Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Análise e Melhorias de Processos

Relatório de Estágio

Marco Alexandre Antunes Mendes

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Tomar/Novembro/2021

Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Marco Alexandre Antunes Mendes

Análise e Melhorias de Processos

Relatório de Estágio

Orientado por:

Professor Doutor Paulo Coelho – IPT/ESTT

Tiago Gregório – Noesis Portugal

Relatório de Estágio apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica

RESUMO

Este relatório de Estágio que se apresenta como trabalho final de mestrado, tem como objetivo descrever o estágio realizado na empresa Noesis Portugal.

Durante o trabalho, que teve como base a duração de 9 meses, foram utilizadas e implementadas ferramentas de análise e melhorias de processos fazendo uso de *softwares* já bem estabelecidos e ainda outros que são implementações inovadoras no mercado da aceleração digital, como é o exemplo do *Process Mining*.

No presente relatório dá-se destaque às principais áreas com que se teve mais contacto, sendo os projetos de Manutenção (com as Ordens de Trabalho) uma das mais relevantes e interessantes. No âmbito desses contactos, foram utilizadas metodologias de trabalho que permitem como resultado final uma melhoria nos processos dos clientes, desde a eliminação de constrangimentos nos fluxos dos processos, acompanhamento de etapas de processo sensíveis e com gestão de tempos de execução dos processos. Para isto foram utilizadas ferramentas chave, como o SAP e o Celonis, com bases de dados preparadas para *big data*. Para além dos exemplos mostrados dos clientes, apresenta-se uma demonstração de construção e utilização de Celonis na análise e melhoria de um processo.

Palavras-chave: Gestão de recursos, Processos, *Process Mining*, análises e melhorias de processos, *big data*, bases de dados.

ABSTRACT

This Internship report presented as master's final assignment, with the purpose of describing the internship took place in the Noesis Portugal company.

During the internship, with 9-month duration, it was used and implemented tools of analysis and improvement of processes, using software's well established in the current digital market, even other innovating software as Celonis.

This report it is showed the most important areas which has been the opportunity to work with, but the most interesting and relevant was the Maintenance projects with the use of Work orders. In the landscape of this opportunities, it was used work methodologies that allows as final result an improvement on the client's processes, since the removal of bottlenecks, as well the follow through of sensitive process steps and execution time management. For that purpose, was used key tools such as SAP and Celonis, with big data database ready. Besides the customer examples, there is a demonstration of the Celonis building and data analysis for a process improvement.

Keywords: Resource Management, Processes, Process Mining, Process analysis and improvement, big data, databases.

AGRADECIMENTOS

A apresentação deste relatório é resultado direto do apoio de muitas pessoas importantes no decorrer do estágio. Desde o inicio, sendo trabalhador estudante, com o tempo muito reduzido, mas com a orientação do Professor Doutor Paulo Coelho que nunca me deixou desistir e sempre me procurou ajudar a manter o foco nesta meta final. Quero deixar expresso o meu profundo agradecimento pelo seu apoio que foi fundamental para este momento.

Também quero agradecer ao IPT e mais particularmente ao departamento de Engenharia Eletrotécnica a qualidade no serviço de ensino e toda a disponibilidade de instalações e laboratórios, que marcaram pela diferença no decorrer do Mestrado.

De igual forma, o meu agradecimento à Noesis, por ter também participado na possibilidade de se ter efetuado este estágio nas suas instalações e clientes. Em especial ao Tiago Gregório, o meu orientador por parte da Noesis e meu *team manager*, por todo o apoio e disponibilidade para que sempre fosse possível atingir e concretizar os objetivos dentro da equipa e nos projetos. Também os meus colegas de equipa que sempre demonstraram companheirismo na resolução de constrangimentos técnicos e funcionais dos projetos.

Os clientes da Noesis também foram um ponto fulcral deste estágio, com todo o apoio e informação disponibilizado na concretização dos projetos.

Por fim, e não menos importante, quero agradecer à minha família pelo apoio e acompanhamento do meu percurso escolar, com especial agradecimento pelo suporte e carinho dado pela minha mulher Liliana que sempre me motivou.

A todos, o meu mais sincero obrigado!

ÍNDICE

RESUMO v

ABSTRACT vii

AGRADECIMENTOS ix

ÍNDICE xi

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS xvii

1. Introdução 1
   1.1. Caracterização do Estágio 1
   1.2. Coordenação e Acompanhamento do Estágio 1
   1.3. Estrutura do Relatório 1
2. Caracterização da Empresa 3
   2.1. A Noesis Portugal 3
      2.1.1. Organização da empresa 5
3. Atividade desenvolvida no Estágio 7
   3.1. Enquadramento 7
   3.2. Atividades desenvolvidas 8
   3.3. Introdução ao método de trabalho 10
      3.3.1. Software SAP 10
      3.3.2. Formação em SAP HANA 12
      3.3.3. Formação em Celonis 13
      3.3.4. Software Celonis 13
   3.4. Contactos de SAP com outras áreas da Noesis 14
4. Metodologia e trabalhos desenvolvidos 17
   4.1. Software SAP – agilidade empresarial 17
   4.2. Ambiente ABAP 20

4.3. Atividades em clientes SAP 22
4.3.1. Empresa de Marketing Digital A 22
4.3.2. Empresa de Gestão de Mercado B 22
4.3.3. Empresa de transformação C 24
4.3.3.1. Processo de Encomendas 24
4.3.3.2. Ordens de Trabalho de Manutenção 34
4.4. Software Celonis 41
4.4.1. Event Collection 43
4.4.2. Process Analytics 50
4.4.3. Action Engine 56
4.5. Atividades em clientes Celonis 58
4.5.1. Empresa da Banca D 58
4.5.2. Empresa de Energia E 60
5. Caso Prático Celonis – Consumo de Energia vs Meteorologia 69
5.1. Enquadramento 69
5.2. Preparação e carregamento dos ficheiros 69
5.3. Transformação dos dados 73
5.3.1. Unir ficheiros 74
5.3.2. Somar leituras para horário 75
5.3.3. Criar a tabela de atividades 77
5.3.4. Preencher tabela de atividades 77
5.3.5. Tabela de casos 78
5.4. Construção do modelo de dados 79
5.5. Análise dos dados 80
6. Conclusões 87
REFERÊNCIAS 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Os valores da Noesis [1] 3
Figura 2 – Sede da Noesis em Lisboa [2] 5
Figura 3 - Organização da Noesis [1] 5
Figura 4 - Módulos de SAP [4] 11
Figura 5 – Exemplo da programação em ABAP 12
Figura 6 – Exemplo de um sistema desenvolvido em OutSystems [5] 15
Figura 7 – Conectividade entre sistema SAP e Azure [6] 16
Figura 8 – Menu típico de SAP 18
Figura 9 – Exibição de documento financeiro 19
Figura 10 – Exemplo de um relatório em ALV 20
Figura 11 – camadas em SAP [9] 21
Figura 12 – Estrutura de um XML a ser entregue à UniLEO [10] 23
Figura 13 – Exemplo de um utilizador SAP 25
Figura 14 – Exemplo das componentes de uma RFC 26
Figura 15 – Caminho de pastas para a transação ME21N 27
Figura 16 – Preenchimento do pedido de compra 28
Figura 17 – Janela com erros (círculos vermelhos) relativa à criação do pedido de compra 29
Figura 18 - RFC de leitura de dados de clientes 30
Figura 19 - Leitura de dados de clientes nas tabelas de SAP 31
Figura 20- Tabelas de dados de clientes 32
Figura 21- Leitura de encomendas 32
Figura 22 - Ecrã de testes das RFC 33
Figura 23 – Atualização dos dados mestre de equipamento (IE02) [14] 36
Figura 24 – Registo de uma Nota de avaria [15] 37
Figura 25 – Criação de uma Ordem de Trabalho [15] 37
Figura 26 – Materiais necessários à manutenção [15] 38
Figura 27- Exemplo de uma listagem de notas no sistema 39

Figura 28- Criação de Ordem através do ABAP 40
Figura 29- Mapeamento de processo em Celonis [19] 42
Figura 30 - Funcionalidades de Celonis [20] 43
Figura 31 - Conexão e preparação de dados 44
Figura 32- Conexão com sistema fonte 45
Figura 33 - Seleção de tabelas para extração 46
Figura 34 - Definição da atividade de criação de entrega 47
Figura 35 - Definição dos casos do processo de vendas 48
Figura 36 - Carregamento de dados 48
Figura 37 - Exemplo de Modelo de dados 49
Figura 38 - Definições de Agendamento 50
Figura 39 – Fluxo mais comum de um processo 51
Figura 40 - Fluxo com duas variantes 52
Figura 41 - Fluxo com mais variantes selecionadas 53
Figura 42 - Definição da dimensão Fornecedor 54
Figura 43 - KPI de contagem de casos 55
Figura 44 - Listagem de fornecedores com Maverick Buying 55
Figura 45- "Esparguete" de fluxo real de atividades dentro do processo 56
Figura 46 - Criação de *Skill* a partir da Análise 57
Figura 47 - *Signals* automaticamente gerados a partir da *skill* 57
Figura 48 - Os sinais são automaticamente enviados para um email 58
Figura 49 - Processos dentro do empréstimo bancário 59
Figura 50 - Levantamento de atividades 63
Figura 51 - Levantamento de grupos de utilizadores 63
Figura 52 - Realização de ordens liberadas 64
Figura 53 - Análise das reservas e consumos de materiais 65
Figura 54 - Acompanhamento de tempos entre atividades 66
Figura 55 - Seleção de um tipo de equipamento para aplicar filtro diretamente a partir de uma tabela da análise 67
Figura 56 - Filtros aplicados na análise 67
Figura 57 - Opções de exportação de uma tabela 67

Figura 58 - Blocos de ficheiros com os dados 70
Figura 59 - Carregamento de ficheiros em Celonis 70
Figura 60 - Identificação das colunas 71
Figura 61 - Definição dos tipos de dados 72
Figura 62 - Ficheiros carregados com sucesso 73
Figura 63 - Definição do *Data Jobs* 74
Figura 64 - Criação da tabela "leituras" 74
Figura 65 - Leituras a cada meia hora 76
Figura 66 - Leituras somadas para uma hora 76
Figura 67 - Transformação com somas de medidas 76
Figura 68 - Criação da tabela de atividades 77
Figura 69 - Preenchimento da tabela de atividades 78
Figura 70 - Carregamento da tabela de casos 79
Figura 71 - Exemplo de uma ligação entre tabelas 79
Figura 72 - Modelo de dados construído 80
Figura 73 – Uma das variantes do processo 80
Figura 74 - Configuração do gráfico 81
Figura 75 - Consumo médio por hora 81
Figura 76 - Comparativo de consumo com a temperatura média 82
Figura 77 - Consumo de energia comparando as condições gerais 83
Figura 78 - Gráfico filtrado com a condição "*clear*" 83
Figura 79 - KPI numéricos 84
Figura 80 - Comparativo dias úteis com fim de semana 84
Figura 81 - Análise de possivel disparo do quadro elétrico 85
Figura 82 - *Case explorer* do Celonis 86
Figura 83 - Visão geral da análise construída 86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAAI – *Data Analytics & Artificial Intelligence*

SAP – *System Application and Product*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

EUA – Estados Unidos da América

AI – *Artificial Intelligence*

IT – *Information Tecnology*

RGPD – Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados

HANA – *High performance ANalytic Appliance*

ABAP – *Advanced Business Application Programming*

SLA – *Service-Level Agreement*

ALV – *Abap List Viewer*

RFC – *Remote Function Call*

KPI – *Key Performance Indicator*

XML - *eXtensible Markup Language*

RPA – *Robotic Process Automation*

SQL – *Structured Query Language*

PQL – *Process Query Language*

NIF – Número de Identificação Fiscal

CSV – *Comma-Separated Values*

kWh – Kilowatts/hora

1. Introdução

1.1. Caracterização do Estágio

Este Estágio está integrado no âmbito do plano curricular do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica, mais concretamente na disciplina de Estágio.

