Alhambra NF) os cenários mudaram e, posteriormente, numa outra entrevista ao mesmo jornal, Andreas Hinrichs dizia-se

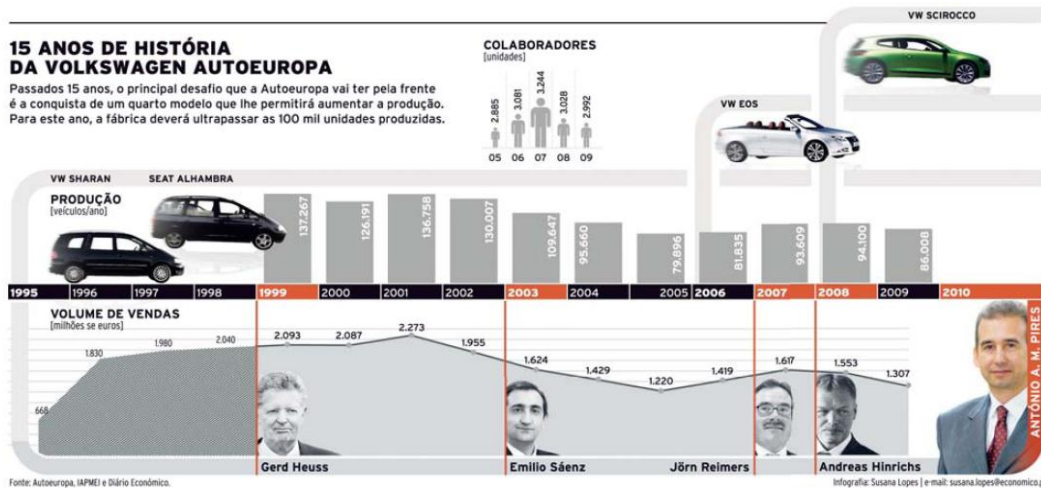
Tabela 1- Historial da Volkswagen Autoeuropa, Lda.

VW Sharan		1991	Início da cooperação entre a “Volkswagen” e a “Ford” para a produção da Volkswagen Sharan, Seat Alhambra e da Ford Galaxy. Total Do Investimento: €1.970 M
		1995	Início da Produção
		1999	A Volkswagen toma a total responsabilidade pela fábrica.
SEAT Alhambra		2000	Primeira “Lavagem de cara” do MPV
		2003	Segunda “Lavagem de cara” do MPV 1 000 000 un produzidas
		2004	Anúncio da produção do Volkswagen Eos na Volkswagen Autoeuropa. Investimento: €600 M
		2005	Início de produção dos Volkswagen Eos (“pre-series”)
VW Eos		2006	Início de produção dos Volkswagen Eos
VW Scirocco		2006	Fim de Produção da Ford Galaxy Anúncio de produção do Volkswagen Scirocco na Volkswagen Autoeuropa
		2008	Início da produção do Volkswagen Scirocco
VW Sharan		2009	Fim de Produção do MPV Implementação do conceito linha de produção única
		2010	Anúncio oficial da produção do novo MPV na Volkswagen Autoeuropa

confiante em relação ao futuro da empresa e na expectativa dum aumento de produção dada a receptividade do mercado ao novo modelo.

É um objetivo da Volkswagen Autoeuropa e de todos os seus colaboradores conseguirem, em 2010, superar as 100 000 unidades.

Da investigação realizada para a elaboração deste relatório surge a Ilustração 1, que permite dar uma ideia da evolução da produção e do volume de negócios da Volkswagen Autoeuropa, desde 1995 até à nomeação do engenheiro António de Melo Pires para o cargo de Diretor Geral da Fábrica.



Rectificação: Gerd Heuss foi Director-Geral entre 2000 e 2003

Ilustração 1 - Histórico da Fábrica, relacionando diretores gerais, produção anual, chegada de modelos e colaboradores.

Existe na Volkswagen Autoeuropa o desejo de fabricar um quarto modelo para atingir uma produção anual de 200.000 unidades, valor corresponde à capacidade já instalada.

A dissertação foi elaborada no departamento responsável pelo cálculo da produtividade, que reporta à direção da *Engenharia Industrial e Gestão Otimizada* e tem por missão calcular e monitorizar a produtividade, através dos três indicadores seguintes:

- “OHPU” - *Organizational Hours Per Unit*,
- “HPU” - *Hours per Unit*
- “*Productivity*”.

O departamento participa no projeto europeu “*Virtual Factory Framework*” contribuindo com o seu conhecimento no desenvolvimento e teste de um módulo informático que, no futuro, calculará, semiautomaticamente, os indicadores referidos.

A Ilustração 2 apresenta o organigrama do departamento no qual o aluno de mestrado Luís Borges é responsável pela validação do módulo informático, ainda em desenvolvimento numa parceria com o INESC Porto.



Ilustração 2- Organigrama do Departamento Cálculo de Produtividade

1.2. O Projeto *Virtual Factory Framework* na Volkswagen Autoeuropa, Lda.

Os indicadores de produtividade são calculados diária, semanal e mensalmente, com o auxílio dos *softwares* Microsoft Excel 2010 e Microsoft Access 2003. Este processo de cálculo é demorado, sendo necessário para cada indicador um colaborador. Devido à morosidade do processo de cálculo e a outros trabalhos que o departamento realiza resta pouco tempo para a análise dos resultados. Reconhecido este constrangimento pelo diretor do departamento, foi decidido avançar com o desenvolvimento de um módulo de cálculo semiautomático dos indicadores, no âmbito do *VFF*, que liberte tempo para a análise dos resultados e a procura de soluções que melhorem a produtividade.

1.3. Método seguido no projeto

O projeto dividiu-se em 4 fases, que a seguir se referem e descrevem, uma a uma, sendo que a primeira fase foi de aprendizagem e contextualização relativamente ao *VFF* e dos indicadores de produtividade; a segunda fase de aprendizagem junto das especialistas dos procedimentos práticos de cálculo; a terceira fase foi o contacto com a primeira parte do módulo informático e a quarta e última fase de documentação dos procedimentos de cálculo.

1º Fase

Contextualização da aprendizagem relativamente, ao departamento, ao *VFF* e ao estudo dos indicadores de produtividade, através da leitura de apresentações em Microsoft PowerPoint e da partilha de conhecimento com o estagiário antecedente e as especialistas do departamento. A leitura dos documentos elaborados para o projeto europeu por todos os parceiros permitiu compreender as orientações e objetivos do *VFF*.

2º Fase

Visualização, junto das especialistas, do procedimento do cálculo de produtividade, com identificação de todos os passos e dados necessários para a conclusão do cálculo.

3º Fase

Com a instalação da 1ª fase do módulo, disponibilizado pelo INESC Porto, realizaram-se os primeiros ensaios e identificaram-se as melhorias necessárias. Apesar da expectativa colocada no projeto, relativamente ao módulo, este não foi totalmente disponibilizado antes de finalizar este documento e, por isso, não se documenta a validação do módulo completo.

4º Fase

Através dos documentos de apoio lidos na 1ª fase e dos apontamentos tirados na segunda fase, foi possível realizar os *workflows* apresentados neste relatório (capítulo 3), que permitem identificar o desperdício em tarefas desnecessárias do procedimento e serem utilizados como documentação de apoio à aprendizagem, contribuindo para a evolução do repositório de conhecimento do departamento.

1.4. Temas Abordados e sua Organização na Presente Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividido em cinco capítulos que apresentam ao leitor uma visão holística do projeto na empresa.

No primeiro capítulo apresenta-se a empresa, o projeto na empresa e o *VFF*.

No segundo capítulo descreve-se o projeto europeu *Holistic, Extensible, Scalable and Standart Virtual Factory Framework (VFF)*, o seu planeamento e a metodologia para a sua concretização.

No terceiro capítulo, aborda-se o levantamento do estado da arte, apresentando-se os procedimentos de cálculo que são utilizados na empresa para os três indicadores, identificando-se tarefas que constituem desperdício e tecem-se alguns comentários sobre os procedimentos.

O quarto capítulo irá forçar-se na experimentação e na análise das melhorias a implementar no módulo, devendo fazer-se a ressalva de que o mesmo ainda se encontra em desenvolvimento, e como tal, a exploração do módulo não será feita na sua completude.

No quinto capítulo, apresenta-se uma avaliação dos resultados do projeto, partindo do estado da arte, dos *workflows* e da identificação dos desperdícios nos procedimentos de cálculos, sugerindo ações de melhoria que, se forem aprovadas pela empresa serão implementadas ao longo do 1º semestre do ano 2011.

O conteúdo da dissertação é finalizado com algumas conclusões do projeto e da experiência vivida na empresa. Assim como e com os anexos que se consideram relevantes.

2. *Holistic, extensible, scalable and standard Virtual Factory Framework*

2.1. Contextualização

Através da criação de programas de apoio e financiamento, a União Europeia tem vindo a incentivar projetos de investigação e desenvolvimento por parte das Organizações dos países membros e de outros países.

Atualmente, está em vigor o “*Seven Framework Programme (FP7)*” que envolve quase todas as áreas científicas. Este programa entrou em vigor em 2007 e o seu término será em 2013, com um financiamento total de €50.512 milhões.

É objetivo do programa que a economia europeia, baseada no seu conhecimento, seja a mais dinâmica e competitiva do mundo. A sua visão assenta no triângulo do conhecimento: investigação, educação e inovação, factores que estarão na base do esforço europeu para alcançar os objetivos da “Estratégia de Lisboa”.

Conhecendo os objetivos do programa e tendo em mente o projeto para a criação da fábrica virtual do futuro, os promotores movimentaram-se e tornaram possível a cooperação a nível internacional entre empresas de vários sectores industriais e diferentes institutos, conseguindo a aprovação do programa FP7 para financiar *VFF* com €8 000 000,00 (oito milhões de euros).

2.2. Introdução ao Virtual Factory Framework

Holistic, extensible, scalable and standard Virtual Factory Framework é o título completo do projeto europeu, mais conhecido por *Virtual Factory Framework (VFF)*.

O *VFF* é um projeto europeu que promove a cooperação entre 30 organizações¹ (para mais informações sobre quais os parceiros do projeto por favor visualizar o Anexo A) com a missão comum de desenvolver uma ferramenta informática/*software* que pretende simular uma fábrica. Pretende-se que seja possível simular a implementação de novas medidas e áreas de trabalho, bem como comparar as medidas que se deseja tomar com as que já foram tomadas em algum ponto histórico, algures num ambiente semelhante. Esta comparação do caso a implementar com outro semelhante permite escolher em maior consciência qual a melhor decisão a tomar. Assim sendo, o *VFF* será uma ferramenta de apoio à decisão, porém, cabendo sempre ao utilizador adoptar a medida que mais lhe for rentável, tendo com o *VFF* uma grande ajuda nesse escrutínio.

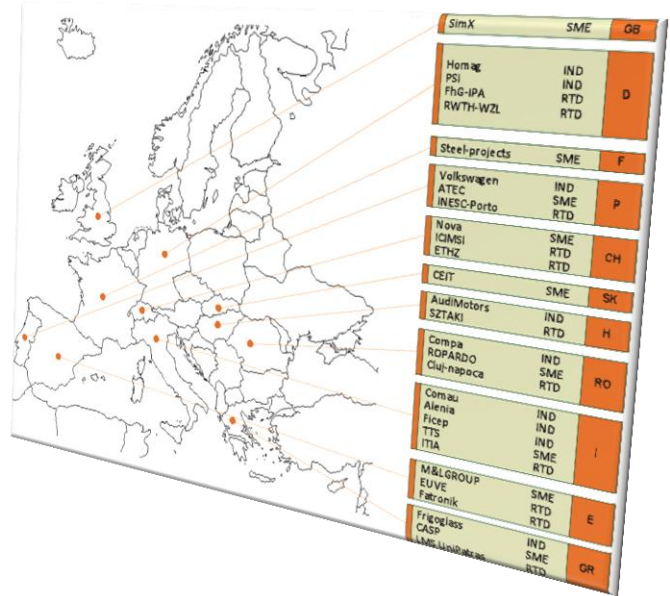


Ilustração 3- Diversidade de Países Participantes

2.3. A Visão Virtual Factory Framework

O Professor Westkämper teve a visão de criar um *software* informático que fosse capaz de criar uma fábrica virtual, possibilitando a sua completa simulação, desde a fase de construção à fase de produção. O planeamento da produção, o planeamento de novos produtos, os reajustes, entre outros factores estariam também presentes neste sistema informático. Esta visão permitiria um enorme ganho ao nível produtivo e financeiro, uma vez que, através da simulação, possibilitaria uma antecipação e correção de erros frequentes.

Alcançar a fábrica virtual é uma visão superior de elevada dificuldade de concretização. Modelar uma fábrica virtual é um desafio de dimensão e complexidade elevadas, por isso surge a necessidade de criar cooperação entre diferentes organizações que irão partilhar o seu *know-how* relativamente a um dado sector da fábrica virtual, em que são especialistas.

A Volkswagen Autoeuropa, Lda. sob a pessoa do engenheiro António Norberto, antigo Diretor de três departamentos, *Production System*, *Production Training Centre* e

¹ Entenda-se empresas e institutos de desenvolvimento e formação.

Productivity Calculation, foi convidada a participar no projeto europeu, assumindo que forneceria o seu conhecimento, no âmbito dos *KPI(s)*², em indicadores de produtividade.

2.4. Virtual Factory Framework

O principal objetivo do projeto é promover e fortalecer o futuro da manufatura europeia pela definição da fábrica virtual, o *VFF*. Pretende-se assim que o *VFF* promova a diminuição do tempo e custos de produção, aumentando o desempenho no *design*, gestão, avaliação e na configuração de novas instalações ou reconfiguração de existentes, suportando a capacidade de simular comportamentos dinâmicos complexos sobre todo o ciclo da fábrica, equiparada a um “produto” complexo e de vida longa.

O conceito *VFF scalable* (redimensionável), *holistic* (holístico), *open* (aberta), *integrable* (integrável), *up-gradable* (atualizável), *adherent to reality* (tangível) é o centro de todo o projeto, nele, assentam os quatro pilares que suportam a fábrica virtual que interage com a fábrica real para promover o desempenho no *design*, na reconfiguração, na gestão e na avaliação e evolução de novas instalações ou nas existentes. Contudo, a fábrica real não é estática, logo, interage com a fábrica virtual através de *set-up*, *updates* e *feedback*, assim, se fecha o ciclo permitindo uma comunicação constante e harmoniosa entre a fábrica real e a virtual.

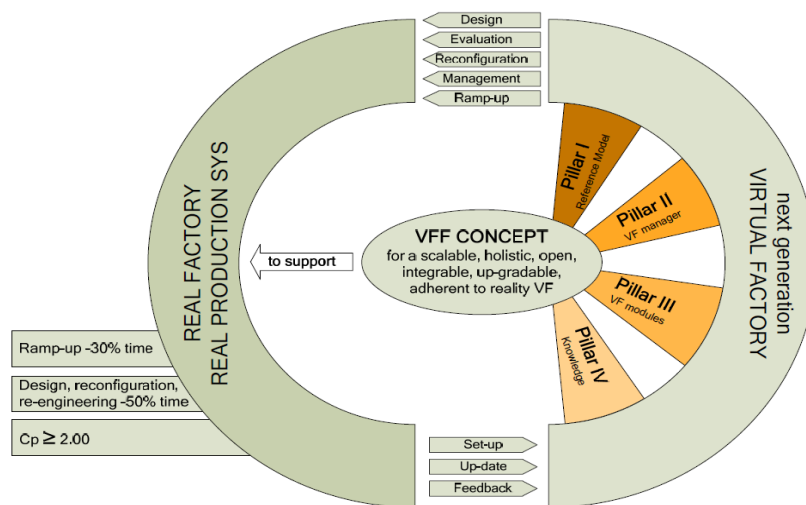


Ilustração 4 - O conceito VFF

2.5. Os 4 Pilares da Fábrica Virtual

Para que os objetivos do *VFF* sejam alcançados e a fábrica virtual se torne uma realidade é necessário tornar o conceito mais tangível. Tal só é possível através do desenvolvimento dos quatro pilares seguintes.

2.5.1. Pilar I: Modelo referencial

Para “cimentar” este pilar é analisado o modelo atual de planeamento e as suas principais fases e funções. A fábrica virtual está assente no novo paradigma, a fábrica como

² KPI(s) – *key performance indicators*, indicadores chave de desempenho.

um produto, isto é, deve ter a flexibilidade necessária para que consiga acompanhar as constantes variações do seu mercado de vendas, pois sendo flexível, o seu produto também o será, o que na conjuntura atual é uma enorme vantagem face à concorrência. Este primeiro pilar determina uma nova metodologia de planeamento “não linear e não determinista”.

2.5.2. Pilar II: Gestor da Fábrica Virtual

Supõe-se que este pilar ocupe o mesmo espaço imaginário que os módulos funcionais (pilar III) que constituem a fábrica virtual e os módulos já existentes na empresa. O gestor da fábrica virtual poderá concretizar a sincronização centralizada entre os módulos funcionais de tal forma que a fábrica virtual possa ser extensível e, ao mesmo tempo, alcançar um nível de exigência e *performance* real, graças ao sistema interno de transição dos dados principais, que permitirá alcançar desempenhos, interações e aumentar a qualidade da representação do meio envolvente.

2.5.3. Pilar III: Módulos Funcionais

Os módulos funcionais implementam as várias ferramentas e serviços para o *design*, reconfiguração, gestão, *ramp-up*, avaliação e evolução da fábrica. Estes modelos ocupam o mesmo espaço dos módulos já existentes na fábrica real.

A Volkswagen Autoeuropa Lda. em colaboração com o INESC Porto no âmbito do projeto, está a desenvolver um módulo funcional que permitirá medir o desempenho da fábrica, isto é, um módulo sobre *KPI(s)*.

2.5.4. Pilar IV: Repositório de Conhecimento

O quarto pilar refere-se ao repositório do conhecimento que será criado, o qual servirá para apoiar e suportar o funcionamento com os módulos funcionais. A situação existente na fábrica real vai ser comparada com a que estará reportada no repositório e depois caberá ao utilizador aceitar ou não as soluções que lhe são apresentadas.

Todo o conhecimento que foi desenvolvido para a realização deste projeto, em conjunto com o já existe, integrará o repositório que estará à disposição dos utilizadores.

2.6. Os Objetivos do VFF

A execução dos quatro pilares fomenta objetivos claros, bem definidos e mensuráveis para a fábrica real, são eles:

- ❖ Redução do tempo de *design*, reconfiguração e reengenharia em 50%,
 - A implementação do novo modelo referencial para o planeamento (pilar I), integrado com o conhecimento dos processos de planeamento passados e atuais possibilita a diminuição do tempo necessário para um novo processo de *design*, reconfiguração e reengenharia, tudo graças a uma seleção inteligente e coerente dos módulos funcionais.
- ❖ Redução do tempo de *ramp-up* em 30%,
 - Uma modelação rápida, eficiente e muito próxima do real permite acelerar a análise, síntese e diagnóstico, assegurando uma previsão rápida mas precisa e otimizada dos processos da produção durante a fase

de pré-produção, preservando a fiabilidade da informação adquirida durante a fase de *ramp-up* e o valor acrescentado nas etapas de produção.