O documento apresentado pretende expor e demonstrar as atividades desenvolvidas na empresa Noesis Portugal, local onde foi realizado o Estágio. A área em que o mesmo foi realizado foi dentro da equipa de DAAI – *Data Analytics & Artificial Intelligence*.

A duração foi de 1458 horas de exercício profissional, com uma carga horária de 40 horas semanais distribuída por 5 dias, com início a 04/02/2021 e término a 21/10/2021.

1.2. Coordenação e Acompanhamento do Estágio

Na Noesis Portugal, o estágio foi acompanhado por Tiago Silva de Matos Gregório, Manager há mais de 4 anos dentro da área de DAAI e que conta com mais de 17 anos em tecnologias SAP e Celonis em múltiplos sectores. O seu conhecimento e *expertise* foi muito importante na evolução de conhecimento no decorrer do estágio.

1.3. Estrutura do Relatório

O presente relatório divide-se em 6 capítulos. No primeiro capítulo é feita uma introdução, no qual se apresenta as características do estágio, coordenação e estrutura do relatório. No capítulo 2, é feita uma caracterização da entidade na qual foi realizado o estágio curricular, e onde é apresentado o seu organigrama. O 3º capítulo aborda as Atividades desenvolvidas no estágio. O capítulo 4 diz respeito às Metodologias e aos Trabalhos desenvolvidos no estágio, estando dividido por Software utlizado e Atividades em Clientes. No capítulo 5 é apresentado um caso Prático em Celonis. Por último, o capítulo 6 tece algumas conclusões sobre o referido estágio.

2. Caracterização da Empresa

Este capítulo vai apresentar a empresa na qual foi realizado o Estágio e quais as suas características. Além da forma de funcionamento interno, será mostrada a sua missão e os seus valores.

2.1. A Noesis Portugal

Empresa fundada em 1995, a Noesis Portugal é uma empresa internacional de consultadoria tecnológica que oferece serviços e soluções para apoiar os seus clientes na transformação digital e no desenvolvimento do seu negócio.

A missão da Noesis é desenhar, desenvolver, implementar e testar soluções tecnológicas inovadoras que potenciem o desenvolvimento dos clientes e da sociedade. Predomina o espirito de equipa, fortemente marcado nas redes sociais como #TeamNoesis, que vai de encontro a um dos seus 4 valores: Audácia, Inovação, Sustentabilidade e Pessoas.

Figura 1 – Os valores da Noesis [1]

A sua operação é baseada em talentos altamente especializados a operar em seis países (Portugal, Espanha, Países Baixos, Brasil, Irlanda e EUA) e em nove áreas de negócio:

- *Cloud & Security* – Soluções de *Cloud* e Cibersegurança com base em AI (*Artificial Intelligence*);
- *Data Analytics & Artificial Intelligence* – Soluções de Análise de Dados, AI e *Process Mining;*
- *DevOps & Automation* – Soluções de eficiência e produtividade com base em ferramentas *Development Operations* e Automação;
- *Professional Services* – Consultadoria de serviços;
- *Entreprise Application Integration* – Integração de aplicações e serviços;
- *Enterprise Solutions* – Soluções de gestão centralizada e inteligente da informação e de ativos;
- *IT Operations & Insfrastructure* – Serviços e soluções para modernizar, flexibilizar e otimizar processos de gestão IT;
- *Low-Code Solutions* – Plataformas de desenvolvimento rápido para aplicações web e mobile;
- *Quality Management* – Soluções para ajudar as organizações a implementar processos de qualidade.

Atualmente conta com mais de 850 talentos e em 2020 foi integrada num grupo internacional ainda maior, o grupo espanhol Altia.

Em Portugal, a Noesis tem escritórios espalhados por Lisboa, Porto, Coimbra e Proença-a-Nova.

Figura 2 – Sede da Noesis em Lisboa [2]

2.1.1. Organização da empresa

A Noesis Portugal organiza-se da forma apresentada na figura 3. Nesta figura são apresentadas as várias áreas de atuação no mercado, reunidas por centro de competências. Tem ainda uma área de vendas e marketing, dedicadas à expansão de negócio e de clientes. Paralelamente tem serviços internos que permitem o suporte à faturação, compras, contratação, etc. Todas estas áreas reportam diretamente ao conselho de administração (*Board*), que detém o poder de decisão sobre processos, tecnologias, mercados e estratégias.

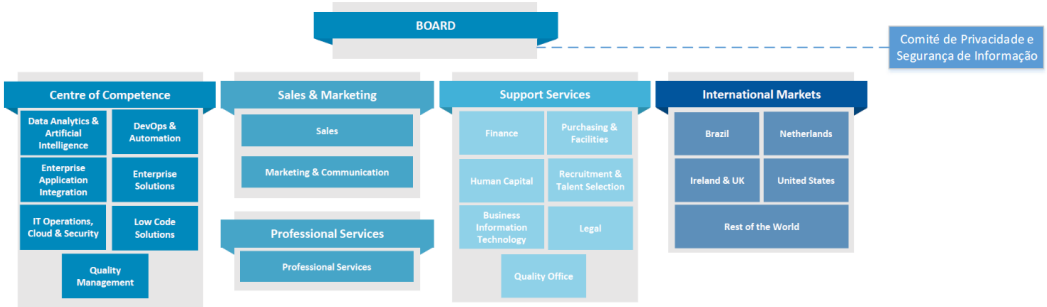


Figura 3 - Organização da Noesis [1]

3. Atividade desenvolvida no Estágio

O objetivo deste capitulo será o enquadramento do estágio e as atividades desenvolvidas durante o decorrer do mesmo. São introduzidos os principais temas de trabalhos desenvolvidos durante o Estágio.

3.1. Enquadramento

A área da Eletrotecnia está inevitavelmente ligada às novas tecnologias e à sua gestão operacional no dia a dia. Assim, este estágio foi de encontro com as tecnologias emergentes, com recurso a componentes de *big data* (conjuntos de dados grandes e complexos [3]), processos operacionais e de gestão, assim como ferramentas de inteligência artificial para apoio a decisões, entre outras.

A Noesis é um exemplo claro no mercado português que visa apoiar os seus clientes com estas novas ferramentas de IT e com as quais no decorrer deste estágio existiu a oportunidade de contactar e conhecer. Além se de poder trabalhar com essas ferramentas, direta ou indiretamente, pode-se participar em projetos importantes e revelantes em clientes, tais como processos de manutenção e produção em múltiplas áreas, desde a transformação de produtos, passando pela banca e finalmente pelo sector energético.

Foi efetuada uma abordagem do ponto de vista processual e operacional, o que permite um aprofundar de conhecimentos de várias áreas de negócio, reforçando a aprendizagem adquirida ao longo da Licenciatura e do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica.

Devido a um acordo de confidencialidade e de RGPD para com os clientes da empresa, os nomes apresentados neste relatório não serão reais, e além de que, por vezes, outros dados sensíveis poderão ser alvo de descaracterização.

3.2. Atividades desenvolvidas

Em relação ao tipo de trabalho realizado, caracteriza-se maioritariamente em duas categorias: por *ticket* - pedidos abertos pelos clientes, ou por projeto – de média/longa duração.

Os clientes podem ter a necessidade de ser efetuada uma alteração relativamente simples e de curta duração. Neste caso, é aberto um *ticket* em plataforma própria, por parte do cliente com a descrição do pedido de melhoria. Também podem ser reportados erros de funcionamento ou de lógica nos programas. Da parte da equipa é indicada uma estimativa de horas para ser efetuado o ajuste técnico e/ou funcional. Com a aprovação da estimativa por parte do cliente, é então iniciada a correção/desenvolvimento.

Por outro lado, pode haver um projeto definido (com todos os passos necessários para a sua implementação) e contratualizado. Assim, todo e qualquer trabalho é realizado de acordo com o pedido e as necessidades do cliente, sendo o trabalho da equipa da Noesis de fornecer a consultadoria necessária com o objetivo de atingir o resultado pretendido. Neste caso, vão sendo efetuadas apresentações regulares durante o projeto, tipicamente numa metodologia *Agile*.

Durante o Estágio houve a oportunidade de participar/contribuir em ambas as formas de trabalho, reconhecendo as vantagens e desvantagens associadas a cada uma.

Foram ainda efetuados diversos tipos de atividades, no âmbito de gestão de equipa, gestão de projeto ou de cliente.

Na gestão de projeto/cliente, tipicamente foram efetuadas as seguintes atividades:

- Sessões de Apresentação/Enquadramento – Aqui eram apresentados os elementos que integravam os projetos e o âmbito geral do que seria desenvolvido;
- Reuniões de Levantamento de necessidades – Reuniões com pessoas-chave do negócio que explicavam o problema existente e as melhorias necessárias;
- Discussão interna na equipa – momento em que se debatia qual a melhor abordagem e tecnologia a utilizar para atingir a necessidade previamente apresentada;
- Proposta de solução/desenvolvimento - proposta de solução ao cliente;

- Desenvolvimento e testes unitários em ambiente de desenvolvimento – ao ser aceite pelo cliente, foram realizados os passos desenvolvidos num ambiente de desenvolvimento pré-definido com dados aleatórios que não afete o bom funcionamento dos sistemas reais;
- Testes funcionais em ambiente de qualidade – validação pela equipa da lógica e do funcionamento em ambiente de qualidade, que tipicamente contém uma cópia dos dados de produção, sem, no entanto, afetar o ambiente real;
- Validação pelo Cliente em ambiente de qualidade – validação semelhante ao ponto anterior, mas agora por parte do cliente;
- Passagem a produção – se tudo estiver como esperado, o cliente aprova o desenvolvimento, e este é passado para o ambiente real de produção;
- Reuniões de ponto de situação do projeto – momentos periódicos em que se avalia o que foi entregue pela equipa e o que está em vista de ser desenvolvido.

De forma paralela ocorreram de forma semanal reuniões de equipa para discussão de pontos de situação dos vários clientes, além de prospeções de novos projetos e/ou clientes.

Além da componente social da empresa, existe um forte incentivo à certificação e formação dos seus colaboradores. Assim, foram realizadas algumas formações no decorrer do estágio, das quais se destacam:

- SAP HANA (*High performance ANalytic Appliance*);
- *Celonis Welcome Kit;*
- *Celonis Solution Professional;*
- *Celonis Implementation Professional;*
- *Celonis Sales Professional.*

Este tipo de *softwares* e as suas funcionalidades serão explorados com mais detalhe nos próximos capítulos.

3.3. Introdução ao método de trabalho

Uma vez que já se tinha, anteriormente, adquirido experiência de trabalho numa empresa de consultadoria IT (*Information Tecnology*), a adaptação à Noesis foi relativamente simples e rápida. Consistiu numa passagem pela área de *Human Capital*, área de recursos humanos da empresa, para apresentação e introdução das pessoas de contacto em DAAI (*Data Analytics & Artificial Intelligence*). Daí foram apresentados os colegas de equipa e quais os clientes que estavam em carteira.

3.3.1. Software SAP

O *software* que inicialmente se trabalhou foi o SAP (*System Application and Product*). Este *software*, da empresa de mesmo nome, consiste numa ferramenta de ERP (*Enterprise Resource Planning*) e de gestão empresarial centralizada, disponibilizando uma visão de verdade única. Isto significa que toda a informação da empresa pode estar dentro da mesma base de dados e relacionada entre si, desde dados de clientes, fornecedores, recursos humanos, logística, financeira, produção, gestão de stocks, gestão de armazém, vendas, manutenção, imobilizado e muito mais. Esta é uma necessidade ainda mais emergente em médias/grandes empresas, em que se é fácil de se perder na complexidade e quantidade de dados disponíveis.

A Noesis, como empresa já consolidada no mercado SAP, tem bastantes clientes que fazem uso dessa ferramenta de ERP.

Os vários tipos de dados podem estar divididos por módulos dentro do *software*, embora essa segmentação não esteja necessariamente visível dentro do sistema.

A figura 4 apresenta alguns dos vários módulos interconectados dentro do sistema e da sua base de dados.

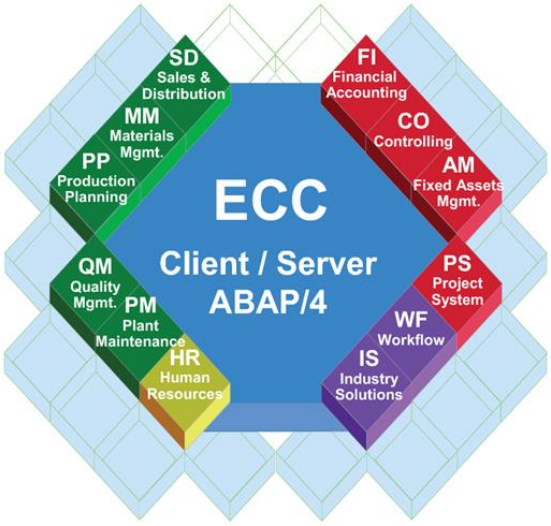


Figura 4 - Módulos de SAP [4]

Por detrás de todo o sistema e dos módulos existe uma linguagem de programação própria, chamada ABAP (*Advanced Business Application Programming*), que serve de interface para a base de dados. O SAP já traz um conjunto muito completo de tabelas e relatórios *standard* que permitem potenciar o negócio da empresa. Mas a grande competitividade do *software* é poder serem desenvolvidas melhorias de forma customizada, sem necessidade de recurso à empresa mãe. Assim, com o conhecimento desta linguagem, é possível criar ou até mesmo ajustar os relatórios já existentes. Mas para isso é importante um conhecimento profundo do sistema e do seu funcionamento, assim como do negócio ao qual se encontra atribuído. Portanto, são de extrema importância os levantamentos realizados juntamente com as pessoas do negócio do lado do cliente, de forma a ser feito o desenvolvimento da forma mais assertiva possível.

```
46  if not xvbpa[] is initial.
47  read table xvbpa with key parvw = 'AG'.
48  kunnr_lv = xvbpa-kunnr.
49  read table xvbpa with key parvw = 'WE'.
50  kunn2_lv = xvbpa-kunnr.
51
52  select knref from knvp into knvp_ls-knref where
53  kunnr = kunnr_lv and
54  kunn2 = kunn2_lv and
55  parvw = 'WE' and
56  vkorg = vbak-vkorg and
57  vtweg = vbak-vtweg and
58  spart = vbak-spart.
59  endselect.
60
61  read table xvbpa with key parvw = 'WE'.
62  if sy-subrc is initial AND xvbpa-knref is initial.
63  xvbpa-knref = knvp_ls-knref.
64  modify xvbpa index sy-tabix.
65  endif.
66  endif.
```

Figura 5 – Exemplo da programação em ABAP

Estas alterações no sistema podem ser visíveis, com inclusão de novos campos ou novos relatórios, mas também podem não o ser, afetando apenas o comportamento e a lógica de dados.

3.3.2. Formação em SAP HANA

Com o crescimento da quantidade de dados e da necessidade da fluidez de dados, as bases de dados tiveram uma natural evolução. Com a melhoria do funcionamento das memórias e da sua baixa de preço, foi possível evoluir para uma base de dados que permita ter os dados "prontos" em memória para que a sua leitura seja mais rápida e que grandes quantidades de informação fiquem disponíveis de forma mais instantânea. Assim acontece com a base de dados HANA, da SAP. Esta base de dados possui ainda grandes vantagens, destacando-se a forma inteligente como prevê o que os utilizadores precisam consultar e prepara a informação para estar disponível em memória, com recurso a *machine learning* e AI. Isto acelera a tomada de decisões de forma a serem levadas a cabo em tempo real, dando a visão das operações da empresa.

Mas esta nova tecnologia leva a que fossem criados novos mecanismos de funcionamento, que necessitam de comandos específicos para se trabalhar com a base de dados em memória. Assim,

foi realizada uma formação online para conhecer e aprofundar essas alterações e melhorias para serem usadas ao nível do ABAP.

3.3.3. Formação em Celonis

Com a evolução dos conhecimentos em SAP, houve o contato com uma nova ferramenta de trabalho mais *high level*, independente de conhecimentos específicos de uma base de dados e muito mais capacitante do ponto de vista da análise de processos. Assim, o contacto com o software Celonis foi um passo natural e com isso, a formação permitiu dotar de conhecimentos para a utilização máxima da ferramenta. A formação ocorreu em 4 cursos distintos:

- *Celonis Welcome Kit* – formação inicial para conhecer a empresa e o produto, assim como as várias competências possíveis de tomar e quais as formações a seguir;
- *Celonis Solution Professional* – metodologias para exploração da ferramenta e demonstração do funcionamento a clientes, assim como a construção de análises com base em dados existentes;
- *Celonis Implementation Professional* – Conhecimento mais avançado na ferramenta que permite a utilização de características mais avançadas e personalizáveis;
- *Celonis Sales Professional* – conhecimento profundo para gerar valor de negócio ao nível do cliente.

As várias funcionalidades e capacidades de Celonis serão demonstradas nos capítulos seguintes, particularmente no capítulo 5.

3.3.4. Software Celonis

Após as várias formações, surgiu a oportunidade de trabalhar em alguns projetos de Celonis.

O primeiro no qual houve participação foi da área da banca. O cliente tem múltiplos sistemas, sobre os quais trabalha em diferentes fases do processo. Isto leva a que exista informação segmentada em todos eles e por vezes não tem a noção do que se passa e onde se passa.

Por parte do cliente foi criado um *data pool* que juntou todos estes eventos, com base em tabelas dos sistemas de origem. Após a ligação do sistema Celonis a esta base de dados, pode ser feito o trabalho de leitura de atividades do processo. Com esta informação, é possível mostrar visualmente como o processo ocorre e como ocorre. Para o cliente, é importante ter tempos de resposta o mais rápido possível aos contactos solicitados pelos seus clientes. Assim, foram construídos KPI's (*Key Performance Indicator*) que mostravam os tempos entre as atividades importantes dentro do processo, com a capacidade de ser segmentado por uma dimensão que exista em base de dados.

Mais tarde também houve a oportunidade de participar num projeto de uma empresa da área da energia. Este cliente trabalha com várias empresas subcontratadas, que registam as suas atividades, consumo de materiais e outros em plataformas móveis. De forma central o cliente tem um sistema que se liga a essas plataformas, mas como existem alguns erros de integração, surgem por vezes discrepâncias que nem sempre são fáceis de localizar. Com o Celonis, o cliente pode fazer um seguimento dos processos, assegurar-se de que está a seguir o seu fluxo normal, além de acompanhar SLA's (*Service-Level Agreement*) que são cruciais para a resposta de qualidade do serviço aos seus clientes.

3.4. Contactos de SAP com outras áreas da Noesis

O principal cliente com que existiu contacto na área de SAP foi uma empresa de transformação de produtos. A empresa, apesar de ter toda a sua base de dados em SAP, necessitava de uma interface que permitisse a qualquer técnico a consulta de dados e encomendas em *tablets*, num formato mais *mobile*.

Para isso, a tecnologia usada para desenvolvimento dessa interface foi a da OutSystems. Este *software* chama a interface com SAP, passando alguns dados de consulta, que por sua vez, em

SAP procura e analisa os dados. De seguida, é enviada a resposta para OutSystems e esses dados são mostrados no ecrã do utilizador.

Figura 6 – Exemplo de um sistema desenvolvido em OutSystems [5]

Também nesse mesmo cliente existiu um projeto para gestão das ordens de trabalho de manutenção da fábrica. Era necessário a criação, atualização e fecho das ordens, assim como proceder a encomendas de materiais de substituição para as manutenções dos equipamentos. A aplicação permitia ainda a incorporação de documentos ou fotos à ordem de trabalho.

Neste caso a plataforma escolhida foi a da Microsoft Azure. De forma semelhante ao caso anterior, o *software* chama a interface de SAP com dados, recebendo o seu processamento e resposta para ser disponibilizado ao utilizador.