- ❖ Índice de capacidade maior ou igual a 2.0
 - As representações virtuais efetivas de todo o sistema de produção, das suas fases e das relações entre as fases permitem a seleção inteligente dos parâmetros que afectam as características críticas do produto e o melhoramento dos parâmetros da produção, levando a que a variação normal dos processos e do número total de produtos com defeitos diminua, permitindo, assim, responder às cada vez mais exigentes especificações de *design*.

Além disto deve considerar-se um factor qualitativo:

- ❖ Democratização,
 - O projeto vai promover um novo conceito de fábrica virtual mas vai também democratizar a sua utilização, devido à abertura das suas tecnologias, sendo uma alavanca para a tomada de boas decisões em todos os níveis e funções, permitindo decisões rápidas. Além disso o *VFF* irá permitir o acesso a tecnologias de representação virtual para um grande grupo de empresas, incluindo PME(s)³.

2.7. Metodologia e Plano de Trabalho

O projeto promove uma inovação, uma fábrica virtual, que influenciará o futuro da indústria. Tendo em conta o descrito, para uma correta conclusão do projeto e uma boa gestão dos seus recursos e da sua complexidade, definiu-se um planeamento para três anos e meio. O projeto foi dividido em 9 “pacotes de trabalho” (“*work packages*” – WP(s)), a Ilustração 5 apresenta os WP(s) e a forma como cada um deles vai contribuir para a realização do projeto.

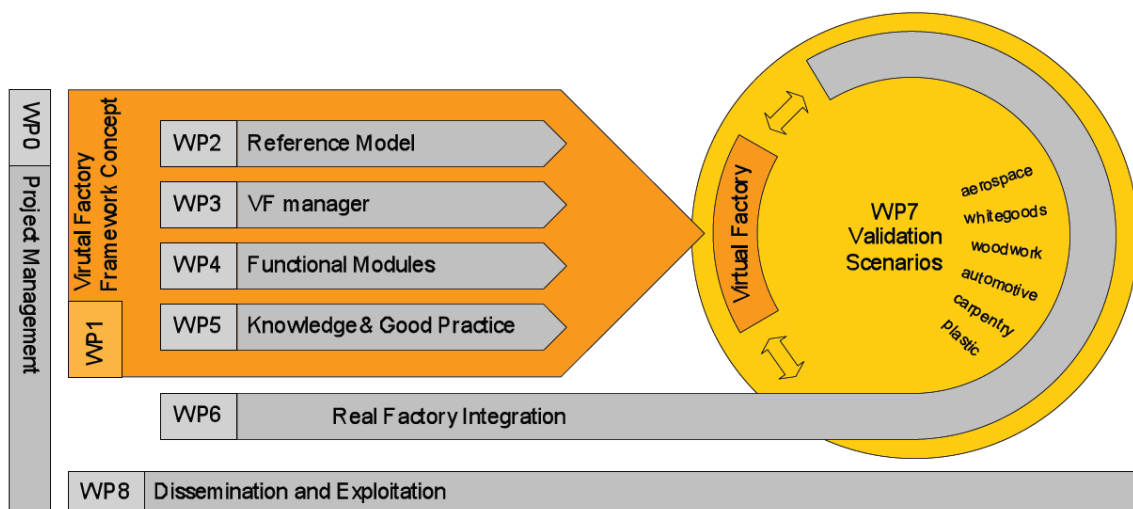


Ilustração 5 - Estrutura do Projeto

Da ilustração apresentada devem retirar-se as seguintes conclusões:

³ PMEs – Pequenas e Médias Empresas

- a) Os pilares I, II, III, IV relacionados com o WP 2, WP 3, WP 4, WP 5, respectivamente, estão assentes no conceito do *VFF* que foi definido no WP 1.
- b) Os WP(s) 1,2,3,4 e 5 vão dirigir o projeto para a criação da fábrica virtual da próxima geração, interagindo de forma harmoniosa com a fábrica real, WP 6.
- c) O projeto desenvolvido vai ser validado no WP 7.
- d) O WP0 e o WP 8 vão decorrer paralelamente aos outros WP(s). A equipa de gestão, associada ao WP 0, tem o papel de monitorizar, conduzir, aconselhar e supervisionar, para garantir que o trabalho desenvolvido nos WP(s)s é coerente com a visão e os objetivos do *VFF*.

Volkswagen Autoeuropa já colaborou no WP 1 e irá contribuir com o seu conhecimento na realização dos WP 4 e WP7.

Cada WP é constituído por um conjunto de tarefas (“*Tasks*” – sigla com o formato- T WP correspondente. nº da tarefa) a realizar, por exemplo, o WP 1 é constituído pelas tarefas, T1.1, T1.2, T1.3 e T1.4 nas quais a Volkswagen Autoeuropa, Lda. contribui na T1.1 e T1.4.

No anexo B apresentam-se numa tabela as tarefas constituintes dos 9 WP(s).

Para algumas tarefas é necessário realizar documentos onde o trabalho realizado seja explicado e devidamente documentado: a estes documentos chamam-se *deliverables* (com a sigla – D WP correspondente . nº do deliverable). Nestes documentos os parceiros devem documentar toda a informação que utilizaram para concluir determinada tarefa, contribuindo, assim, nesta primeira fase apenas em relação aos parceiros, para a devida partilha de conhecimento, estando corretamente reportado e acessível para consulta.

A cada tarefa está associado um ou mais *derivables* mas não para todas, para mais informações consulte o anexo C, nele se apresenta uma tabela com todos os *deliverables*.

2.7.1. Calendário

O projeto, iniciado a 1 de Setembro de 2009, vai durar 42 meses, isto é, três anos e meio, estando prevista a conclusão em Março de 2013.

Das pesquisas realizadas no âmbito deste projeto e tendo presente o trabalho já desenvolvido, é possível prever que seja concluído no tempo previsto, pois o empenho e compromisso mostrado pelos intervenientes são notórios. Algumas tarefas foram concluídas antes da data prevista, como exemplo veja-se, a validação dos módulos, que estaria prevista para começar em Setembro de 2011; contudo, a Volkswagen Autoeuropa, com a contribuição do INESC Porto, já se encontra a realizar essa tarefa, a qual é também enquadrada no projeto que suporta esta dissertação.

No anexo D encontra-se um gráfico de *Gantt*, onde se visualiza o cronograma do projeto até ao mês 42.

3. A participação da Volkswagen Autoeuropa, Lda.

A empresa com o seu conhecimento sobre indicadores de produtividade decidiu aderir, nesse âmbito, ao projeto *VFF* e aos seus objetivos, contribuindo para a realização do projeto no âmbito dos *KPI(s)* – *Key Performance Indicators*.

A fábrica virtual considera o ciclo de vida da fábrica real dividido em 11 fases distintas mas interdependentes, em que a segunda não pode iniciar-se sem que a primeira esteja concluída.

O projeto *VFF* distribui as diferentes fases do ciclo de vida da fábrica real pelos parceiros que, individualmente ou em grupo, ficaram responsáveis pelo seu desenvolvimento e exploração. A Volkswagen Autoeuropa, Lda. validará o módulo que está a desenvolver com o INESC Porto na tarefa 4.2, numa fase de *Ramp-up* e na tarefa 7.3 participará com toda a estrutura do *VFF* no teste e avaliação dos resultados do *VFF*.

A validação será bem-sucedida se a fase de *ramp-up* de um produto for melhorada em 30%, ou seja, se ocorrer uma diminuição de 30% no tempo despendido nesta fase. Na Ilustração 6 pode visualizar-se o ciclo de vida completo da fábrica real. A empresa é responsável pela fase de *ramp-up* e monitorização, enquanto que os parceiros ficam com as outras fases.

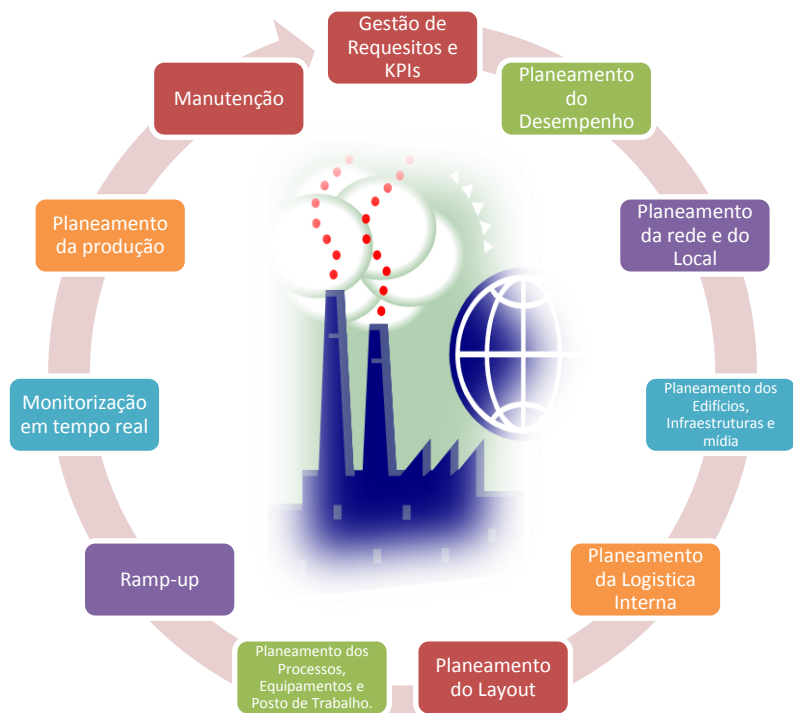


Ilustração 6- Ciclo de Vida da Fábrica

3.1. *KPI(s)* – *Key Performance Indicators*

É do interesse das empresas perceber como estão a evoluir os seus processos⁴ e se os resultados obtidos se encontram dentro dos objetivos e metas pretendidos, ou seja, existe a necessidade de medir o desempenho dos processos e também das organizações que os utilizam. Contudo, é mais fácil dissertar sobre o tema do que implementá-lo de uma forma, perceptível, mensurável e necessariamente tangível, porque nem sempre é fácil definir

⁴ Processo – conjunto sequencial de ações com princípio e fim bem definidos que objectivam uma finalidade e o atingir de uma meta.

modelos que retratem a realidade ou mesmo que consigam tratar os dados disponíveis de modo a conseguir interpretá-los corretamente, por exemplo através de gráficos, tabelas, comparação de valores, entre outros métodos.

Os *KPI(s)* são, nesse sentido, métricas que possibilitam a medição do nível de desempenho dos processos, organizações, etc. Podem ser de várias secções da fábrica, medindo a produtividade dos operadores da fábrica, âmbito da empresa no *VFF*, do planeamento, da logística, entre outros que se desejem implementar.

3.2. *KPI(s)* - Indicadores de Produtividade da Volkswagen Autoeuropa

“A produtividade é a componente racional e mensurável da empresa. Visa a melhoria combinada da eficácia (aquilo que se produz) com a eficiência (a forma como se produz)” (Carvalho, 2007).

Na Volkswagen Autoeuropa Lda., através do cálculo dos três indicadores de produtividade, tenta-se racionalizar a empresa, pois o que se produz e a forma como se atingem os objetivos influenciam e comprometem a produtividade da fábrica.

Cabe ao departamento de Engenharia Industrial Estratégica a responsabilidade de determinar e monitorizar os indicadores.

Resultados menos bons de produtividade podem levar a uma situação complicada e indesejada de sustentabilidade financeira, má imagem da fábrica no grupo e ameaça de deslocalização.

Podem pensar-se que são apenas os trabalhadores e os equipamentos os únicos responsáveis pela produtividade mas o modelo de organização e gestão empresarial também se reflete na produtividade. Melhorias na organização dos processos, na eficiência dos métodos de trabalho e pequenos investimentos em racionalização, contribuem para melhores resultados de produtividade.

No entanto a experiência do trabalhador tem influência no seu desempenho, repercutindo-se na produtividade, verificando-se que á

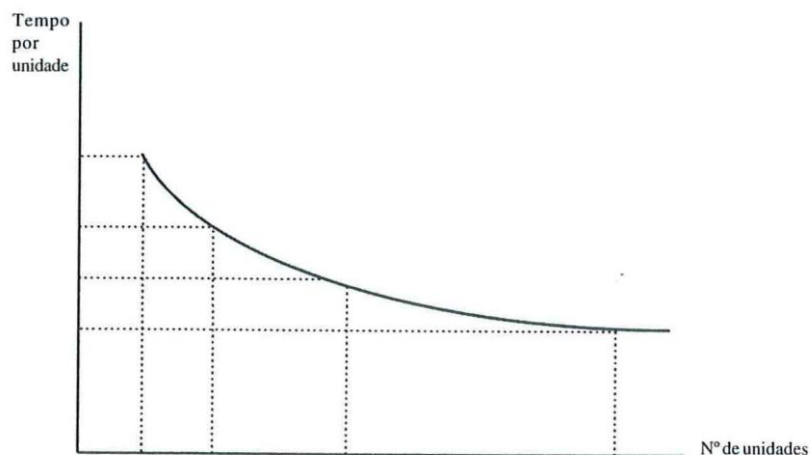


Ilustração 7 - Curva de Experiência

medida que se vai acumulando unidades produzidas o tempo de produção unitário diminui, até se atingir *“um limite de compressibilidade mínimo, segundo o modelo das curvas de experiência”* (Roldão, 2003), esta apresentada na Ilustração 7.

FONTE: Roldão, Victor Sequeira; *Planeamento e Programação das Operações; MONITOR; 1ª Edição, 2003*

Multiplicando um factor K pelo rácio entre as saídas (*outputs*) e as entradas (*inputs*) alcança-se um resultado com significado para o analista.

$$\text{Indicador Produtividade} = \frac{\text{Outputs}}{\text{Inputs}} \times K, \quad \text{Equação 1}$$

Os resultados do cálculo, utilizando a equação 1, permitem avaliar a produtividade, comparando-a com metas/objetivo que permitem perceber a evolução e a tendência no tempo dos processos que estão a ser monitorizados.

Com a experiência do projeto, a pesquisa em bibliografia e alguma investigação constata-se que a medição de produtividade tem um impacto muito significativo nas organizações e apesar de o conceito e a fórmula geral serem aparentemente simples, revela-se um grande desafio monitorizar a produtividade dos processos.

Em Portugal, e talvez seja por isso que quase todos os dias se ouve nos meios de comunicação que a produtividade do país é baixa, a maior dificuldade reside na obtenção de dados fiáveis e no seu adequado tratamento, porque o cálculo do indicador é relativamente simples, sendo necessário investir em pessoas com a formação necessária para a análise criteriosa dos dados e seu adequado tratamento.

Na Volkswagen Autoeuropa, Lda. existem duas especialistas, com formação na área de Matemática Aplicada, com experiência, que constantemente apostam na evolução e automatização do cálculo, para melhorar o rigor dos resultados e reduzir o tempo de obtenção dos dados. Existe o desejo de aumentar a velocidade do processo de cálculo para libertar mais tempo para a análise e, posteriormente, realizar o planeamento das estratégias de melhoria dos processos.

São utilizados três indicadores de produtividade, calculados por um processo moroso e relativamente complexo, que são designados por:

- “Organizational hours per Unit”(OHPU),
- “Hours per Unit” (HPU),
- “Productivity”.

3.2.1. Hours per Unit

O *HPU* revela as horas que os trabalhadores diretos, aqueles que acrescentam diretamente valor ao produto, presentes naquele período de tempo demoraram a produzir uma unidade. Assim, supondo que o volume produzido não se altera, se existirem mais empregados diretos na fábrica (“attending”) o valor do indicador irá aumentar, pois apesar de existirem mais trabalhadores na linha não existe “espaço” para eles trabalharem e produzirem mais, de maneira a compensar, pelo aumento de volume, o aumento do número de colaboradores (ver equação 2). A produtividade será tanto melhor ou pior, consoante o valor de *HPU* diminuir ou aumentar, respectivamente.

Este indicador é calculado para cada área de trabalho (“Press” ou “Stamping”, “Body”, “Paint”; “Trim & Assembly”, “Quality”) e para cada produto (MPV – Volkswagen Sharan e Seat Alhambra, Volkswagen Scirocco, Volkswagen Eos), no cálculo apenas se consideram os trabalhadores diretos e são realizados relatórios diária, semanal e mensalmente. A fórmula matemática que melhor caracteriza o tratamento de dados e as operações que se realizam com eles é a seguinte,

$$HPU = \frac{Attending \times EWT}{Production Volume}$$

Equação 2

O parâmetro “*Attending*” representa o total de trabalhadores (“*manpower*”) que esteve presente na fábrica no respetivo período de tempo, EWT significa “*Effective Working Time*”, isto é, tempo de trabalho efetivo de um dia (EWT=8.5h de turno – 30 min de almoço – 2*7min de pausa – 6 min de reunião diária = 7.667 h de trabalho efetivo) e o numerador representa o volume de produção da fábrica naquele período.

Pode-se representar o seu cálculo como o somatório de todos os tempos que representam custos diretos à fábrica e que são necessários para obter o produto final, mais os tempos de *Set-up*, de preparação das atividades, entre outros, resultando no *HPU* (ou VBZ sigla do indicador em língua alemã).

A Tabela 2 feita em Microsoft Excel, tendo sido inspirada numa apresentação interna da Volkswagen Autoeuropa, Lda. demonstra como este indicador contabiliza todos os tempos e qual o resultado.

Tabela 2 - Tarefas com tempos que representam custos diretos para a fábrica.

Legenda	Tarefas	Soma de tarefas	Designação		
k	Tempo de performance		EHPV	Tempo de Produção	Horas de trabalho dos custos diretos
k	Atividades preparatórias				
k	Atividades de Controlo				
ΣK	Horas de engenharia por veiculo		Tempo de Produção Adicional		
p	Atividades preparatórias				
p	Distâncias				
p	Atividades feitas em instalações técnicas				
p	Conclusões				
p	fase de tempos de atraso				
p	tempos de atraso causado por requisitos do sistema				
p	Set-up Time				
p	TPM				
p	Tempos de Logística				
p	Atividades de controlo dos processos de segurança				
p	Tempo de produção	Tempo de custos diretos			
Σk+Σp	F-Zeit				
AASP	Tempo de trabalho despendidas no produto				
VBZ	Custos diretos das horas de trabalho/tempo tomado				

K- Devido ao design

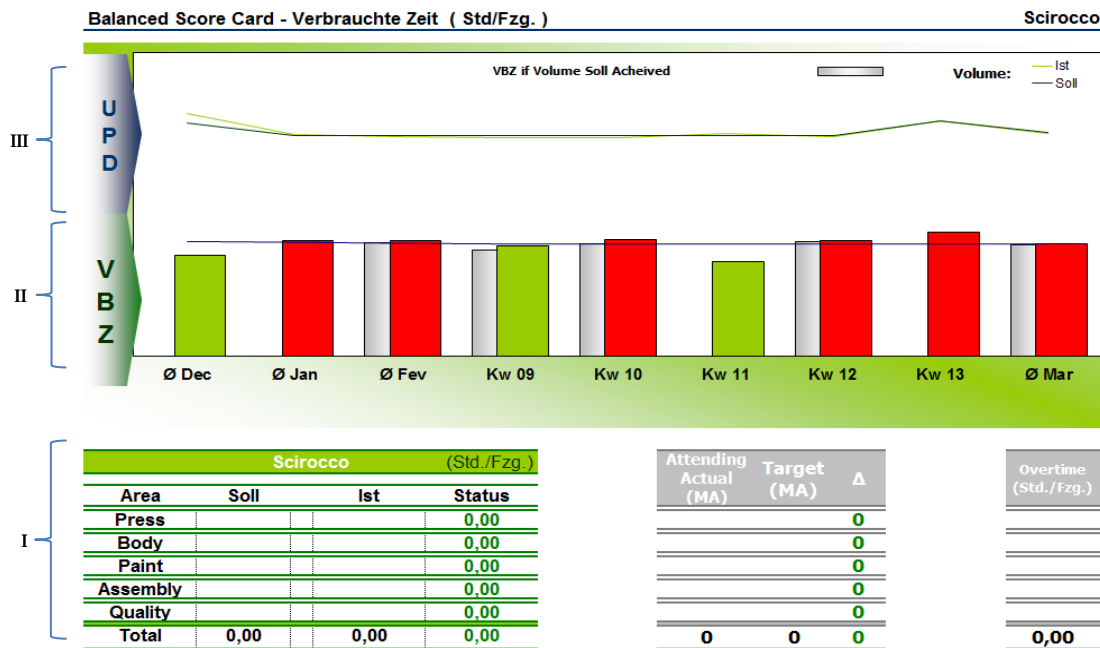
P- Devido ao processo

O procedimento interno estabelecia que, no fim de cada semana, se faria a média dos cálculos diários do *HPU* e seriam reportados os valores semanais. Mas, como existe algum

atraso na imputação de dados no “SAP⁵”, tem-se verificado que a informação ao fim da semana está mais atualizada do que a obtida diariamente e, por isso, considerou-se relevante recalcular o *HPU* ao fim de cada semana ou invés de, simplesmente, realizar a média dos valores.

Constata-se ser desperdício recalcular o *HPU* semanal. Se houvesse uma atualização mais eficaz da informação necessária para o cálculo, seria possível determinar o *HPU* semanal mais rapidamente, realizando simplesmente a média dos 4 dias da semana, visto que o cálculo de sexta é realizado juntamente com o semanal.

Como ao fim do mês a informação no “SAP” se mantém, então, o cálculo do *HPU*



**Ilustração 8- Exemplo de um relatório *HPU*.
Documento apresentado à administração.**

mensal é realizado apenas calculando a média do *HPU* semanal; bem mais simples e rápido.

No final do ano em curso (habitualmente em Novembro) são determinados os valores “budget”⁶ (valores a serem atingidos pela produção) que durante todo o ano vão servir de termo de comparação em relação aos valores calculados diária, semanal e mensalmente.

Na Ilustração 8 pode ver-se um relatório interno *HPU* semanal, com diversas informações, neste exemplo para o modelo Volkswagen *Scirocco*, mas a estrutura serve para os restantes modelos. Os valores correspondentes a “Ist” são valores reais, enquanto que, os valores correspondentes a “Soll” são valores “*Budget*”.

O relatório, representado na Ilustração 8, pode ser dividido em três partes:

- I. As tabelas com os resultados;

⁵ SAP- Software que faz parte do ERP (*Enterprise Resource Planning* – Planeamento dos Recursos das Empresas), permite gerir os recursos da empresa.

⁶ Valores Budget – são calculados seguindo as orientações da Administração do Grupo, a área de marketing envia o plano de volume de produção desejado para o ano seguinte e a Administração estabelece um “*target*” a ser atingido, normalmente implica a redução de uma determinada percentagem, com esta duas considerações definem-se os valores *budget*.

- a. Tabela com valores reais, “*budget*” e a diferença entre reais e “*budget*” (Status),
 - b. Valores de “*attending*”, o seu “*budget*” e a diferença entre valores,
 - c. Das horas extras;
- II. Os gráficos para uma visualização mais intuitiva;
- a. Barras a vermelho e verde correspondem ao *HPU* real,
 - b. Barras a cinzento-claro correspondem ao *HPU* se o volume de produção planeado fosse atingido,
 - c. Linha na horizontal azul representa o *HPU* “*Budget*”,
- III. Linhas de volume da produção.
- a. As linhas a verde-claro representam a produção real
 - b. As linhas a verde-escuro representam a produção “*budget*”

3.2.1.1. Processo Manual de cálculo do *HPU* diário

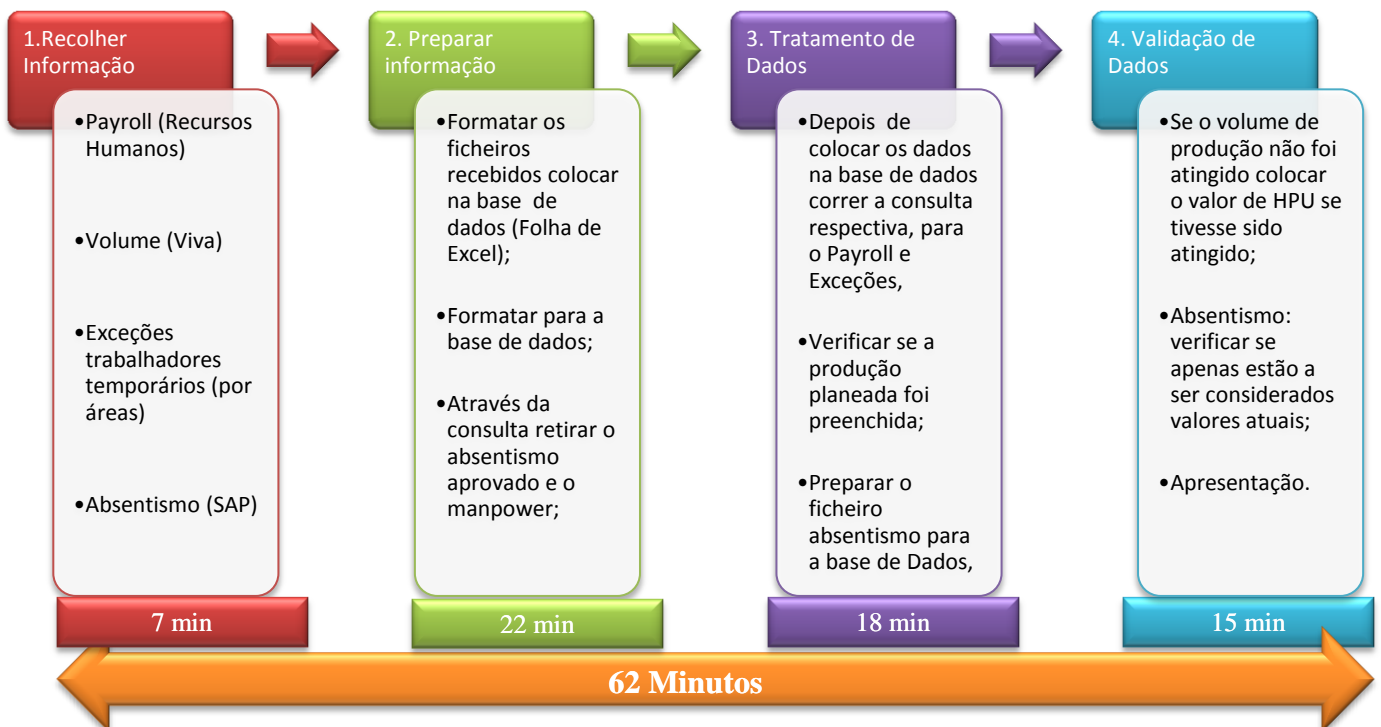
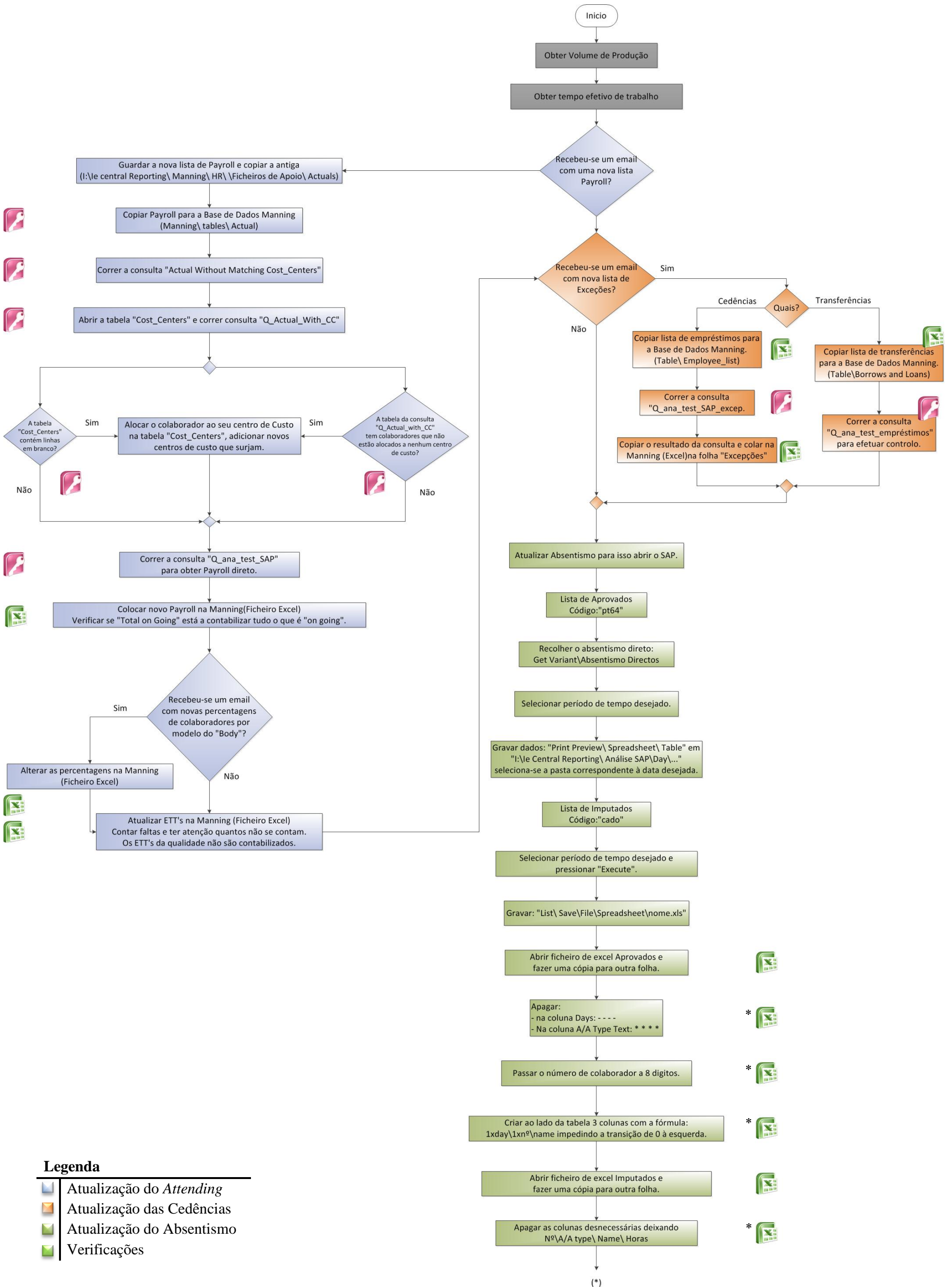


Ilustração 9- Esquema do *HPU* diário

Todas as manhãs um colaborador da equipa “cálculo de produtividade”, aplica o procedimento de cálculo diário do indicador *HPU*. Na Ilustração 9 apresenta-se o esquema para o cálculo do indicador.

Da Ilustração 9 conclui-se que se emprega muito tempo na preparação e no tratamento de dados, transportando os dados do Excel para a base de dados e vice-versa, sendo muito significativo o tempo despendido com tais tarefas de procedimento, assim sendo, verifica-se a necessidade de analisar de uma forma mais específica o procedimento de cálculo. A investigação e a avaliação das tarefas determinaram a elaboração da Ilustração 9 que serviu para desenvolver o *workflow* do procedimento que se apresenta na Ilustração 10.



Legenda

- Atualização do *Attending*
- Atualização das Cedências
- Atualização do Absentismo
- Verificações

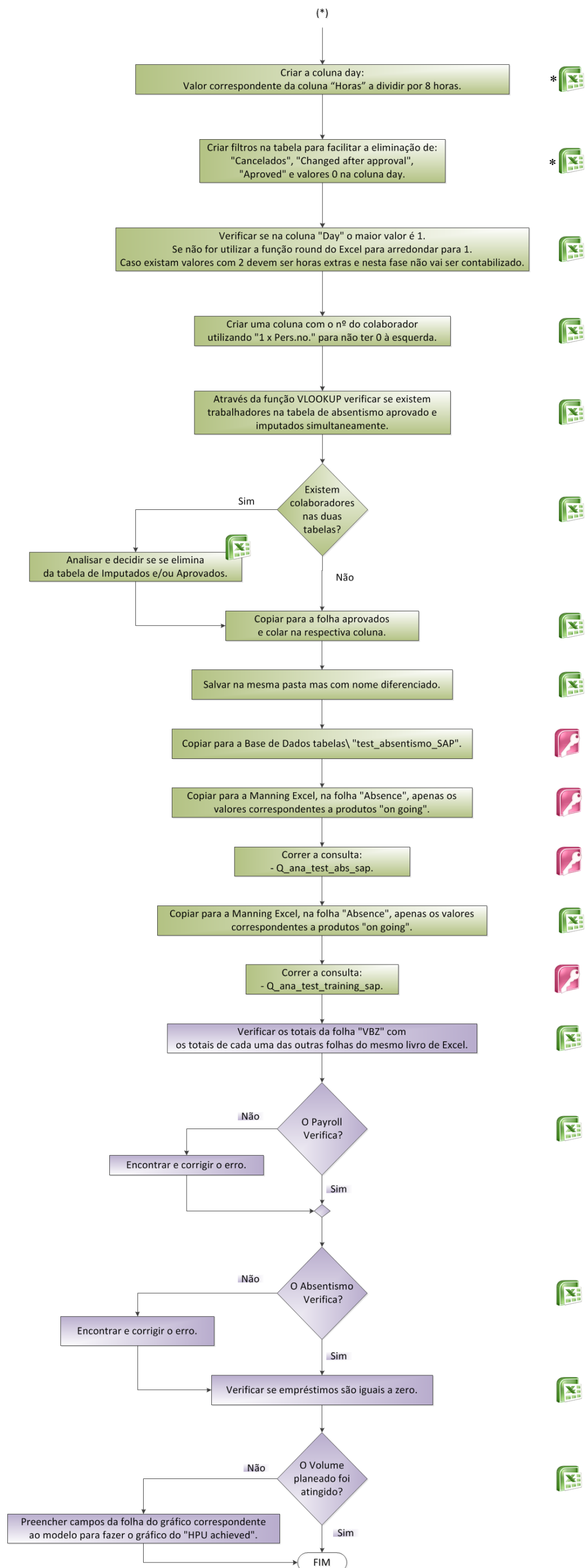


Ilustração 10 - Workflow dos procedimentos de cálculo do HPU diário

Ao analisar o trabalho realizado para o projeto europeu, nomeadamente a documentação que contribuiu para a criação de um repositório de conhecimento, que anteriormente se encontrava exclusivamente concentrado nos indivíduos, constata-se, contudo, a não existência de *workflows* completos que permitissem a novos colaboradores aprender com mais autonomia e rapidez. A sua utilização permitirá identificar as tarefas que acrescentam pouco ou nenhum valor e eliminá-las, simplificando e melhorando o procedimento de cálculo. Os *workflows* apresentados constituem ferramentas para a detecção de tarefas dispensáveis e/ou para implementar melhorias.

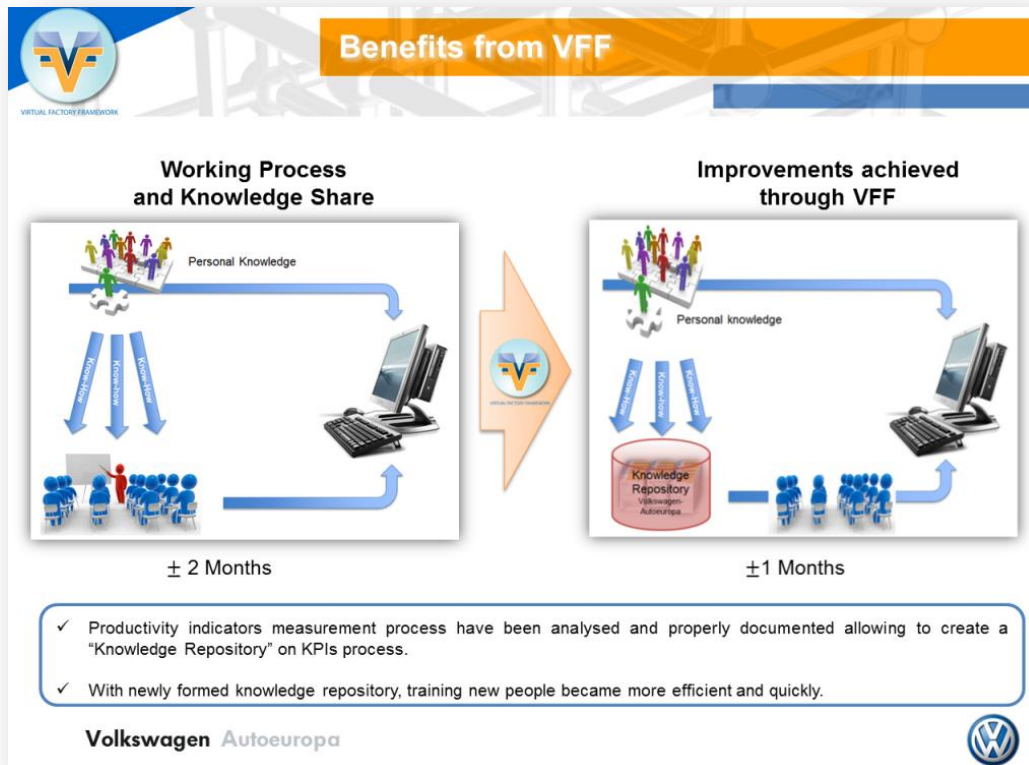


Ilustração 11- Diapositivo de uma apresentação para o VFF.

Pode notar-se que a criação do repositório dispensa a existência de um professor e permite um ganho de 50% no tempo de ensino.

A identificação do *bottleneck* por tarefa não é fácil nem traz mais valor acrescentado a este projeto mas verifica-se que colocar os dois códigos de absentismo na mesma folha de Excel é o que ocupa mais tempo, aproximadamente 15 min, sem dúvida a tarefa mais demorada. Nela se devem concentrar mais esforços para realizar melhorias.