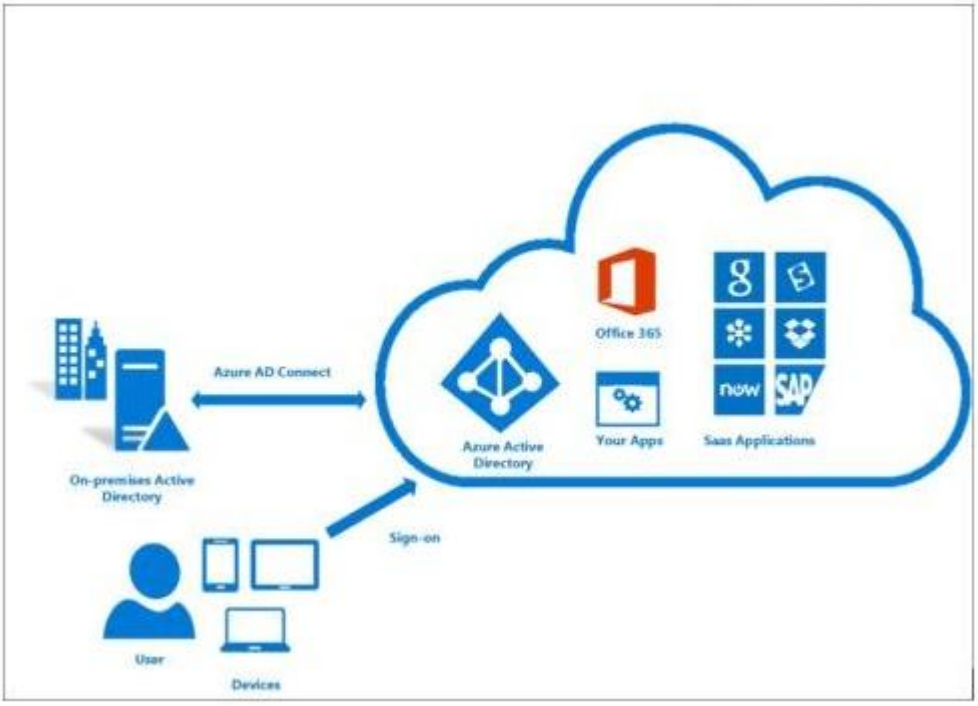


Figura 7 – Conectividade entre sistema SAP e Azure [6]

4. Metodologia e trabalhos desenvolvidos

Durante este capítulo será descrito o funcionamento das ferramentas utilizadas e como foram aplicadas nos desafios levantados pelos clientes nos quais houve a oportunidade de participar em projetos durante o decorrer do estágio.

4.1. Software SAP – agilidade empresarial

Tal como referido no capítulo anterior, o software SAP é um poderoso software de ERP e de gestão empresarial centralizada. Possui as melhores práticas do mercado para empresas de diferentes segmentos, com a intenção de melhorar a eficiência do controlo e gestão das informações e dos dados das companhias.

A grande vantagem é que é possível adaptar-se o sistema às necessidades de cada cliente, devido aos vários módulos existentes dentro do sistema. Normalmente, cada módulo corresponde a um departamento na empresa, como por exemplo vendas, stocks, faturação, etc [7].

Além do sistema ser implementado de acordo com as necessidades do negócio, os módulos trazem já características de funcionamento *standard*, de acordo com os padrões de cada país como por exemplo, a faturação incorpora a geração e envio de faturas eletrónicas.

Dos módulos presentes no sistema, destacam-se os mais importantes e os que foram implementados no estágio:

- FI – *Financial Accounting* – gestão de dados financeiros dentro da organização;
- CO – *Controlling* – coordenação e otimização dos processos dentro da organização, com comparação entre dados planeados e resultados reais;
- MM – *Materials Management* – gestão de stocks e pedidos de compra a fornecedores;
- SD – *Sales and Distribution* – atividade de vendas e distribuição de produtos e serviços;
- PP – *Prodution Planning* – gestão e planeamento da produção de produtos finais;

- PM – *Plant Maintenance* – gestão de ordens de trabalho de manutenção corretiva e preventiva;
- HCM – *Human Capital Management* – gestão administrativa de dados de funcionários com registos de trabalho e lançamentos de vencimentos;
- PSM – *Public Sector Management* – gestão de fundos necessária à administração pública.

Cada um destes módulos tem as suas particularidades, mas de forma transversal existem transações que são chamadas com base em códigos de transação ou pela pesquisa em menu.

Figura 8 – Menu típico de SAP

As transações podem servir para inserir, modificar ou exibir os dados presentes em sistema, como podemos ver na figura seguinte.

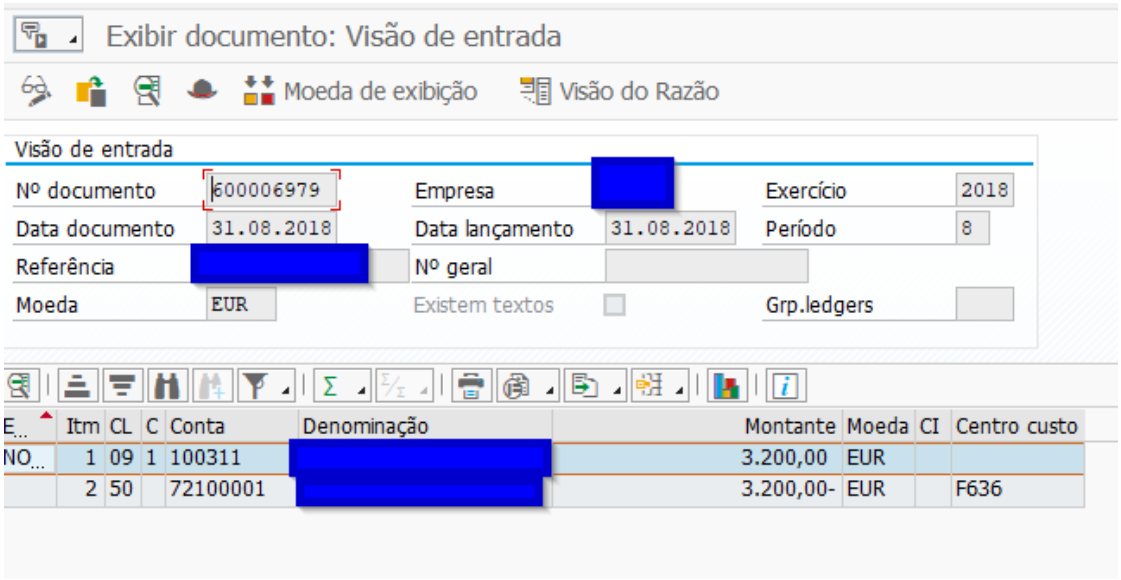


Figura 9 – Exibição de documento financeiro

Outras transações bastantes relevantes são os relatórios que permitem mostrar resultados em tabelas ou em ALV (*Abap List View*), no formato de várias colunas, com possibilidade de exibir somatórios por montantes e/ou por quantidades. A partir das linhas do relatório é possível consultar detalhes associados, como por exemplos pedidos de compra a um fornecedor ou até dados mestre (informações centrais e caracterizantes) de clientes.

Lista ordens

Subtotal

Ordens pendentes

Data doc. 15.10.2021 até 14.11.2021

Documento SD	Item	Div.	S	TpDV	Data doc.	Qtd.co...	Dt.remessa	BF	EmissorOrd	Tx.câmbio	Qtd.orde...	De...	BlqR	UMB	Nome 1	Prç.clien.	p...	UM	MoedC	Σ	Preço líquido
																					8.671,00
															[redacted]						**7.511,00**
8000024823	60	1		ZORF	29.10.2021	3	01.09.2021		100299	1,00000	3			MES			0				50,00-
8000024821	20	1		ZORF	29.10.2021	6	01.10.2021		100299	1,00000	6			MES			0				50,00-
8000024820	20	1		ZORF	29.10.2021	4	01.09.2021		100299	1,00000	4			MES			0				50,00-
8000024823	50	1		ZORF	29.10.2021	6	01.09.2021		100299	1,00000	6			MES			0				40,00-
8000024822	50	1		ZORF	29.10.2021	0	01.08.2021		100299	1,00000	0			MES			0				0,00
8000024822	60	1		ZORF	29.10.2021	0	01.08.2021		100299	1,00000	0			MES			0				0,00
8000024819	20	1		ZORF	29.10.2021	0	01.08.2021		100299	1,00000	0			MES			0				0,00
8000024824	40	1		ZORF	29.10.2021	1	15.09.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1,00
8000024823	20	1		ZORF	29.10.2021	1	01.09.2021		100299	1,00000	1			MES			0				800,00
8000024824	30	1		ZORF	29.10.2021	1	15.09.2021		100299	1,00000	1			MES			0				900,00
8000024823	40	1		ZORF	29.10.2021	1	01.09.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1.000,00
8000024822	10	1		ZORF	29.10.2021	1	01.08.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1.000,00
8000024822	40	1		ZORF	29.10.2021	1	01.08.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1.000,00
8000024821	10	1		ZORF	29.10.2021	1	01.10.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1.000,00
8000024820	10	1		ZORF	29.10.2021	1	01.09.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1.000,00
8000024819	10	1		ZORF	29.10.2021	1	01.08.2021		100299	1,00000	1			MES			0				1.000,00
															[redacted]						**1.160,00**
8000024817	20	1		ZORF	29.10.2021	10	01.09.2021		100157	1,00000	10			MES			0				100,00-
8000024818	30	1		ZORF	29.10.2021	5	01.10.2021		100157	1,00000	5			MES			0				40,00-
8000024817	10	1		ZORF	29.10.2021	4	01.09.2021		100157	1,00000	4			MES			0				500,00
8000024818	20	1		ZORF	29.10.2021	1	01.10.2021		100157	1,00000	1			MES			0				800,00

Figura 10 – Exemplo de um relatório em ALV

4.2. Ambiente ABAP

Consolidando todos estes módulos existe uma linguagem própria no sistema, chamada de ABAP. Esta linguagem está presente por todo o software e é extremamente flexível.

Esta linguagem de programação foi criada pela SAP nos anos 80 para facilitar o desenvolvimento de relatórios que pudessem complementar a gama de funcionalidades oferecidas pelo SAP/R2, a solução integrada que a SAP oferecia aos seus clientes na época [8].

Na transição para a sua nova versão R3, o ABAP tornou-se a principal linguagem de programação, contando desde 1999 com suporte para a programação orientada a objetos, permitindo funcionalidades ainda mais interessantes.

O ABAP consegue lidar com as 3 camadas do sistema SAP: apresentação, aplicacional e camada de dados.

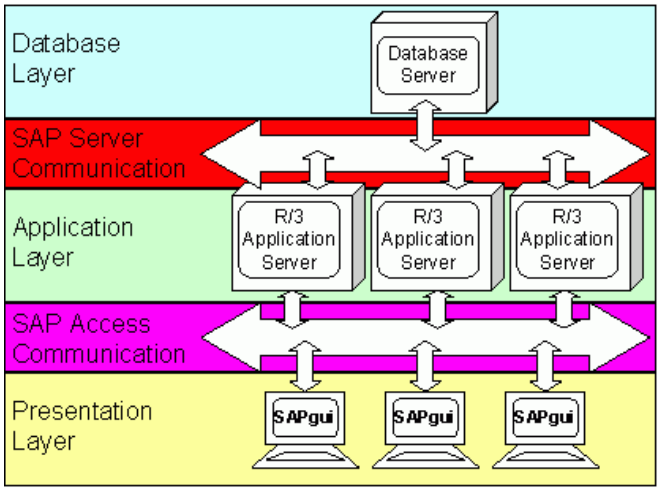


Figura 11 – camadas em SAP [9]

Uma vez que todo o código fonte fica armazenado na própria base de dados, não há nada na máquina local do utilizador ou do programador. Mesmo as próprias ferramentas de desenvolvimento ficam sempre dentro do próprio SAP. Isto permite facilidade de acesso e um mecanismo de controlo de versões centralizado dentro dos servidores.

É uma linguagem de quarta geração, pelo que os comandos e os padrões de sintaxe estão num nível mais alto, muito próximos dos utilizados na linguagem humana. Permite ligar-se à base de dados, consultando e gravando informação, além de poder fazer a interface com o utilizador na forma de relatórios ou ecrãs de consulta ou edição de dados.

Podem ser desenvolvidos programas próprios para o cliente, para que sejam feitas estas operações. E ainda, apesar do código fonte de SAP não poder ser alterado, existem alguns pontos disponíveis para que sejam feitos ajustes ao comportamento do *software*, sempre de acordo com o pretendido pela organização.

4.3. Atividades em clientes SAP

Durante o estágio foram desenvolvidas várias ações em clientes SAP, de várias áreas de atividade e com recurso a vários módulos. Como já referido, foram usadas duas formas diferentes de trabalho, por *ticket* ou por projeto.

4.3.1. Empresa de Marketing Digital A

Um cliente em carteira é uma empresa de marketing digital. Este cliente, com forte presença no mercado português, teve necessidades de adaptação do seu sistema SAP para o módulo de FI (*Financial Accounting*), de forma a acompanhar as alterações que formam sendo emitidas pelo Ministério das Finanças. Com uma bolsa de horas disponível, o cliente abriu *tickets* conforme surgiam novos requisitos.

Os utilizadores registavam numa plataforma de *ticketing* a necessidade e com isso era enviado um email para a equipa da Noesis. Com base nessas informações disponibilizava-se uma estimativa de esforço para o desenvolvimento necessário para atender ao requisito. Nos casos mais complexos, era agendada uma reunião em que se debatia em pormenor a origem do constrangimento e possíveis soluções para o mesmo.

Com a aprovação da estimativa, era iniciado o desenvolvimento pela equipa técnica, com testes internos. De seguida, a melhoria era disponibilizada ao cliente para testes e aprovação. Se tudo estivesse de acordo, seria então transportado para o ambiente de produção.

4.3.2. Empresa de Gestão de Mercado B

Neste cliente também foi usada uma plataforma de *ticketing* para gestão das necessidades de desenvolvimento. Aqui foram efetuados trabalhos sobre os módulos de HCM e de PSM.

Como uma empresa que faz uso de fundos comunitários, a B tem a obrigatoriedade de reportar o uso dos mesmos, através de relatórios à UniILEO (unidade dirigida pelo membro do Governo

responsável pela área das finanças). Esses relatórios precisam de ser gerados em SAP com base na informação existente e comunicados em formato XML (*eXtensible Markup Language*).

Como é uma medida recente da Lei de Enquadramento Orçamental e sendo uma realidade muito própria de Portugal, o sistema SAP não se encontra preparado para a produção destes relatórios. Assim, foram produzidos de forma customizada em ABAP.

O programa consulta as tabelas fonte do sistema, trabalha sobre os dados recolhidos, de forma a apresentar os dados de acordo com as regras. Os relatórios gerados são depois submetidos na plataforma da UniLEO pela B.


```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <xs:schema xmlns:xs="https://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified" xmlns:xsi="https://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
    <xs:include schemaLocation="TiposDadosS3CP.XSD"/>
    <xs:include schemaLocation="TiposDadosRubricas.XSD"/>
      <!-- Proprietário: UNILEO Projeto: S3CP Versão: 1.5 Data da versão:2019/03/29 Observações: -->
  - <xs:element name="BA">
    - <xs:complexType>
      - <xs:sequence>
        - <xs:element name="Cabecalho">
          - <xs:complexType>
            - <xs:sequence>
                <xs:element name="Entidade" type="StringNIF"/>
                  <!--Neste campo deverá constar o NIF da Entidade. -->
                <xs:element name="Data" type="DataHora"/>
                  <!--A data tem o seguinte formato AAAA-MM-DDThh:mm:ss-->
                <xs:element name="Ano" type="Ano"/>
                  <!--valor inteiro maior que 2010-->
                <xs:element name="PeriodicidadeBA" type="PeriodicidadeBA"/>
                  <!-- Consultar tabela de Periodicidade "Periodicidade.xml" -->
                <xs:element name="Periodo" type="StringNum3"/>
                  <!-- Consultar tabela de Periodos "Periodo.xml" -->
                <xs:element name="PlanoContasLocal" type="xs:string"/>
                <xs:element name="DataAutorizacaoTribunalContas" type="DataHora" minOccurs="0"/>
                  <!--Corresponde à data de aprovação, por parte do Tribunal de Contas, do pedido de justificação de remessa intempestiva da conta e tem o seguinte formato AAAA-MM-DDThh:mm:ss-->
                <xs:element name="DataLimiteEntrega" type="DataHora" minOccurs="0"/>
                  <!--Corresponde à data limite, aprovada pelo TC, de entrega da prestação anual de contas do ano N-1 e tem o seguinte formato AAAA-MM-DDThh:mm:ss-->
            </xs:sequence>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        - <xs:element name="LstResumo">
          - <xs:complexType>
            - <xs:sequence>
              - <xs:element name="Resumo" minOccurs="4" maxOccurs="4">
                - <xs:complexType>
                  - <xs:sequence>
                      <xs:element name="ID_Resumo" type="InteiroMaiorQueZero"/>
                      <xs:element name="SaldosEMovimentos" type="RubricaBA"/>
                      <xs:element name="Debito" type="DecimalS3CPPositivo"/>
                      <xs:element name="Credito" type="DecimalS3CPPositivo"/>
                    </xs:sequence>
                  </xs:complexType>
                </xs:element>
              </xs:sequence>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
        - <xs:element name="Registos">
          - <xs:complexType>
            - <xs:sequence>
              - <xs:element name="Registo" maxOccurs="unbounded">
                - <xs:complexType>
                  - <xs:sequence>
                      <xs:element name="ID_Registo" type="InteiroMaiorQueZero"/>
                      <xs:element name="ContaLocal" type="StringContaLocal"/>
                      <xs:element name="TipoMovimento" type="ValoresParaTipoMovimento"/>
                      <xs:element name="NIFEntidadeParceira" type="StringNIF"/>
                      <xs:element name="TipoOrcamento" type="ValoresParaTipoOrcamento"/>
```


Figura 12 – Estrutura de um XML a ser entregue à UniLEO [10]

Ainda neste cliente foram feitas atualizações no módulo de HCM, com implementação de Notas.

Estas Notas são melhorias lançadas pela própria SAP, que permitem acompanhar requisitos legais e resolver eventuais erros no sistema. Como são constituídas por código ABAP, a equipa técnica é responsável pela sua implementação. As notas SAP podem ter passos manuais, em que são necessárias fazer alterações manuais em objetos dentro do sistema, ou passos automáticos,

em que o sistema copia o novo código para o local correto. Para que tudo corra bem, é preciso validar as versões existentes dos módulos, para que possamos fazer a atualização adequada para a versão mais recente.

4.3.3. Empresa de transformação C

Ir-se-á nesta empresa destacar dois projetos distintos que foram implementados no cliente e que mostram a forma flexível e completa em que é possível trabalhar dentro de SAP, assim como a facilidade de interface com ferramentas externas.

4.3.3.1. Processo de Encomendas

A empresa C necessitava de uma forma mais prática de fazer a sua gestão de encomendas. Na altura a empresa tinha uma pessoa que ia consultando e validando os stocks nos seus armazéns, para isso tinha que deslocar-se até ao escritório para fazer os seus registos, que se veio a demonstrar que seria algo moroso. Além disso, o despacho de encomendas para clientes também era sempre feito ao nível do cais. O acompanhamento seria mais interessante e prático se fosse feito num *tablet* ao invés de um computador fixo.

Assim, solicitaram apoio para a criação de uma plataforma em Outsystems que fizesse interface com SAP para trabalhar as suas encomendas, tanto de clientes como de fornecedores.

Do lado do sistema SAP, foram criadas interfaces que poderão ser chamadas via RFC (*Remote Function Call*). Tratam-se de funções que têm a possibilidade de serem chamadas de forma remota, fora de SAP, através de um utilizador válido no sistema.