3.2.1.2. Processo Manual de cálculo do HPU semanal

A Ilustração 12 esquematiza o processo de cálculo do *HPU* semanal, em muito semelhante ao cálculo do *HPU* diário e com o mesmo número de fases mas com mais tarefas. Daí a sua diferença, embora com um objetivo final comum, um relatório que mede a produtividade da fábrica determinada pelo número de trabalhadores diretos nela presente.

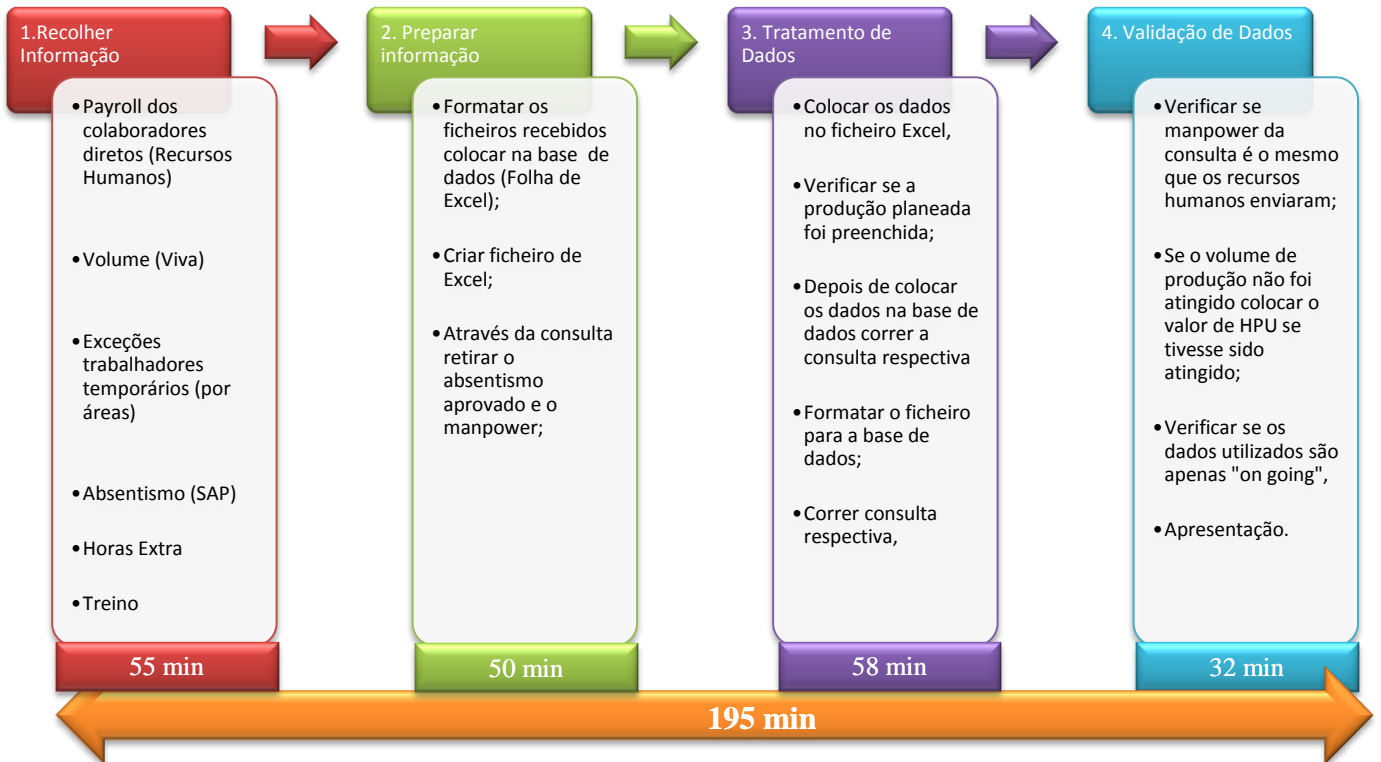
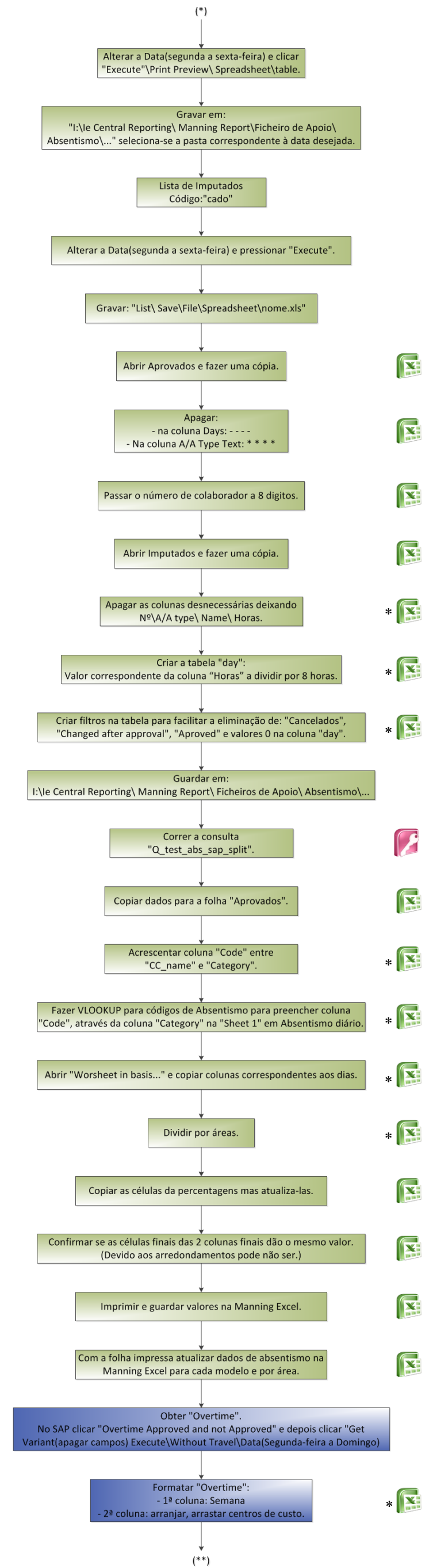
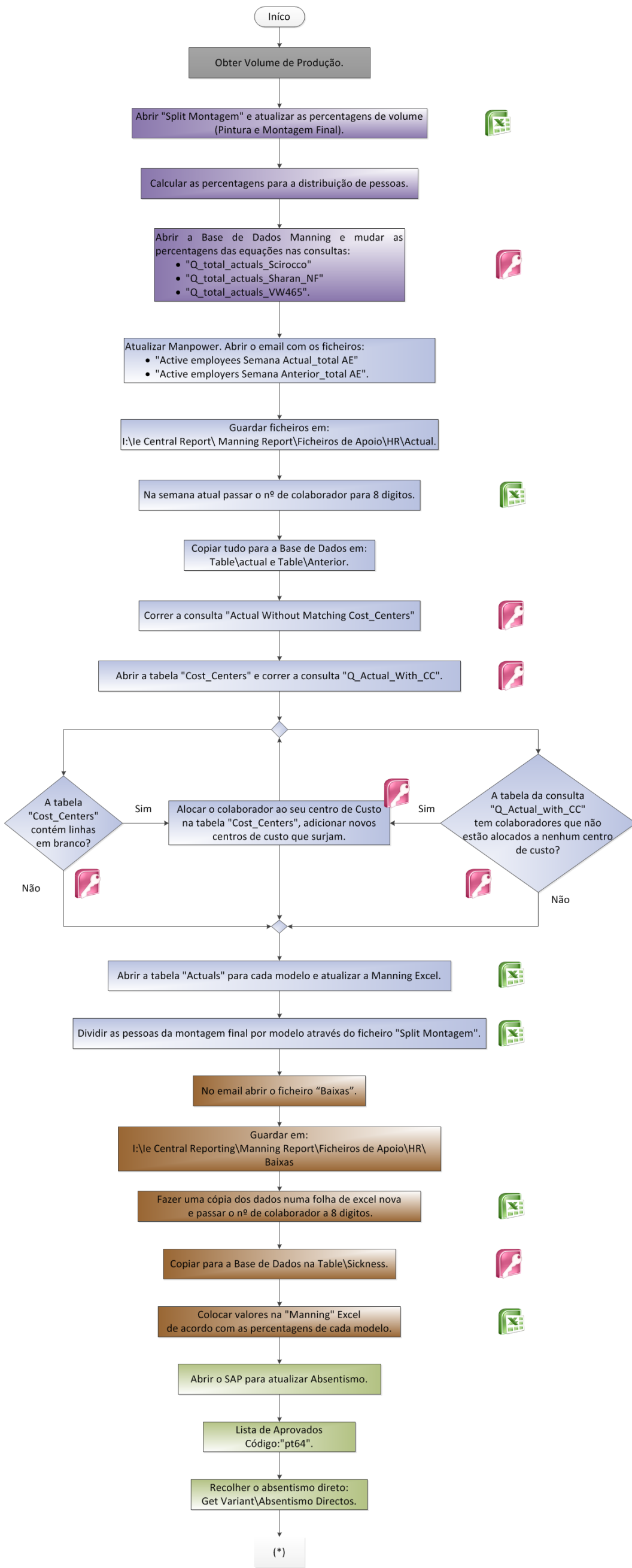
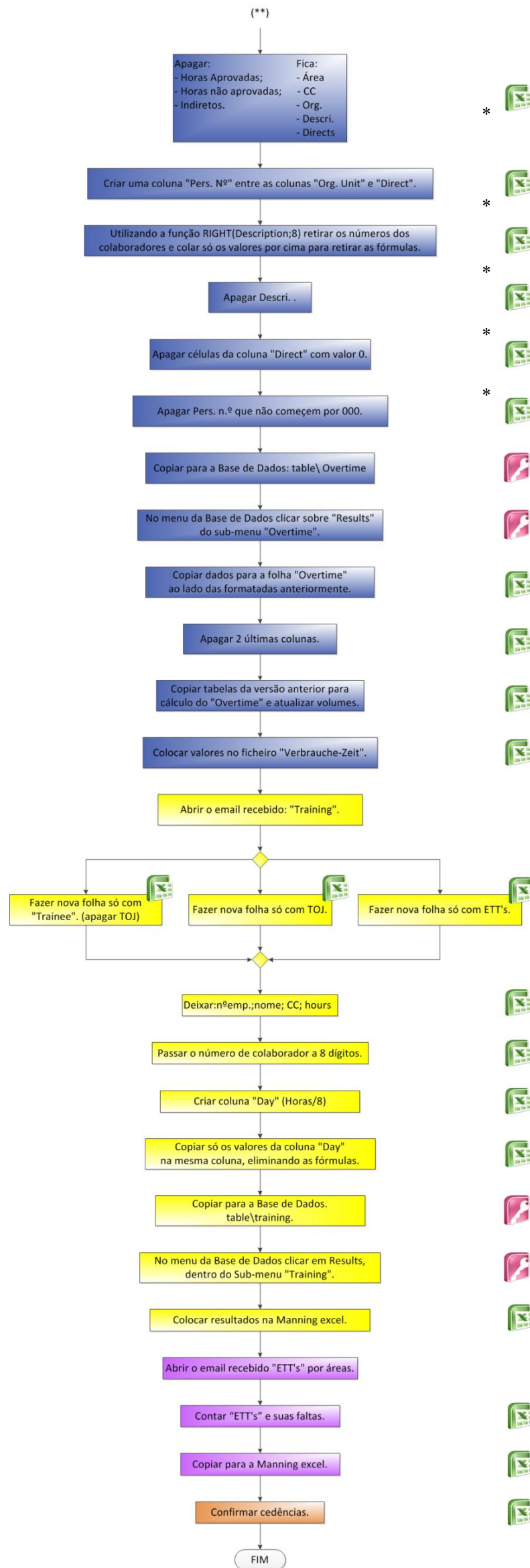


Ilustração 12 - Esquema do HPU Semanal

Constata-se que existem dados de absentismo que não é possível obter na manhã do dia seguinte para o cálculo do *HPU* diário, estando contudo disponíveis no fim da semana. Por isso, os relatórios semanais têm maior relevância e prioridade dentro da organização, porque traduzem melhor o que realmente aconteceu na fábrica.

Os relatórios diários são utilizados para monitorizar as áreas e auxiliam o departamento “cálculo de produtividade” a definir ações para melhorar os indicadores. Assim, possibilitam os melhores resultados semanais e consequentemente os mensais.





Legenda








-  Atualização das Percentagens
-  Atualização do *Attending*
-  Atualização das Baixas
-  Atualização do Absentismo
-  Atualização do *Overtime*
-  Atualização do *Training*
-  Atualização dos ETT(s)

Ilustração 13 - Workflow do procedimento de cálculo do HPU semanal.

Pela análise da Ilustração 13, pode verificar-se que o cálculo semanal tem um processo mais longo que o diário, uma vez que existe a necessidade de atualizar mais dados.

Existe, também, um grande desperdício de tempo na passagem de dados entre aplicações de *software*, o procedimento não é de grau de dificuldade superior ao anterior mas o número de tarefas é muito maior, sendo este factor responsável pela dificuldade de execução e aprendizagem, bem como pelo tempo de cálculo.

As situações anteriormente evidenciadas para o cálculo semanal, página 26, que originam novos *bottlenecks* continuam a prevalecer, sendo neste caso mais evidente, destaca-se o atraso no envio do correio electrónico do *Training*⁷.

Identificaram-se dois *bottlenecks*, um continua a ser o tratamento dos dados de absentismo e o outro é o tratamento dos dados de *overtime*, dependendo do histórico da semana decorrida, com um gasto de tempo de aproximadamente 20 min.

3.2.2. Organizational Hours per Unit

O *OHPU* é um indicador mensal que permite realizar comparações de produtividade entre fábricas do mesmo sector industrial. Contudo, há sectores ou fábricas que não são comparáveis. Por exemplo, a Audi Hungria é uma fábrica do sector industrial automóvel mas não pode ser comparada com a Volkswagen Autoeuropa, porque não se fazem motores na fábrica de Portugal. Mas é possível comparar, por exemplo, a área “Body” de uma fábrica com a da outra. Relativamente ao nível de automação, é necessário ponderar a comparação. Também na fabricação não é muito coerente, sem as devidas ponderações, comparar um Volkswagen Sharan NF com um Volkswagen Polo. Assim, apesar da utilidade e mais-valia deste indicador, é necessário ter atenção a algumas limitações na comparação que, para um leitor desatento, pode dar origem a erros de leitura.

Após, esta pequena nota introdutória, segue-se a explicação da fórmula de cálculo:

$$OHPU = \frac{\text{Horas totais de trabalho}}{\text{Volume de Produção}} [h/un] \quad \text{Equação 3}$$

O numerador representa as horas de trabalho de todos os trabalhadores: neste indicador consideram-se indiretos e diretos; e o denominador é o número de carros produzidos na unidade de tempo pretendida, normalmente mensal.

É um indicador mensal, calculado para a fábrica, para cada área organizacional (ver documento “*O grupo Volkswagen*” disponibilizado no site da internet: www.fe.up.pt/~em08251) e/ou por produto.

As Ilustração 14 e Ilustração 15 são exemplos de relatórios do indicador, para a primeira imagem calcula-se para a fábrica como um todo, dividido por área de produção; para a segunda, é dividido por tipo de trabalhador mas para um produto específico, o Volkswagen Scirocco.

⁷ “*Training*”- corresponde à lista de colaboradores que não estiveram a produzir mas sim a treinar as suas capacidades em *workshops* ou outras atividades com essa finalidade.

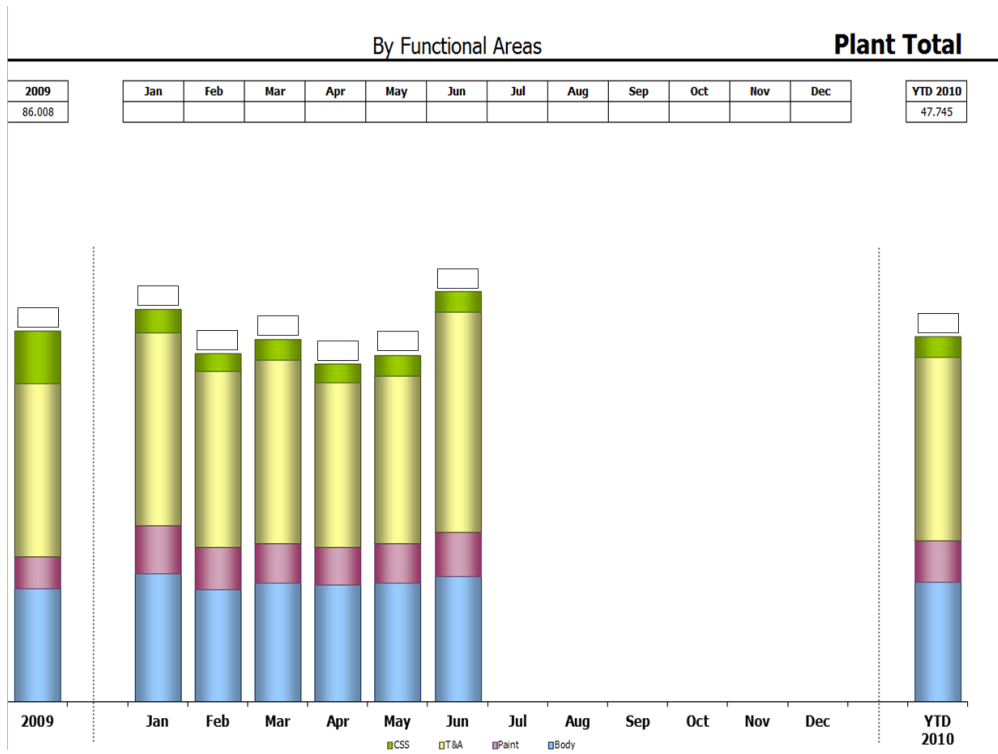


Ilustração 14- Exemplo de um Relatório OHPU para a totalidade da fábrica.