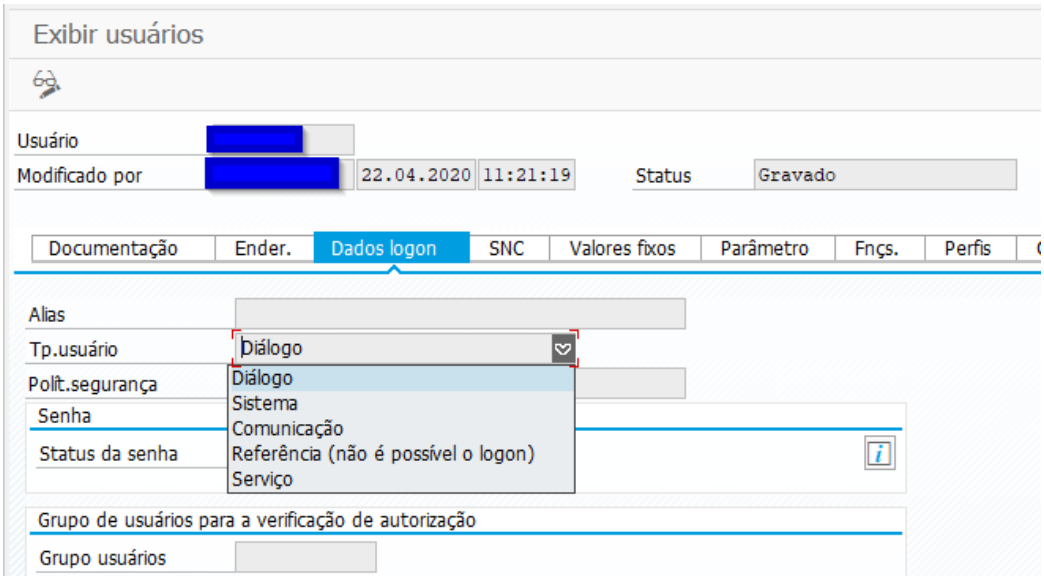


Figura 13 – Exemplo de um utilizador SAP

Foram desenvolvidas várias funções com as suas respetivas interfaces, mas destacam-se as seguintes:

- Sincronização de fornecedores – Permite a pesquisa de fornecedores de forma a ser utilizado na encomenda de material;
- Sincronização de clientes – Permite a pesquisa de clientes para análise das encomendas efetuadas;
- Sincronização de encomendas a fornecedores – Mostra as encomendas realizadas, assim como se estão entregues ou por receber. Permite ainda a picagem de materiais e quantidades recebidas;
- Sincronização de encomendas de cliente – mostra as encomendas em trânsito para envio;
- Criação de pedido de compra – permite criar pedido de compra de materiais em falta ou escassos nos stocks. Posteriormente e depois de validado, o pedido dá origem a uma ordem de compra que é enviada efetivamente ao fornecedor.

As interfaces destas funções têm várias componentes, importantes para que se saiba qual o tipo de informação que se pretende e como a mesma vai ser mostrada.

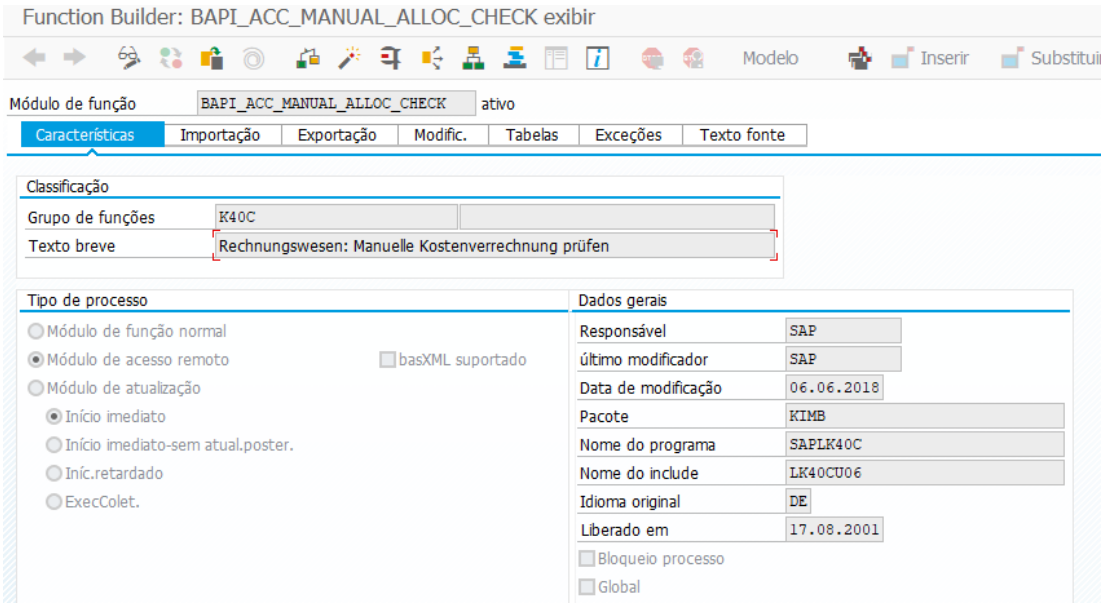


Figura 14 – Exemplo das componentes de uma RFC

No ambiente de desenvolvimento das funções, tem-se várias tabulações para definir as componentes. A primeira é a dos Atributos, onde se dá um nome à função e uma breve descrição. É com base no nome e na descrição que o sistema externo identifica qual a função a ser chamada e qual a sua aplicação.

Na aba "Importação" são definidos os parâmetros de entrada em SAP – por exemplo, qual o depósito do qual se quer consultar os materiais. Por outro lado, o "Exportação" define a parâmetros de saída, dando possibilidade de respostas simples, como por exemplo, um erro – "Não existem materiais para o depósito selecionado".

Listas de resultados podem ser definidas no separador "Tabelas", podendo ser com base em tabelas de dados padrão do sistema ou então com uma estrutura customizada de acordo com a necessidade do resultado pretendido.

Finalmente, a aba “Texto fonte” contém todo o código ABAP necessário para trabalhar o processo acordado, podendo ser de consulta ou criação de dados no sistema.

Como explicado atrás, o SAP funciona com base em códigos de transação. Para o caso da criação de um pedido de compra, o código de transação é o ME21N.

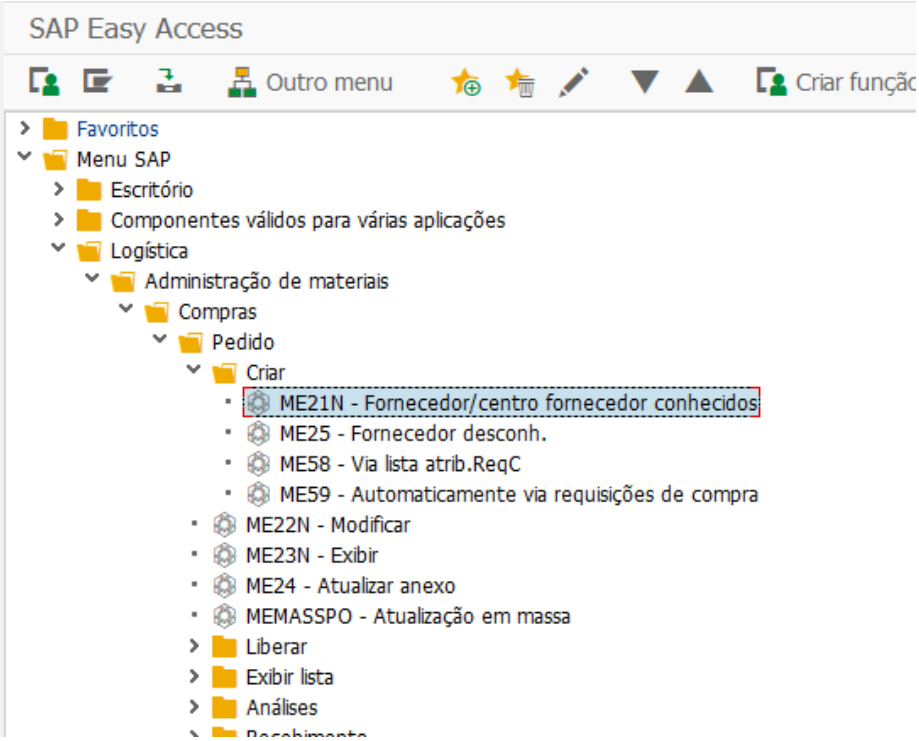


Figura 15 – Caminho de pastas para a transação ME21N

Após se entrar na transação, deve-se inserir os dados básicos da organização de compras, grupo de compras e empresa. Aqui também deve ser selecionado um fornecedor que já esteja configurado nos dados mestre do sistema. A lista de materiais que podem ser comprados a esse fornecedor é automaticamente filtrada na interface, pelo que se garante a seleção correta de códigos de material. Pode-se ainda aumentar as quantidades, assim como alterar a unidade de medida, caso a sugerida não cumpra a necessidade.

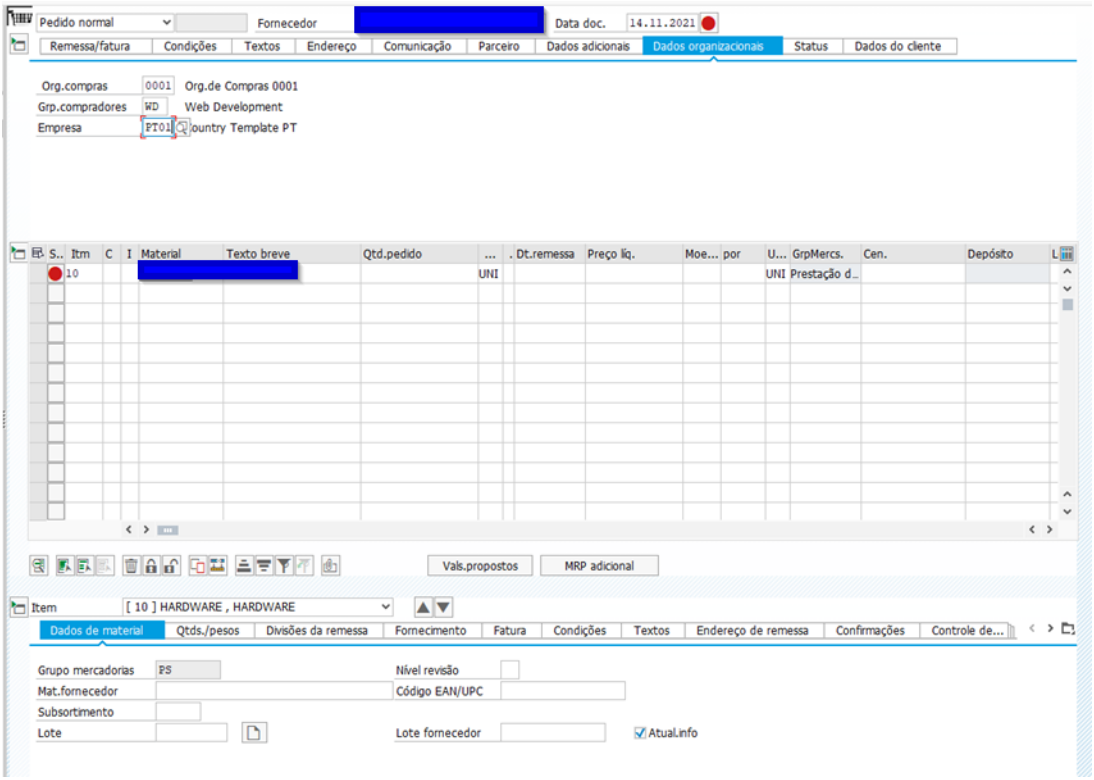


Figura 16 – Preenchimento do pedido de compra

As informações de datas de remessa e preços são atualizadas automaticamente no pedido de compra porque é obtido a partir dos dados mestre. Assim, é muito importante que as informações constantes nos dados mestre se encontrem atuais e corretas, de forma a acelerar o processo de pedido de compra. Mas caso sejam necessárias alterações, podem ser feitas de forma direta no pedido de compra.