HPV 2010

By Workforce Group

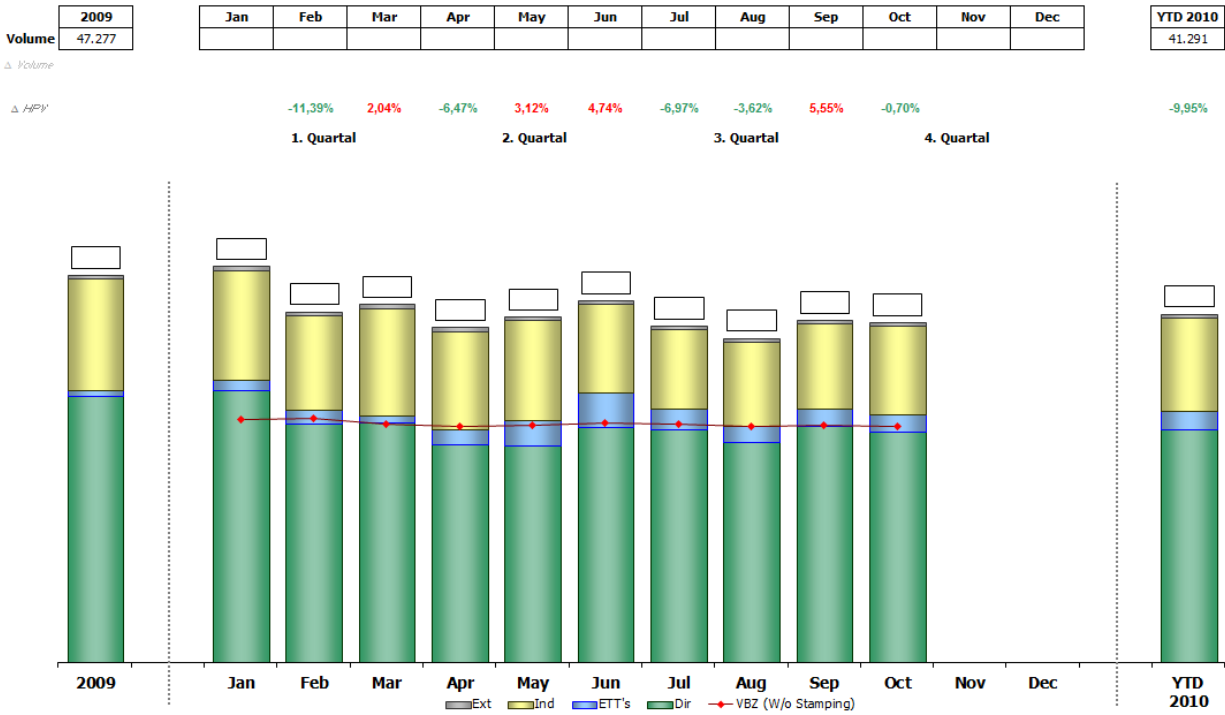


Ilustração 15 - Exemplo de um Relatório OHPU por tipo de trabalhador para o Volkswagen Scirocco

3.2.2.1. Processo Manual de Cálculo do OHPU

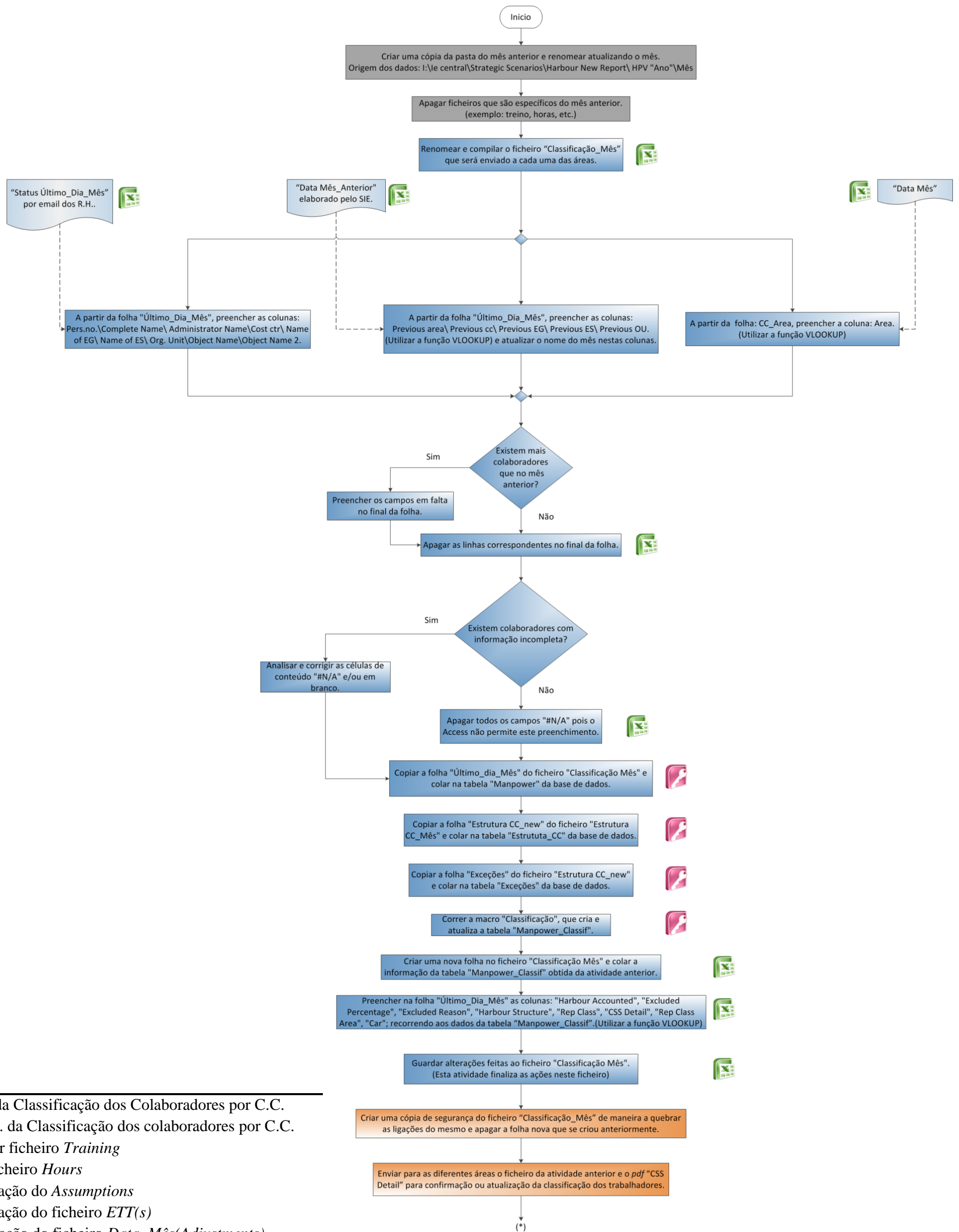
A representação seguinte, Ilustração 16, à semelhança das já apresentados para o *HPU* é um esquema de forma muito resumida do procedimento de cálculo do *OHPU*. Para o cálculo deste indicador, todos os trabalhadores são contabilizados, diretos e indiretos, o que obriga a parcelar o tratamento dos dados antes de obter o relatório final, como mostram a Ilustração 14 e a Ilustração 15.



Ilustração 16 - Esquema do OHPU (Mensal)

O procedimento é dividido em três partes principais, a primeira é a recolha de informação, em todas as fontes para obter os dados necessários à elaboração do relatório, a segunda é o tratamento de dados a contabilizar, nela todos os dados já recolhidos são tratados e contabilizados para que no final deste passo os dados estejam divididos e somados; e a terceira parte consiste na elaboração dos relatórios, que são gráficos de barras (Ilustração 14 ou Ilustração 15). Os gráficos são copiados para o *software* Microsoft PowerPoint, para serem apresentados quando desejado e requerido.

Através da visualização do procedimento de cálculo do *OHPU* foram-se tirando as devidas notas e questões. Terminada esta fase, iniciou-se a elaboração do *workflow* do *OHPU* que se apresenta na página seguinte, Ilustração 16.



- Legenda**
- Atual. da Classificação dos Colaboradores por C.C.
 - Reatual. da Classificação dos colaboradores por C.C.
 - Preparar ficheiro *Training*
 - Criar ficheiro *Hours*
 - Atualização do *Assumptions*
 - Atualização do ficheiro *ETT(s)*
 - Compilação do ficheiro *Data_Mês(Adjustments)*
 - Compilação do ficheiro *Data_Mês(Assumptions)*

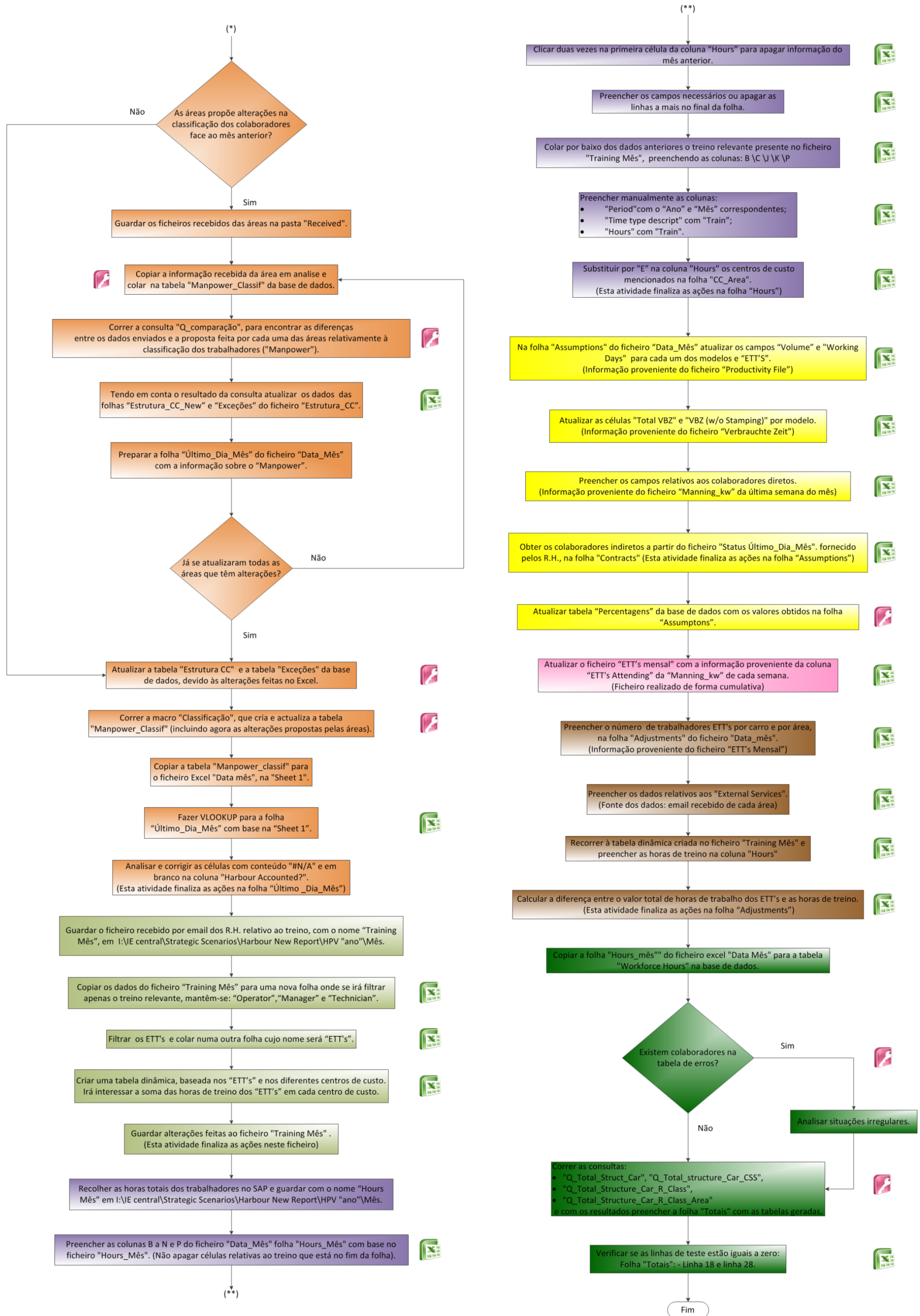


Ilustração 17 - Workflow do procedimento de cálculo do OHPU

Através da análise da Ilustração 17, são notórios a extensão e o número de tarefas que é necessário concretizar para a elaboração final do relatório. O seu elevado número leva a que, mais uma vez, o procedimento se torne longo e meticuloso, levando a que o tempo de cálculo aumente e supere mesmo todos os outros indicadores, ou seja, o *OHPU* revela-se o indicador mais complexo e longo.

O procedimento apresentado está bem estruturado, fruto do empenho e das constantes ações de melhoria de que tem vindo a ser alvo por parte dos colaboradores responsáveis.

Recentemente, implementou-se uma melhoria, criando uma “macro”, na base de dados que faz correr uma sequência de dez consultas que atualizam a tabela “Manpower_Class” que fornece dados sobre a classificação dos operadores por centro de custos. Dantes, essas consultas eram corridas uma a uma. Com a melhoria em cada consulta da base de dados, obtém-se uma poupança de 30 segundos.

Existem situações em que a experiência e análise crítica do analista são fundamentais. Tal é visível em casos como a existência de células com “#N/A” nos ficheiros de Excel utilizados, que revelam, por exemplo, que a função *VLOOKUP*, não está a conseguir encontrar o valor correspondente. Acontece porque, de mês para mês, a realidade da fábrica altera-se. Como o processo se inicia utilizando os ficheiros do mês anterior, que se encontram desatualizados, aparece a mensagem “#N/A” nas células correspondentes. Então, para conseguir resolver este erro, normalmente, é necessário adicionar novas linhas às tabelas do ficheiro onde a função cruza a informação. Esta situação pode repetir-se várias vezes ao longo do tratamento dos dados e, por isso, pode tornar-se um *bottleneck*.

Todo o processo de atualização do “Manpower” é moroso e a Ilustração 18 descreve-o através de um esquema “Swimlane”.

Acontece que as áreas demoram muito tempo a responder, sugerindo-se então, que sejam as áreas a realizar as classificações por centro de custo e as enviem por correio electrónico. Assim, o processo iria ser melhorado porque só se iriam começar os procedimentos quando se lesse o correio electrónico.

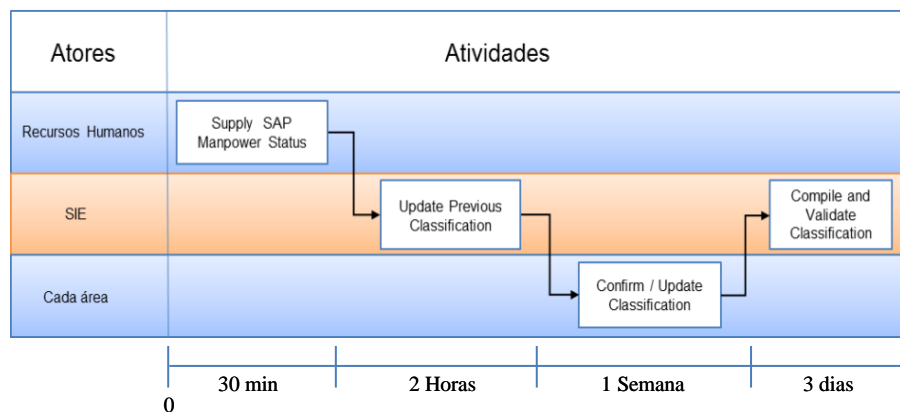


Ilustração 18 - Swimlane do "subprocesso" atualização do "Manpower"

Porém, as áreas solicitadas estão muito focadas no seu trabalho e não entendem a relevância deste tipo de análises como formas de melhorar as suas condições. É por isso necessário fomentar sinergias entre as diferentes áreas, de forma a otimizar o procedimento de cálculo.

Uma última nota, para salientar que melhorias numa fábrica com esta dimensão requerem empenho, capacidade de diálogo, paciência e que a autoridade esteja com quem deve implementá-las.

3.2.3. Productivity

Segundo Taylor: “Para organizar algo tem de se medir” e o terceiro indicador da fábrica continua, tal como os outros, a ir ao encontro dessa procura constante de medir a produtividade da fábrica para que a empresa seja organizada, demonstrando-se uma mais-valia para o Grupo.

O “*Productivity*” é um indicador que mede as unidades feitas por colaborador para a fábrica total e para as suas áreas, independentemente do modelo. A fórmula que melhor representa o seu processo de cálculo é a seguinte:

$$Productivity = \frac{Volume\ de\ Produção}{Manpower} \times \frac{229\ dias}{Working\ Days} [un/colaborador] \quad \text{Equação 4}$$

O numerador do primeiro rácio é o total de unidades produzidas durante o mês respetivo, o denominador representa o número de trabalhadores da empresa. No segundo rácio a constante 229 dias, representa o número total de dias de produção planeado pelo departamento financeiro para o ano e por fim, “*working days*” representa os dias efetivos de trabalho e são contabilizados através do calendário, contando os dias de produção em cada mês.

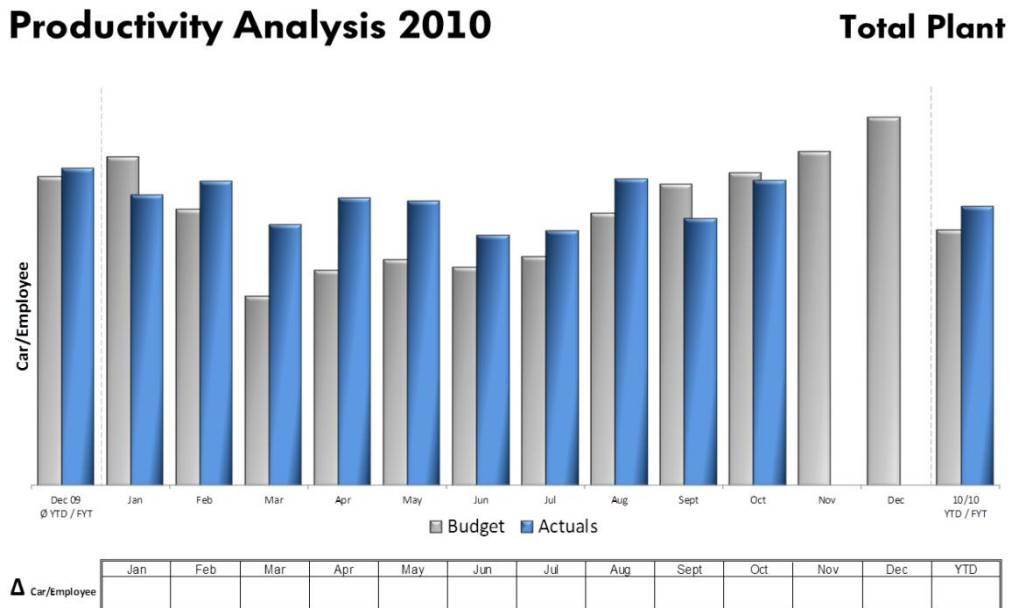


Ilustração 19 - Exemplo de um relatório *Productivity* para o total da fábrica.

Para o indicador, são calculados os valores correspondentes aos dados atuais da fábrica para cada mês (barras a azul escuro na Ilustração 19) e também valores *budget* (barras a cinzento na Ilustração 19), estes são calculados no início de Novembro para o ano seguinte. São baseados no plano de produção e em colaboração com o departamento financeiro, a sua principal função é servirem de termo de comparação, para que quem monitoriza a fábrica perceba se ela está a respeitar os valores *budget* de produtividade ou a ultrapassar os limites e a utilizar a estratégia de produção adequada.

Manpower representa todas as pessoas contratadas pela fábrica, (Payroll, impatriados, expatriados, ETTs), à exceção dos CLM, “*Cost less Manpower*” trabalhadores que, por estarem ausentes da fábrica por longo período de tempo, recebem os seus salários por entidades exteriores à empresa, logo, não têm influência na produtividade geral da empresa.

3.2.3.1. Processo Manual de Cálculo do Productivity

Em seguida, como tem vindo a ser exemplo nos outros indicadores, apresenta-se uma ilustração que pretende representar os principais passos do procedimento de cálculo do indicador e os tempos aproximados dos 3 principais passos, a saber:

- a recolha dos dados;
- o seu tratamento;
- a elaboração do relatório.

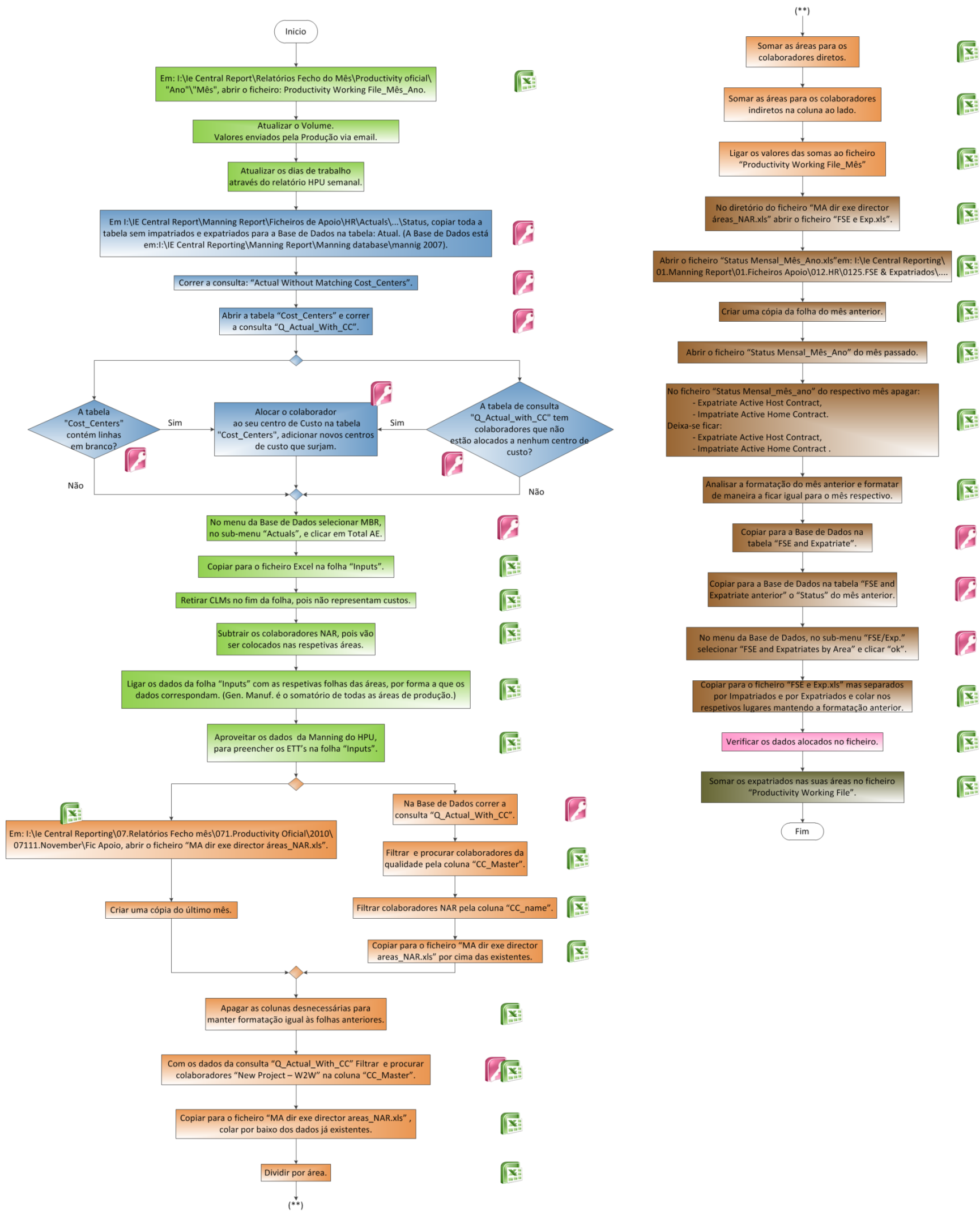


Ilustração 20 - Esquema do Productivity

O tratamento de dados é o passo mais demorado, justificado no *workflow*, pois é necessário dividir todos os trabalhadores pelas áreas e pelo tipo de trabalho.

O indicador é dividido em doze partes, das quais cinco estão diretamente ligadas à produção, a qualidade, a carroçaria, as prensas, a pintura e a montagem final e uma outra que representa a soma das enumeradas anteriormente. Há ainda mais seis que representam os departamentos de trabalho indireto: a “BU”, a área do diretor executivo, a área de recursos humanos, a área de logística, a PEI e a área das Finanças. A produtividade calculada nas 12 áreas permite aos diretores de cada uma delas e à administração compararem os resultados com os valores *budgets*.

Seguidamente apresenta-se o *workflow* dos procedimentos de cálculo do indicador.



- Legenda**
- Atualizar o ficheiro *Productivity Working File_Mês_Ano*
 - Atualizar Centros de Custo
 - Atualizar *NAR*'s
 - Atualizar Impatriados (FSE) e Expatriados

Ilustração 21 - Workflow do procedimento de cálculo do Productivity

O esquema de cálculo é bastante mais curto que o dos outros indicadores, podendo-se concluir que a sua complexidade é mais reduzida.

Constata-se que no cálculo deste indicador existem várias transferências de dados entre as aplicações Microsoft Excel e o Microsoft Access tornando-o mais moroso. Contudo em alguns pontos, a situação é incontornável. A existência deste indicador é justificada pela importância de medir a produtividade de todas as áreas, independentemente dos modelos. Com ele consegue-se perceber se as áreas respeitam os objetivos definidos pelo Grupo.

4. O Módulo informático

O objetivo do projeto de mestrado a desenvolver na empresa incluía a validação de um módulo informático, desenvolvido pelo INESC Porto, para calcular de forma semiautomática os indicadores de produtividade da empresa, que no âmbito do *VFF* deve ser genérico e permitir a implementação de outros indicadores.

O progresso no desenvolvimento do módulo levou a que apenas fosse disponibilizada uma primeira parte que permite calcular o *HPU*. Como a empresa possui critérios de gestão rigorosos não autorizou uma instalação parcial do módulo nas suas instalações. A situação foi ultrapassada com a instalação na *ATEC*, parceiro no projeto europeu, que é a academia de formação profissional financiada pela empresa, pela *BOSCH* e pela *SIEMENS*.

O módulo informático encontra-se dividido em 3 partes, a primeira parte e única disponível, serve para a introdução dos dados que serão recolhidos e introduzidos manualmente e para caracterizar o indicador que se pretende calcular. Na segunda parte irão realizar-se os cálculos automáticos e visualizados os resultados. Na terceira parte será possível emitir o relatório por correio electrónico para o endereço desejado.

4.1. "Upload" dos dados

A imagem seguinte mostra a interface do módulo, onde podem seleccionar-se:



Ilustração 22 - Interface do Módulo Informático



1º Clicando no botão representado à esquerda abre-se um menu onde se pode realizar o *upload* dos ficheiros Excel que contêm os dados em formatação estandardizada.



2º Clicando neste botão o menu de cálculo do *HPU* será mostrado.

Os outros botões referem-se aos outros indicadores e, por enquanto, encontram-se inativos.

Uma parte do menu de *upload* de dados é apresentado na Ilustração 23, onde podem visualizar-se, no canto superior esquerdo, mais dois submenus que permitem configurar as folhas de dados e o método de cálculo do indicador.

É no primeiro submenu, "Load Data Sheet", que se inserem os dados da fábrica. A Ilustração 24 apresenta esse submenu.

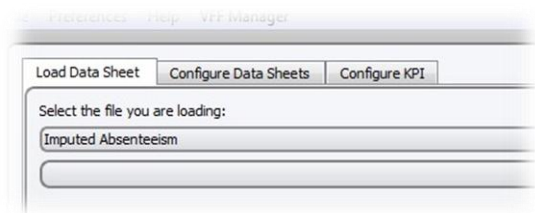


Ilustração 23 - Submenus do Menu "Data Sheets"

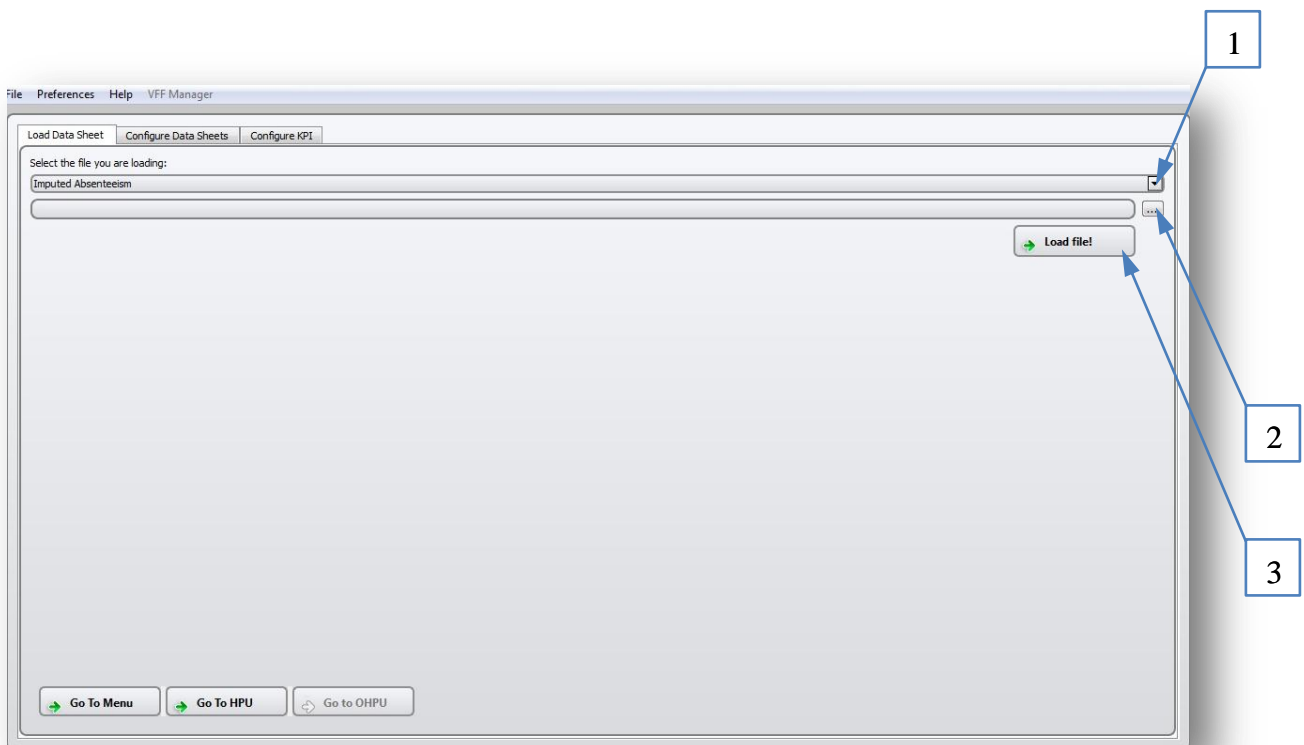


Ilustração 24 - Menu "Load Data Sheet"

Os passos principais para realizar o *upload* dos dados são:

1. Clicar no botão 2 (📁) e definir o local onde o *software* deve procurar o documento que se seleccionou no botão 1. O documento seleccionado quando se clica em 2 deve

corresponder ao tipo de ficheiro e dados selecionados em 1. Devem ser introduzidos os seguintes ficheiros:

- a. *HPU Human Resources*, representa a lista dos trabalhadores diretos,
- b. *OHPU Human Resources*,
- c. *Human Resource Extension*,
- d. *Cost Center relation to organizational units*, são os dados que possuem os centros de custos da áreas,
- e. *Approved Absenteeism*, folhas de Excel com o absentismo aprovado,
- f. *Imputed Absentism*, folhas de Excel com o absentismo imputado,
- g. *Daily transfers*, dados com as transferências que ocorrem diariamente,
- h. *Month Hours*
- i. *Month Train*
- j. *Calendar*, calendário cedido pela produção.

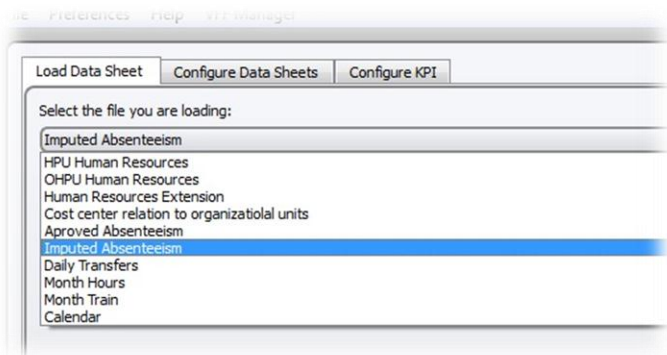


Ilustração 25 – Tipos de dados para fazer upload

Os tipos de ficheiros *b*, *c*, *h* e *i* não são necessários para o cálculo do *HPU*, serão utilizados nos outros indicadores.

A imagem que a seguir se apresenta é a que aparece depois de clicar no botão 1, nela vemos como selecionar o documento que se pretende clicando no botão 4 *open*.

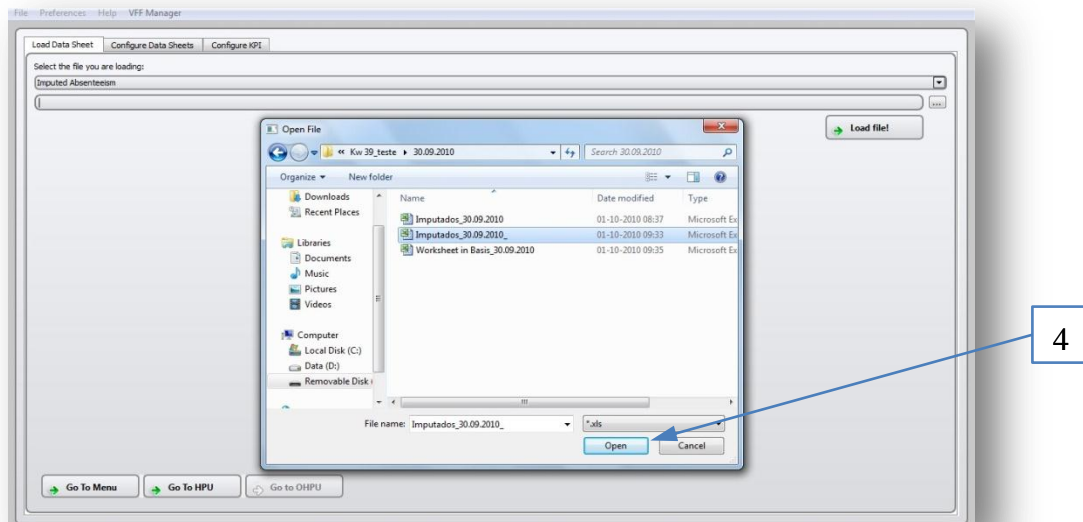


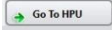


Ilustração 26 – Selecionar o ficheiro para fazer upload.

2. Depois de selecionar todos os ficheiros a carregar no módulo clica-se sobre o botão "Load File" ( ,3 da Ilustração 24) e o módulo inicia o carregamento de todos os ficheiros pré-selecionados.

4.2. Calcular o HPU

Para calcular o HPU, que apenas será possível depois de carregar todos os dados necessários, utiliza-se o interface do módulo () para clicar no botão “Calculate HPU” ou no botão “Go to HPU” (), localizado no canto inferior esquerdo da Ilustração 26 que irá abrir um novo submenu apresentado na imagem seguinte.

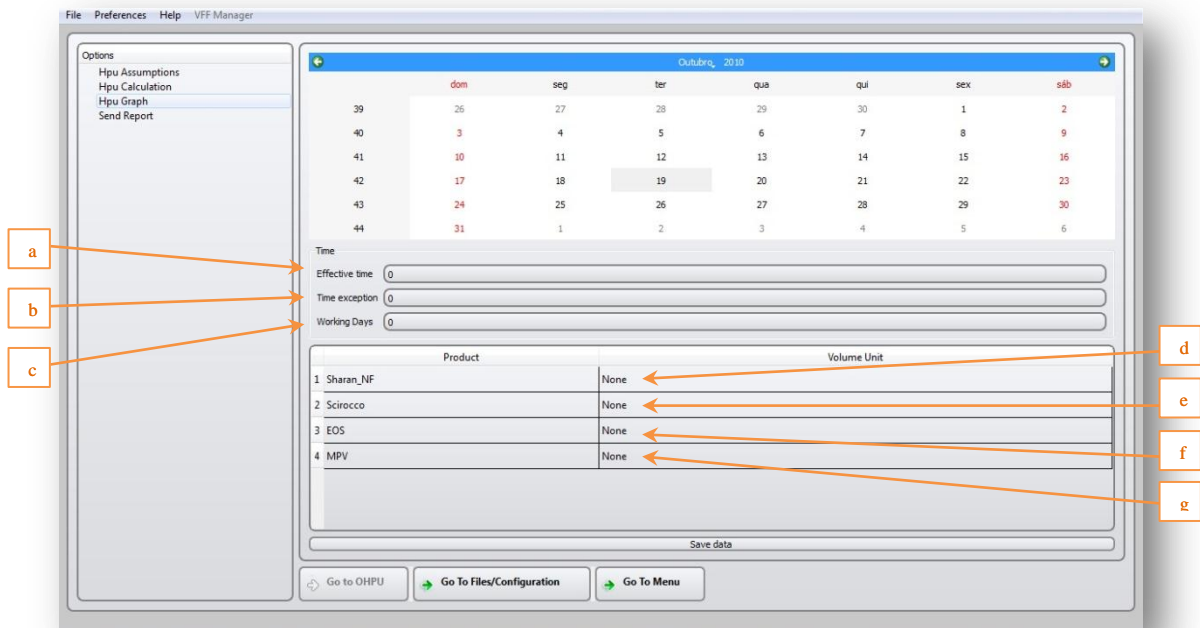
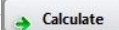



Ilustração 27 - " Calculate HPU " – Selecionar o dia

Após terem sido concretizadas as etapas já descritas, deve selecionar-se o último dia dos dados que se inseriram, na eventualidade de se terem carregado mais do que um dia. Nos campos *a*, *b* e *c* deve colocar-se o valor de horas de trabalho, exceções de horários devido a situações pontuais e o número de dias de trabalho do período de tempo requerido, respectivamente.

Nos campos *d*, *e*, *f* e *g* colocam-se os volumes de produção dos respetivos modelos. Em princípio com os dados carregados na primeira parte tal não é necessário, pois aparecerá por defeito. Caso contrário, é só clicar sobre a linha correspondente e introduzir o valor.

Após a concretização de todos estes passos intermédios o módulo tem a informação para realizar os cálculos e poderá utilizar os resultados de outro dia, pois o módulo guarda os dados principais, assegurando esta hipótese. Ao clicar em “Calculate” ( Locked) o módulo realiza os cálculos. Para realizar um *refresh* dos dados coloca-se um visto em Locked e o botão em vez de *Calculate* passa a dizer *Refresh*.