O pedido de compra contém múltiplas informações ao nível do cabeçalho (dados de fornecedor, textos, endereços, dados adicionais, dados de organização) e ao nível de item (dados do material, grupos de materiais, códigos de barras, quantidades, preços, programação de entrega, textos, aprovações de diretores).

No final do processo e antes de se tentar gravar o novo pedido de compra, é feita uma validação do sistema às informações introduzidas e mostrada uma janela com uma lista de erros, caso estes ocorram [11].

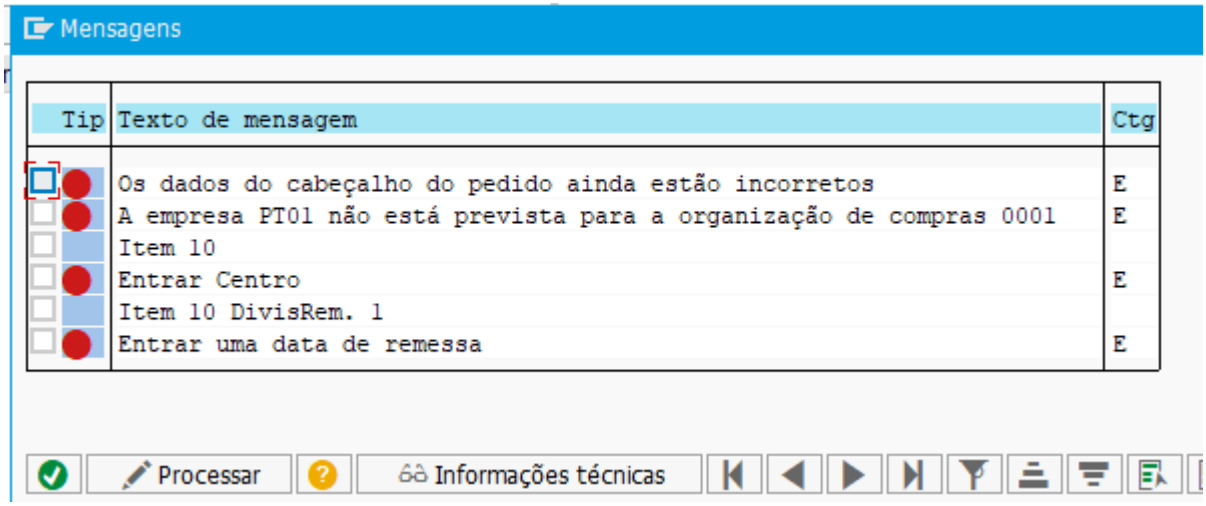


Figura 17 – Janela com erros (círculos vermelhos) relativa à criação do pedido de compra

Após se ultrapassar os erros, ocorre a gravação do documento de pedido de compra. Isto vai gerar um número de documento único no sistema que permite identificar de forma clara o documento que se criou.

A ação de gravar efetua entradas em tabelas de base de dados do sistema. No caso do pedido de compra, as tabelas principais que são afetadas são:

- EKKO – dados de cabeçalho
- EKPO – itens do documento
- EKET – datas de entrega
- EKBE – Histórico do pedido
- EKKN – dados de contas atribuídas

Todo este processo é habitualmente realizado manualmente pelo utilizador, pedido a pedido.

Mas a vantagem de se criar uma RFC que funciona como interface com um sistema a correr no *tablet* é que se permite acelerar e automatizar este processo, pois criar um pedido para cada material pode ser demorado, dado que envolve vários fornecedores.

Com a RFC, poder-se-á pegar numa lista de materiais que se pretende encomendar, analisar quais os seus fornecedores, melhores preços ou tempos de entrega e com base nisso fazer uma proposta de pedido de compra. O utilizador pode então fazer os ajustes que considerar necessários ou até mesmo aprovar diretamente a sugestão. Com este ok, o sistema vai efetuar todas estas ações através do ABAP, retornando no fim qual o número de documento gerado. Caso exista algum erro, a RFC vai retornar essa informação para o *tablet* do utilizador para que possa fazer a correção necessária nas informações.

Logo à partida, o sistema no *tablet* dos utilizadores precisa de ter informações dos principais dados dos clientes da empresa. Para atingir esse objetivo foi desenvolvida a RFC que permite obter essa informação.

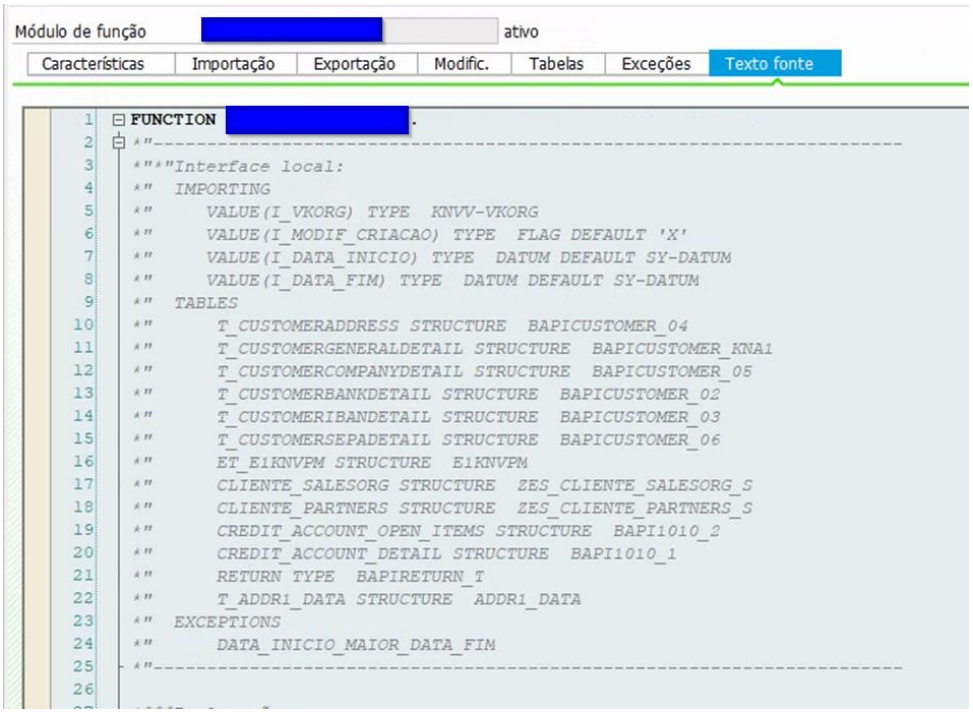


Figura 18 - RFC de leitura de dados de clientes

Com base na informação da organização de vendas, no parâmetro de importação I_VKORG, pode-se ir ler nas tabelas base que permitem identificar os dados do cliente.

```
60  '### Obter todos os clientes de acordo com a orgenização de vendas
61    CASE i_modif_criacao.
62      WHEN 'X'. "Data de Criação
63        SELECT DISTINCT kv~kunnr, kv~vkorg, kv~vtweg ,kv~spart, kv~incol, kv~zterm, kv~waers, kv~zzresp_sac,
64                        kv~kvgr4, kv~kvgr5, ka~adrnr, ka~erdat, ka~aedat,
65                        ad~tel_number, ad~sort2, a6~smtp_addr, b0~chdat
66          FROM knvv AS kv
67            INNER JOIN knal AS ka
68          ON ka~kunnr = kv~kunnr
69          AND kv~vkorg = @i_vkorg
70            INNER JOIN but000 AS b0
71          ON ka~kunnr = b0~partner
72            INNER JOIN knbl AS kb
73          ON kb~kunnr = ka~kunnr
74            INNER JOIN adrc AS ad
75          ON ad~addrnumber = ka~adrnr
76           LEFT OUTER JOIN adr6 AS a6
77          ON a6~addrnumber = ka~adrnr
78            INTO CORRESPONDING FIELDS OF TABLE @cliente_salesorg
79              WHERE  ( ka~erdat BETWEEN @i_data_inicio AND @i_data_fim
80                       OR
81                       ka~aedat BETWEEN @i_data_inicio AND @i_data_fim
82                       OR
83                       b0~chdat BETWEEN @i_data_inicio AND @i_data_fim ).
84
```

Figura 19 - Leitura de dados de clientes nas tabelas de SAP

Esta informação pode ser obtida com base na data de criação ou da última data de atualização de dados do cliente. Isto é conseguido através do parâmetro de importação I_MODIF_CRIACAO. Neste parâmetro é utilizado o conceito de *flag* que permite simular a seleção de uma caixa de verificação no *software* do *tablet*. Caso esteja marcado com o texto “X”, é usada a pesquisa com data de criação e caso esteja vazia, é usada a pesquisa com data de modificação.

A RFC retorna os dados do cliente, agrupadas pelas várias tabelas de *output*.

Características | Importação | Exportação | Modific. | Tabelas | Exceções | Texto fonte

Nome parâmetro	Atrib.tipo	Tipo referência	Opcional	Texto breve
T_CUSTOMERADDRESS	LIKE	BAPICUSTOMER_04		Estrutura de interface BAPI /GetDetail/dados gerais
T_CUSTOMERGENERALDE...	LIKE	BAPICUSTOMER_KNA1		Estrutura de interface BAPI com campos Kna1 sem endereço
T_CUSTOMERCOMPANYDE...	LIKE	BAPICUSTOMER_05		Estrutura de transferência 1007/GetDetail/dados de empresa
T_CUSTOMERBANKDETAIL	LIKE	BAPICUSTOMER_02		Estrutura de interface BAPI /GetDetail/dados bancários
T_CUSTOMERIBANDETAIL	LIKE	BAPICUSTOMER_03		BAPI Interface Structure/GetDetail/IBAN Data
T_CUSTOMERSEPADETAIL	LIKE	BAPICUSTOMER_06		BAPI Interface Structure/GetDetail/SEPA mandates Data
ET_E1KNVPM	LIKE	E1KNVPM		IDoc mestre de clientes funções do parceiro (KNVP)
CLIENTE_SALESORG	LIKE	ZES_CLIENTE_SALESOR...		Estrutura de relação KNVV e KNA1
CLIENTE_PARTNERS	LIKE	ZES_CLIENTE_PARTNER...		Estrutura de ralação Cliente Partners
CREDIT_ACCOUNT_OPEN...	LIKE	BAPI1010_2		Estrutura de transferência 1010/GetStatus/dias em atraso
CREDIT_ACCOUNT_DETA...	LIKE	BAPI1010_1		Estrutura de transferência 1010/GetStatus/dados gerais
RETURN	TYPE	BAPIRETURN_T		VELO: categoria da tabela para BAPIret2
T_ADDR1_DATA	LIKE	ADDR1_DATA		Estrutura de transferência para endereços