Na imagem em baixo pode ver-se o botão *Edit Percents* (), no topo: permite inserir as percentagens que irão dividir os colaboradores diretos por modelo, pois na fábrica a linha de produção é única, daí a necessidade de dividir os colaboradores através de percentagens.

Na Ilustração 28 é possível ver-se o espaço onde se selecionam os resultados do modelo assinalado pelo número 5. A tabela que se apresenta por baixo da zona 5, preenchida

com zeros, define a forma como os resultados vão ser apresentados, cruzando as várias situação dos colaboradores que entram no *HPU* e as suas áreas.

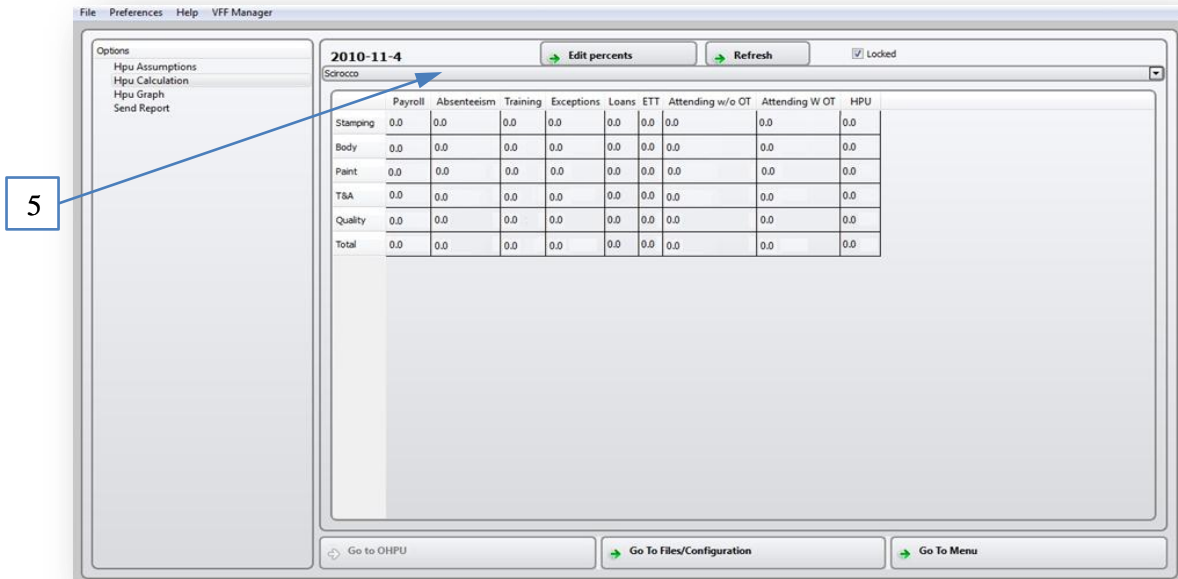


Ilustração 28 - Calcular o HPU

Com o *display* dos resultados é possível visualizar quatro campos diferentes no canto superior esquerdo, na Ilustração 28 está selecionada a opção “*HPU Calculation*”.

Obtidos os resultados é possível representá-los sob a forma de gráficos de barras comparáveis com os valores *budget*, clicando em “*HPU Graph*”. A Ilustração 29 em baixo é um exemplo do tipo de gráficos que surgem.

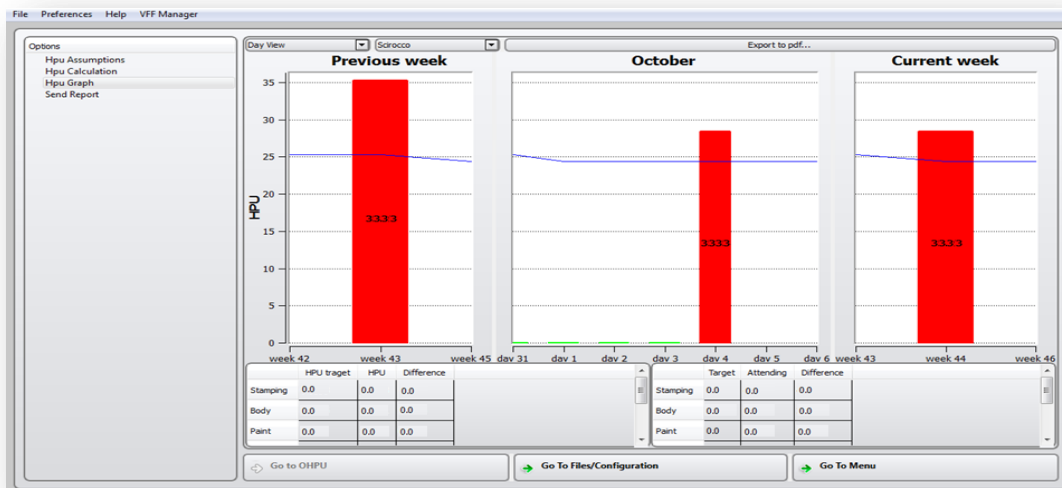


Ilustração 29- Gráficos HPU

Na imagem as barras a cor vermelha permitem visualizar que algo se encontra fora do planeado. A linha horizontal azul representa os valores *Budget*. Então, como os valores atuais ultrapassam os valores *budget*, as barras estão a vermelho. Esta situação pode dever-se a um excesso de trabalhadores na linha, ou volumes de produção inferiores ao planeado. Caso os valores atuais respeitassem os valores *budget* as barras apareceriam a verde.

Por baixo dos gráficos encontram-se tabelas de comparação dos resultados com o *budget* e do lado direito a comparação do “*attending*” da fábrica com o *budget*.

Os relatórios têm uma periodicidade diária, semanal e mensal por isso o módulo permite seleccionar cada uma delas. No exemplo de cima, a vista seleccionada é a diária. A Ilustração 30 mostra onde e quais as opções.

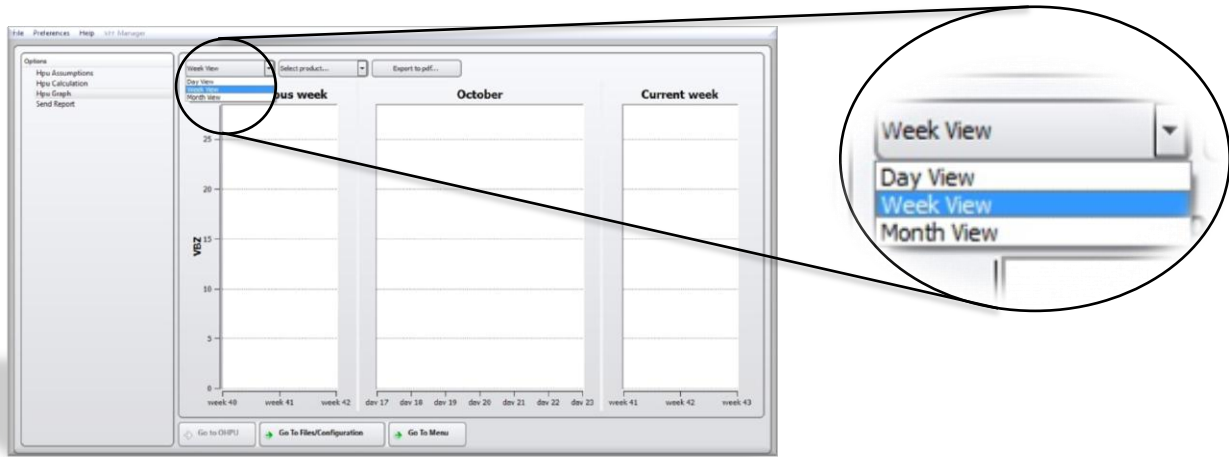


Ilustração 30 - Período de Visualização

Note que os dados apresentados são para o Volkswagen Scirocco mas é possível seleccionar outro modelo, a Ilustração 31 é elucidativa disso.

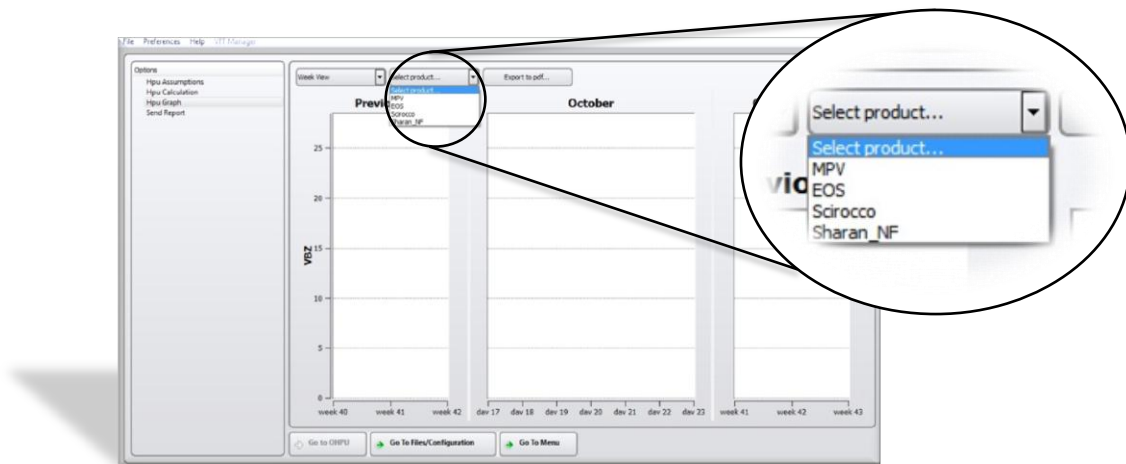


Ilustração 31 - Produtos que se podem seleccionar

4.3. Reportar o HPU

Concluído o cálculo do *HPU* segue-se a construção dos relatórios que vão ser apresentados às áreas, ao diretor do departamento e ao diretor-geral. A Ilustração 29 mostra, no cimo, o botão **Export to pdf...** que permite criar um ficheiro em formato

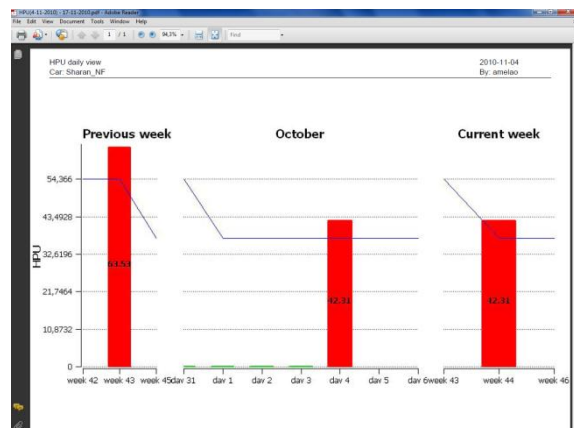


Ilustração 32 - Relatório HPU em formato pdf

pdf com o gráfico dos resultados. A Ilustração 32 é um exemplo de um relatório criado a partir do módulo.

4.4. Sugestões de Melhoria do Módulo

Dos ensaios realizados, detetaram-se situações a melhorar, outras que podem ser eliminadas e outras que não são facilmente perceptíveis, tendo sido identificados os constrangimentos seguintes:

- Se é permitido realizar o carregamento de ficheiros em formato xls, também, deveria permitir ficheiros xlsx;
- não é perceptível, quando se carregam os dados do absentismo, se o módulo consegue identificar a data a partir dos dados, não sendo possível introduzir essa informação manualmente;
- deveriam existir ajudas em *display* de texto quando se seleciona o tipo de dados que serão carregados, facilitando, assim, a função do utilizador;
- após a seleção e indicação do local onde se encontram os ficheiros com os dados pretendidos, é desnecessário ter de clicar no botão “*upload*” e, no fim de ter o carregamento concluído, é desnecessário ter de clicar em “*ok*” para fechar a janela de progresso de carregamento que surge;
- no menu *calculate HPU*, no submenu *HPU Assumptions*, por baixo do calendário, os campos *Effective Working Time*, *Working Days* devem aparecer por defeito os valores 7,667 e 1, respectivamente;
- devem constar, junto dos valores ou da sua designação as respetivas unidades;
- a atualização dos valores *budget* é manual, sendo preferível ser automática e possibilitando a inserção de valores para o ano todo de uma só vez;
- não é claro como são guardados os ficheiros que são carregados, desconhece-se o que acontece com os ficheiros que já foram introduzidos e posteriormente são atualizados;
- como devem ser introduzidas as percentagens dos centros de custos de maneira a que, para aqueles que não se contabilizam, mas fazem parte dos dados, o módulo entenda que a sua contribuição é nula;
- no submenu *Gráficos*, onde são apresentados os gráficos de barras, as datas apresentadas não estão atualizadas;
- quando se clica no botão para criar os relatórios em formato *pdf*, deveria existir uma opção que permitisse selecionar o tipo de indicador para converter e criar o relatório que se pretende e para que modelos;
- a qualidade gráfica do relatório em formato *pdf* é má, sendo incompatível com a divulgação para análise pelos diretores e administradores;
- as tabelas de resultados onde se comparam os valores obtidos com os valores *budget*, no submenu *HPU Graph* devem fazer parte do relatório em formato *pdf*;

- No relatório os valores *budget* devem ser de percepção rápida o que não acontece simplesmente com a linha azul.

Nos testes de cálculo realizados existiram diferenças nos resultados com os obtidos no departamento pelo método habitual, contudo, constata-se, por vezes, a necessidade de alterar dados por motivos pontuais. O INESC Porto foi alertado mas, nesta fase muito embrionária do módulo, optou-se por não dar muita relevância ao sucedido.

4.5. As potencialidades de melhoria do Módulo

O projeto europeu *VFF* pretende contribuir para o desenvolvimento da economia europeia de acordo com a “Estratégia de Lisboa” e a empresa aceitou participar e cooperar nesse objetivo, partilhando o seu *Know-how* sobre *KPI(s)* de produtividade. O módulo apresentado é um embrião do que poderá vir a ser.

Para a empresa, esta cooperação tem todo o interesse, uma vez que vai permitir automatizar os processos de cálculo, tendo sido referido no documento de especificação dos requisitos do *software* que seria necessário manter a flexibilidade que o cálculo manual permite.

Na Ilustração 9 e Ilustração 12 apresentam-se os tempos das várias fases do processo de cálculo. Com a implementação do módulo, espera-se uma redução do tempo de cálculo de 70%. No caso particular do indicador *HPU*, onde o *HPU* diário demora 62 minutos e o semanal 195 minutos, uma redução de 70% equivale a um tempo de cálculo melhorado de 18,6 minutos para o diário e 58,5 minutos para o semanal.

Nos ensaios do módulo constataram-se tempos de cálculo bastante melhores, merecendo reparo menos positivo o tempo despendido na fase de localização dos ficheiros e no seu carregamento. A partir daqui, tudo corre bastante rápido e sequencialmente, permitindo que o tempo total até ao relatório final não aumente.

Na realidade não ultrapassa os 10 minutos para o diário e os 15 minutos para o semanal, o que corresponde a ganhos efetivos de 84% para o diário e de 92% para o semanal.

Diário:

$$\text{Ganho} = \frac{62 \text{ min} - 10 \text{ min}}{62 \text{ min}} \times 100$$

$$\text{Ganho} = 84\%$$

Semanal:

$$\text{Ganho} = \frac{195 \text{ min} - 15 \text{ min}}{195 \text{ min}}$$

$$\text{Ganho} = 92\%$$

Como pode constatar-se tal melhoria é considerada extraordinária para a rapidez de execução do cálculo dos indicadores, sendo agora possível dedicar mais tempo a elaborar estratégias que levarão à melhoria dos indicadores, libertando tempo para outro tipo de análises e para o desenvolvimento da monitorização.

A crítica mais importante é o facto de o módulo estar num formato e desenvolvido de uma forma que é pouco generalista e muito específica para o caso da empresa, o que é limitativo no âmbito do projeto.

Assim sendo, e após várias conversações entre a empresa e o INESC Porto, para proceder a melhorias, numa reunião realizada nas instalações do INESC Porto foi apresentado um *upgrade* do módulo informático que permite total liberdade na inserção de dados e configurar a forma como eles se devem relacionar, permitindo mesmo a configuração de tabelas de um dado ficheiro com as de outro. Até à presente data, não se encontra em condições de ser validado. Prevê-se que esteja disponível no fim de Fevereiro de 2011 para a realização de ensaios.

5. Sugestões de Melhorias nos Processos de Cálculo dos Indicadores

A totalidade do módulo informático não foi disponibilizada a tempo de se proceder à sua validação, tendo existido apenas uma pequena parte do módulo que se mostrou insuficiente para que se conseguisse perceber se o módulo cumpre os requisitos. No entanto, conseguiram identificar-se pontos a melhorar e ser surpreendidos pelas suas potencialidades.

Então, decidiu-se que iria completar-se o projeto com a representação do processo de cálculo na empresa sob a forma de *workflows* que iriam completar o trabalho realizado até à data, contribuindo para o crescimento do repositório de conhecimento.

Em termos gerais, existem muitas tarefas nos 3 procedimentos que implicam a transferência de dados do Microsoft Excel, formato dos dados originais, para o Microsoft Access. Esta situação deve ser melhorada. Sugere-se a utilização de formas automáticas de transferência de dados e que se tente guardar a informação em dois lados: no diretório onde a fábrica os espera encontrar, protegida por *backups* de informação, e no local onde os *softwares* a esperam encontrar, sendo atualizada e sobreposta sempre que possível. Uma outra opção seria trabalhar só em Microsoft Access, pois o *software* possui potencialidades suficientes para isso. Contudo, o Microsoft Excel permite uma flexibilidade imediata, isto é, maior manuseamento de dados. Assim, aconselha-se uma utilização contínua do Access e, numa eventualidade, calculam-se os indicadores com auxílio do Excel.

Uma outra melhoria para todos os processos de cálculo são os diretórios onde os dados são e estão gravados. Como são utilizadas *drives* que estão disponíveis para toda a fábrica, os locais de gravação são muitos extensos, isto é, existem demasiadas pastas para abrir até conseguir encontrar o documento pretendido. Situação que foi contornada, pelas especialistas do departamento, através da criação de atalhos no computador pessoal, mas que continua a ser constrangedora para elementos novos da equipa e para gravar os documentos. Para permitir um aumento na fluidez e na facilidade de acesso aos dados, é necessário que os caminhos de gravação sejam diminuídos, isto é, sejam necessários menos passos para os alcançar.

A título de exemplo, os indicadores calculados pelo departamento deviam estar guardados dentro de uma pasta onde o nome correspondesse ao nome do indicador: nela estaria toda a informação, esta, por sua vez, estaria guardada dentro de outra pasta com o nome do departamento.

Pela análise dos *workflows* nota-se que existem tarefas que podem ser automatizadas com a criação de *macros*, uma vez que, as tarefas a realizar o permitem: por exemplo, tarefas que apenas realizam formatação nos ficheiros e se seguem umas às outras. Ver, por exemplo no *workflows* do HPU as tarefas que possuem um asterisco ao lado (junto com o símbolo do *software*), elas poderão ser automatizadas pela utilização de *macros*, existe, no entanto, a necessidade de comprovar a sugestão para todas as tarefas.

Uma outra situação que provoca atrasos principalmente para o *HPU* e para o *OHPU* é o facto de os dados fonte⁸ não virem sempre com a mesma formatação o que, por vezes, provoca perdas de tempo na tentativa de desvendar erros que surgem nos ficheiros, quando eles apenas existem, porque existem células com um espaço a menos ou a mais, uma maiúscula em vez de minúscula, entre outras situações que impossibilitam a correspondência das fórmulas entre dados. Esta situação é externa e ultrapassa a equipa mas deve ser realizada uma avaliação destes constrangimentos com os recursos humanos para que assegurem coerência na formatação dos dados.

Para auxiliar no cálculo do *HPU* e do *Productivity* existe uma base de dados com o nome “*Manning*” e ainda uma outra para o *OHPU*. Ambas apresentam um menu principal pouco prático, levando a que os utilizadores apenas o utilizem pontualmente, sendo prioritário o seu aperfeiçoamento. Por exemplo, criar uma interface única que permitisse através dela aceder a consultas e às tabelas de cada um dos indicadores, a Ilustração 33 é um exemplo.

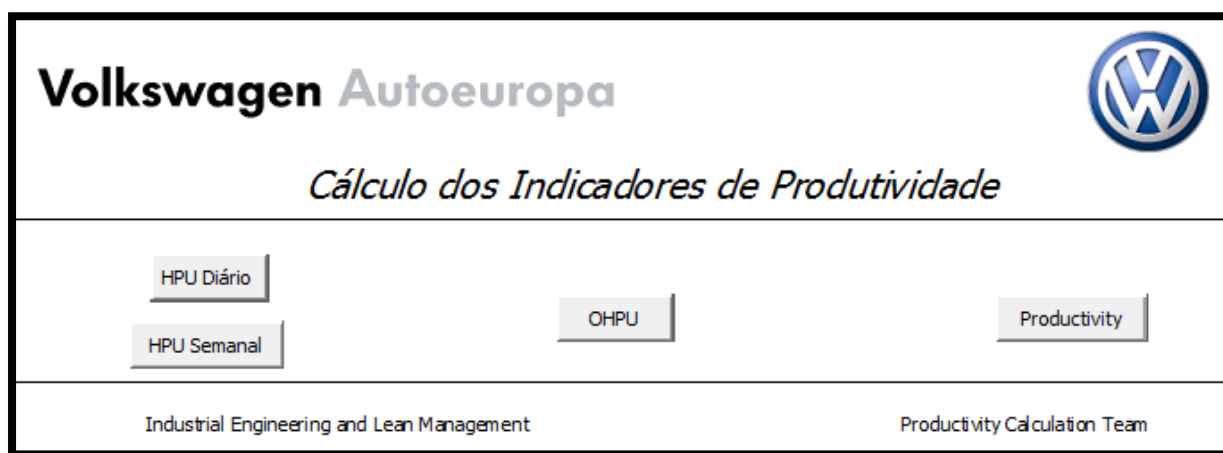


Ilustração 33 - Exemplo de uma interface mais Generalista

O indicador *Productivity* tal como o *HPU* possui valores atuais e *budget* e no caso do último, no relatório são utilizadas cores apelativas para visualizar e ler o desempenho da fábrica. Esta formatação tem o seu valor e tem vindo a sofrer melhorias. Assim, sugere-se que para o *Productivity* se utilize a mesma estrutura em vez das barras azuis e cinzentas que apenas pela sua cor, pouco dizem e não tornam o relatório intuitivo.

Ao nível dos colaboradores do departamento, uma melhoria poderia ser a aposta na flexibilização em relação às suas tarefas, permitindo tempo para o desenvolvimento e melhoria dos procedimentos. A existência de uma reunião semanal ou quinzenal com o diretor, com toda a sua disponibilidade, onde seriam debatidas melhorias, situações desagradáveis e infortáveis para a equipa, seria uma estratégia para demonstrar o interesse do diretor e motivar a equipa para o desenvolvimento do seu trabalho.

Com estas sugestões que se tentarão implementar no próximo semestre, espera-se alcançar uma melhoria na ordem dos 30%, um objetivo complementar e ambicioso.

⁸ Entenda-se por dados fonte, os dados com que se inicia o processo, isto é, são os dados cedidos por email, via SAP, etc, que permitem após o seu tratamento o cálculo dos indicadores.

6. Conclusões

Da realização do projeto em ambiente empresarial nota-se que cada colaborador indireto é contratado para realizar determinado tipo de tarefa e o que importa é que ele a compreenda e consiga realizar com o máximo de perfeição. No entanto, é notório que o tempo que os colaboradores têm para refletirem e descobrirem formas de melhorar os procedimentos é pouco.

Se nos deslocarmos à linha de produção, identificam-se pontos onde os colaboradores podem descrever melhorias que consideram importantes realizar nos processos de fabrico ou na maneira como são disponibilizados e distribuídos materiais e ferramentas, etc. Isto é, o colaborador direto é incentivado a sempre melhorar o seu desempenho, diminuindo o seu esforço. Existem também reuniões com os supervisores das equipas onde se podem expor ideias de melhoria e apresentar críticas. Sem dúvida um bom exemplo e uma boa política.

Contudo, se nos deslocarmos aos escritórios e aos trabalhadores indiretos, esse tipo de políticas e ideias não está tão enraizado. O que se pretende realçar com esta exposição é que, também, aos trabalhadores indiretos, deve ser dado o tempo, a formação e o incentivo para identificarem e implementarem melhorias. Também eles devem receber prémios se implementarem com resultados melhorias nos seus processos.

Defendem-se muito as ideias *Lean*, desenvolvidas pela Toyota, na linha de produção e gastam-se quantidades consideráveis de recursos nessa tentativa de implementação e desenvolvimento. Todavia as filosofias *Lean* devem ter uma aplicabilidade transversal a toda a empresa, incluindo escritórios.

Por exemplo, gastam-se enormes quantidades de papel e tinta devido a impressões mas atualmente existem meios tecnológicos que conseguem evitar esse tipo de gastos. Sabe-se que os aparelhos electrónicos do tipo *tabletpc* e o fornecimento de *pendrives* podem ser um investimento alto mas com certeza dará o seu retorno num curto período de tempo se se balancear com os gastos anuais em papel e tintas de impressoras.

Contudo, não se deve focar toda a atenção na redução de custos sem procurar acrescentar mais-valias aos processos, produtos, serviços, etc. A Ilustração 34, retirada dos documentos do *VFF*, é elucidativa desta ideia. Existe a necessidade de ir mais longe do que apenas copiar as filosofias *Lean*, tal atitude coloca-nos sempre um passo atrás, mas existe a necessidade de criatividade e boas ideias de produção.

A indústria automóvel é um bom exemplo, porque desde Henry Ford, com o Ford T, até hoje, tornou-se um dos negócios mais rentáveis do mercado. Note-se que o preço dos automóveis não tem diminuído à medida que se melhoram os processos de fabrico e se reduzem os custos de produção, como seria de esperar. Pelo contrário, os automóveis têm vindo a ficar mais caros mas nunca se venderam tantos como no presente (não fosse a grave crise económica e mais se venderiam), porquê?

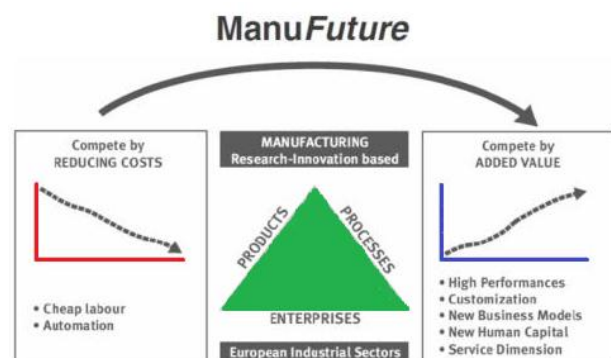


Ilustração 34 – Redução de custos Vs. Adição de valor acrescentado

O segredo deve-se ao facto de os construtores se preocuparem em acrescentar valor aos seus automóveis, novos *designs*, novas tecnologias de: segurança, de interação com o condutor, de condução, de interação com dispositivos electrónicos portáteis (o leitores de música, telemóveis, etc), de conforto, de navegação, entre outros. O acréscimo de valor ao produto agrada muito ao cliente: prova dessa realidade é o volume de vendas do ramo automóvel.

A Volkswagen percebeu a importância de estar um passo à frente e lançou o *Volkswagen Production System* (Sistema de Produção da Volkswagen), que se tornou transversal ao Grupo. O principal objetivo é, pela redução de custos de produção e pelo acréscimo de valor ao produto, tornar-se na maior vendedora mundial de automóveis até 2018.

A situação económica que se vive no mundo, onde os mercados estão muito contidos, conduz à pouca rotatividade de pessoas entre empresas. No entanto, o mercado tem de despertar e quando isso acontecer as pessoas vão começar a circular. Ora, a rotatividade deixa um vazio nas empresas, pois o conhecimento viaja com os indivíduos. A contribuição do trabalho desenvolvido permite absorver o choque que a fuga de conhecimento demonstra ser, pois existirá sempre uma almofada protetora à qual se chama repositório do conhecimento.

As melhorias que se sugerem no capítulo 5 serão analisadas e implementadas ao longo do próximo semestre. Contudo, salienta-se a contribuição que este trabalho tem para o aumento e evolução do repositório do conhecimento do departamento, muito importante no âmbito do projeto *VFF* e para a documentação do conhecimento num repositório acessível a todos, contrariando a centralização e bloqueio à informação que insiste em permanecer nas organizações com esta dimensão.

O aumento na autonomia relativamente à formação de novos colaboradores que os *workflows* vêm trazer ao departamento, é uma mais-valia do trabalho desenvolvido para a empresa. Com a evolução do repositório do conhecimento a necessidade de um formador diminui, o que evita a perda de produtividade da equipa, uma vez que o formador pode estar a produzir em vez de estar a formar novos colaboradores.

O objetivo de validação do módulo, devido aos acontecimentos já evidenciados, não foi alcançado mas conclui-se que o seu desenvolvimento vai ser uma melhoria importante para o departamento.

O objetivo de criação dos *workflows*, que inicialmente não existia mas que veio a surgir, foi alcançado com sucesso. Será criado do próximo semestre um pequeno caderno com a informação desta dissertação e de outros documentos que servirá para enriquecer o repositório de conhecimento, facilitar a aprendizagem e motivar a sua autonomia.

Referências

Carvalho, J. Eduardo (2007), “O que é *Produtividade*”; Quimera; 2ªedição
Relatórios Anuais de Produção da Volkswagen

Bibliografia

Carvalho, J. E. (2007). *O que é Produtividade*. Quimera.

Pinto, J. P. (2009). *Pensamenrto LEAN - A filosofia das organizações vencedoras* (1st ed.). Lidel - Edições Técnicas Lda.

Roldão, V. S. (2003). *Planeamento e Programação das Organizações* (1st ed.). Monitor - Projetos e Edições, Lda.

Documentos do VFF:

- Annex I - “Description of Work”; 2010-06-24;
- *Deliverables* que foram sendo cedidos;
- Apresentações em PowerPoint elaboradas para o VFF;
- “*Software Requirements Specification*”;

<http://www.vff-project.eu>; a 6 de Setembro, 29 de Outubro, 12 e 26 de Novembro e 3 e 17 de Dezembro de 2010;








ANEXO A: Empresas que Participam no VFF

Na tabela retirada dos documentos do VFF podem visualizar-se os 30 parceiros do projeto.

N	Participant organization name	Short name	Country	Data enter project	Data exit project
1	Consiglio Nazionale delle Ricerche – ITIA	ITIA	Italy	1	42
2	Homag AG	HOMAG	Germany	1	42
3	Volkswagen AutoEuropa	AutoEuropa	Portugal	1	42
4	Compa SA	COMPA	Romania	1	42
5	Comau SpA	COMAU	Italy	1	42
6	Frigoglass S.A.I.C.	Frigoglass	Greece	1	42
7	Alenia-Aeronautica SpA	ALENIA	Italy	1	42
8	Audi Hungaria Motors Kft.	AHM	Hungary	1	42
9	Ficep SpA.	FICEP	Italy	1	42
11	Technology Transfer System S.r.l	TTS	Italy	1	42
12	Nova GmbH	NOVA	Switzerland	1	42
13	CASP SA	CASP	Greece	1	42
14	ROPARDO SRL	ROPARDO	Romania	1	42
15	M&LGROUP	M&L	Spain	1	42
16	SimX ltd	SimX	UK	1	42
17	Steel-Projects France	SPF	France	1	42
18	Central Europe Institute of Technology	CEIT	Slovakia	1	42
19	ATEC	ATEC	Portugal	1	42
20	FhG-IPA	FhG-IPA	Germany	1	42
21	LMS University of-Patras	LMS	Greece	1	42
22	ICIMSI-SUPSI	ICIMSI	Switzerland	1	42
23	ETHZ	ETHZ	Switzerland	1	42
24	EUVE	EUVE	Spain	1	42
25	INESC Porto	INESC Porto	Portugal	1	42
26	CLUJ-NAPOCA University	UTCN	Romania	1	42
27	RWTH-WZL	RWTH-WZL	Germany	1	42
28	Fatronik-Tecnalia	Fatronik-Tecnalia	Spain	1	42
29	SZTAKI	SZTAKI	Hungary	1	42
30	PSI AG	PSI	Germany	1	42

ANEXO B: Tarefas dos *Work Packages*

Na tabela podem visualizar-se as tarefas e em quais delas a Volkswagen Autoeuropa, Lda. vai participar.

WP	Tarefas	Participação
0	T0.1 – Coordination and project monitoring	
	T0.2 - Financial and administration management	
	T0.3 - Development of regular Progress Reports	
	T0.4 - IMS coordination	
1	T1.1 - <i>VFF</i> conceptual framework	
	T1.2 - Migration to the “factory as a product”	
	T1.3 - Conceptual design of the framework Pillars	
	T1.4 - Validation scenarios definition	
2	T2.1 - Reference Model for Factory and Process Planning	
	T2.2 - Development of the Virtual Factory Data Model	
	T2.3 - Development of the information exchanging	
3	T3.1 - Identification of the requirements and restrictions of the VF Manager	
	T3.2 - Definition of domain specific language for Info	
	T3.3 - Definition of the Transaction System	
	T3.4 - Development of the VF Manager	
4	T4.1 - Development of the VF Manager	
	T4.2 - Functional modules to be developed	
	T4.3 - Functional modules architecture	
	T4.4 - Implementation of the modules	
	T4.5 - Integration of existing Tools	
	T4.6 - Functional modules validation and test	
5	T5.1 - Definition of Project Ontology	
	T5.2 - Definition of Project Ontology	
	T5.3 - Knowledge association Engine	
	T5.4 - Development of factory templates	
	T5.5 - Good practise identification and analysis	
6	T6.1 - Modules for factory image	
	T6.2 - Factory image development	
	T6.3 - Interoperability with physical factory	
	T6.4 - Interaction with Knowledge Repository	
7	T7.1 - Validation Process Specification (KPI's)	
	T7.2 - Scenarios Implementation	
	T7.3 - Test and Evaluation of Results	
8	T8.1 - Result transfer to other sectors & interest group	
	T8.2 - Dissemination	
	T8.3 - Exploitation	

ANEXO C: Tabela de *Deliverable*

A tabela a seguir apresentada mostra todos os *deliverables* que devem ser entregues e o seu prazo de validade.

Del	Deliverable Title	WP	Diss. level ¹	Nature	Delivery
D0.1a	First Progress Report	WP0	Co	Report	Month 6
D0.1b	Year 1 Progress Report + project assessment	WP0	Co	Report	Month 12
D0.1c	M18 Progress Report	WP0	Co	Report	Month 18
D0.1d	Year 2 Progress Report	WP0	Co	Report	Month 24
D0.1e	M30 Progress Report	WP0	Co	Report	Month 30
D0.1f	Year 3 Progress Report	WP0	Co	Report	Month 36
D0.2	VFF Final report	WP0	Co	Report	Month 42
D1.1	VFF Conceptual Framework	WP1	Co	Report	Month 7
D1.2	VFF Pillars reference requirements	WP1	Co	Report	Month 6
D1.3	Validation Scenario definition	WP1	Pu	Report	Month 7
D2.1	Reference model for factory planning	WP2	Pu	Report	Month 12
D2.2	Virtual Factory Common Data-Model	WP2	Pu	Report	Month 18
D3.1	Functional specifications of the VF manager	WP3	Co	Report	Month 12
D3.2	VFF information exchanging platform	WP3	Pu	Report+ SW	Month 24
D3.3	Definition of the Transaction System interfaces	WP3	Co	Report	Month 24
D3.4a	VF Manager (proof of concept by prototype)	WP3	Co	Report + SW	Month 12
D3.4b	VF Manager	WP3	Co	Report + SW	Month 24
D4.1	Guideline criteria and modules definition	WP4	Pu	Report	Month 12
D4.2	Modules architecture	WP4	Co	Report	Month 18
D4.3	Functional module development and validation	WP4	Co	Report + SW	Month 30
D4.4	Functional Modules integrated	WP4	Co	Report	Month 30
D5.1	Knowledge domain ontology	WP5	Pu	Report	Month 12
D5.2a	Knowledge Repository Specification	WP5	Co	Report	Month 14
D5.2b	Knowledge Repository	WP5	Co	Report	Month 20
D5.3	Advanced knowledge association engine	WP5	Co	Report + SW	Month 20
D5.4	Factory templates	WP5	Pu	Report	Month 20
D5.5	Good practice framework	WP5	Pu	Report	Month 20
D6.1	Model for Factory Image	WP6	Co	Report	Month 12
D6.2a	Factory Image	WP6	Co	Report	Month 12
D6.2b	Factory Image	WP6	Co	Report	Month 24
D6.3	Interoperability with the physical factory	WP6	Co	Report + SW	Month 24
D6.4	Methods for interacting with the K-repository	WP6	Co	Report + SW	Month 30
D7.1	Validation process specification (including KPIs)	WP7	Co	Report	Month 12
D7.2a	Scenarios first release	WP7	Co	Demonstrator	Month 36
D7.2b	Scenarios final version	WP7	Co	Demonstrator	Month 42
D7.3	Evaluation results	WP7	Pu	Report	Month 42
D8.1	Transfer to other sectors and Interest Group	WP8	Pu	Report	Month 42
D8.2a	Dissemination Baseline Report	WP8	Pu	Report	Month 12
D8.2b	Dissemination Mid-Term Report	WP8	Pu	Report	Month 24
D8.2c	Dissemination Final Report	WP8	Pu	Report	Month 42
D8.3a	Exploitation Baseline Report	WP8	Re	Report	Month 12
D8.3b	Exploitation Mid-Term Report	WP8	Re	Report	Month 24
D8.3c	Exploitation Final Report	WP8	Re	Report	Month 42

¹ PU = Public; PP = Restricted to other programme participants; RE = Restricted to a group specified by the consortium
CO = Confidential, only for members of the consortium

Retirado dos documentos do projeto (em www.vff-project.eu, a 10/11/2010).

ANEXO D: Planeamento do Projeto - Gráfico de Gantt

Seguidamente é apresentado o planeamento do projeto europeu.