Figura 20- Tabelas de dados de clientes

De forma semelhante, os fornecedores, as encomendas, as reclamações e as remessas são lidas através deste método, cada uma com a sua RFC própria, e de acordo com as tabelas SAP correspondentes.

```
136
137     SELECT * FROM vbap
138       INTO CORRESPONDING FIELDS OF TABLE t_dados_adicionais_b
139         FOR ALL ENTRIES IN t_doc_vendas
140           WHERE vbeln = t_doc_vendas-vbeln
141             AND posnr = t_doc_vendas-posnr.
142
143     SORT t_dados_adicionais_b.
144     DELETE ADJACENT DUPLICATES FROM t_dados_adicionais_b.
145
146
147     SELECT vk~vbeln, vb~posnr, vk~erdat, vk~ernam, vk~audat, vk~trvog, vk~auart, vk~vkorg, vk~vtweg, vk~spart
148       FROM vbak AS vk
149           INNER JOIN cdhdr AS cd
150          ON vk~vbeln = cd~objectid
151           INNER JOIN vbap AS vb
152          ON vk~vbeln = vb~vbeln
153           APPENDING CORRESPONDING FIELDS OF TABLE @t_doc_vendas
154           WHERE vk~trvog = @i_trvog
155             AND vk~vkorg = @i_vkorg
156             AND vk~vbtyp IN @it_vbtyp[]
157             AND objectclas = 'VERKBELEG'
158             AND cd~udate IN @rt_audat[]
159             AND vk~auart NOT IN @rt_auart[].
160
161     SORT t_doc_vendas BY vbeln posnr.
162     DELETE ADJACENT DUPLICATES FROM t_doc_vendas COMPARING vbeln.
163
164   *verifica se toda a ordem está confirmada
```

Figura 21- Leitura de encomendas

Em SAP pode-se fazer o teste destas RFC utilizando os dados reais do sistema. Para isso, é feita uma simulação da chamada do *software* no *tablet*, com base numa interface de importação e exportação de dados. Após a execução do teste, pode-se validar se os dados de resposta correspondem ao pretendido que seja enviado para fora de SAP.

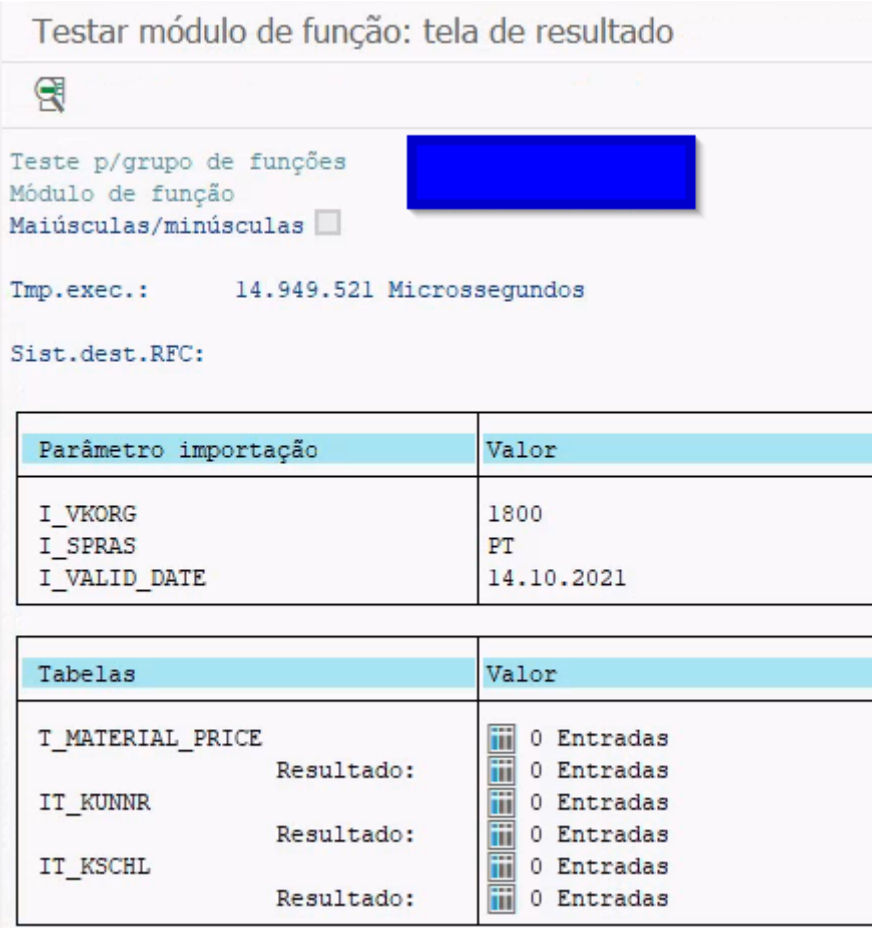


Figura 22 - Ecrã de testes das RFC

4.3.3.2. Ordens de Trabalho de Manutenção

Ainda neste cliente, existiu um novo projeto, mas agora orientado à gestão das ordens de trabalho de manutenção de equipamentos e estruturas. De seguida descreve-se o processo habitual da companhia, com a utilização do módulo PM de SAP. Este módulo consiste em atividades chave para incluir inspeções, notas, manutenção corretiva e preventiva, reparações e outras medidas para manter o bom funcionamento das instalações da fábrica [12].

Usando o SAP PM, é possível definir reparações e facilitar pedidos de reparação dentro da organização. Os problemas são registados dentro do sistema SAP, além de poder ser feito um planeamento de manutenção, registando ao mesmo tempo o seu custo.

Este módulo divide-se em outros submódulos [12]:

- Registo dos objetos que são alvo de manutenção e dados mestre de materiais;
- Planeamento das tarefas de manutenção;
- Gestão do fluxo das notas e ordens de trabalho.

As atividades desenvolvidas dentro deste módulo são as de Inspeção, Manutenção Preventiva e Reparação. Como todos os restantes módulos em SAP, o PM apresenta integração com vários outros módulos, tais como:

- MM – *Material Management*
- SD – *Sales and Distribution*
- PM – *Personnel Management*
- CO – *Controlling*
- PP – *Production Planning*

A sequência dos principais passos dentro do típico processo de PM começa pela criação de uma Nota a partir de uma inspeção ou verificação de uma avaria. Se se confirmar a situação, é então criada uma Ordem de Trabalho, com indicação posterior dos materiais necessários para a sua reparação. Com estes dados é possível criar um Pedido de Compra automaticamente para os materiais necessários. Caso exista material em stock, este passo é ignorado.

Após a confirmação de materiais e de ter sido criada, planeada e aprovada, é então executada a Ordem de Trabalho. Finalizados os trabalhos e corrigida a situação, a ordem de trabalho é encerrada, terminando o fluxo de atividades.

De modo a gerir de forma mais efetiva as atividades é necessário dividir a estrutura existente em objetos técnicos. Estes são definidos consoante os tipos de maquinaria existentes na empresa e com os detalhes de cada um, caracterizados ao pormenor [13].

Os objetos técnicos são estruturados por localizações funcionais e por equipamentos. Assim, sabe-se onde, e qual é o equipamento em particular onde é necessária a tarefa de manutenção.

Os dados mestre vão ter a informação dos equipamentos de forma independente e vão estar ligados a um histórico de manutenção.

A informação guardada ao nível dos dados mestre são sempre das mais importantes, pois permitem caracterizar esse objeto de forma inequívoca e única no sistema, de forma a evitar duplicações de dados ou informação desatualizada.

Tipicamente existem sempre três tipos de transação para se gerir tanto os dados mestre como os lançamentos dos documentos. Por exemplo, para se criar dados mestre de equipamentos, é utilizada a transação IE01. Após a sua criação, a informação do equipamento pode ser modificada através da transação IE02. Por fim, se for necessário apenas consultar dados, pode-se utilizar a transação IE03.

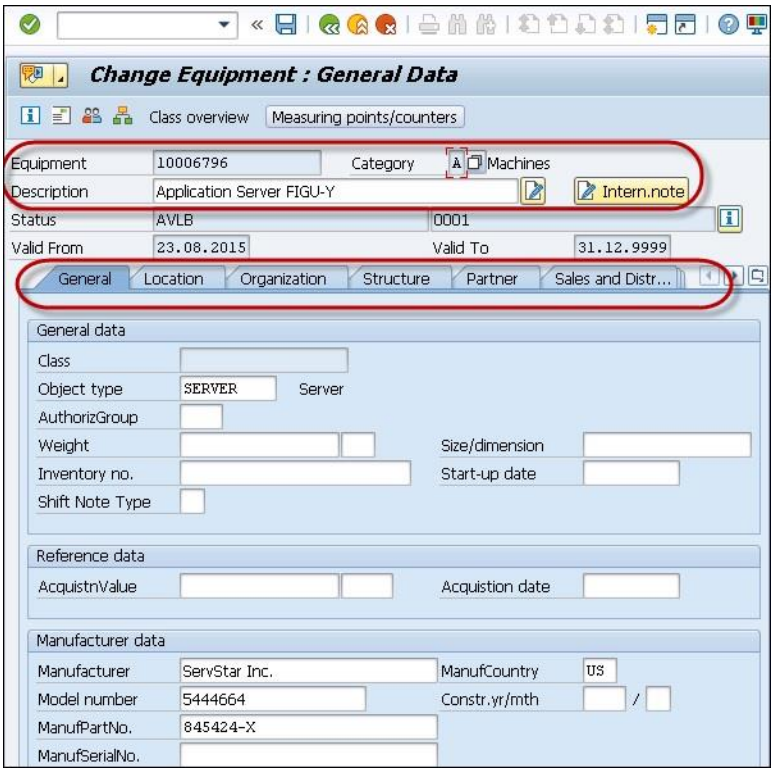


Figura 23 – Atualização dos dados mestre de equipamento (IE02) [14]

Quando existe uma avaria em qualquer equipamento que precise de uma resposta da equipa de Manutenção, o processo conhecido por Manutenção Corretiva é despoletado nas seguintes situações [15]:

- O equipamento não funciona corretamente;
- A produção é afetada quando um equipamento avaria;
- Deve ser criada uma nota de avaria e uma ordem para reparação.

Através da transação IW21 é criada a nota de avaria. Nesta nota é identificado a localização funcional do objeto, assim como o equipamento afetado. Além disso, é adicionada a informação para, os centros de trabalho, a pessoa responsável ou ainda a pessoa que reporta a avaria.

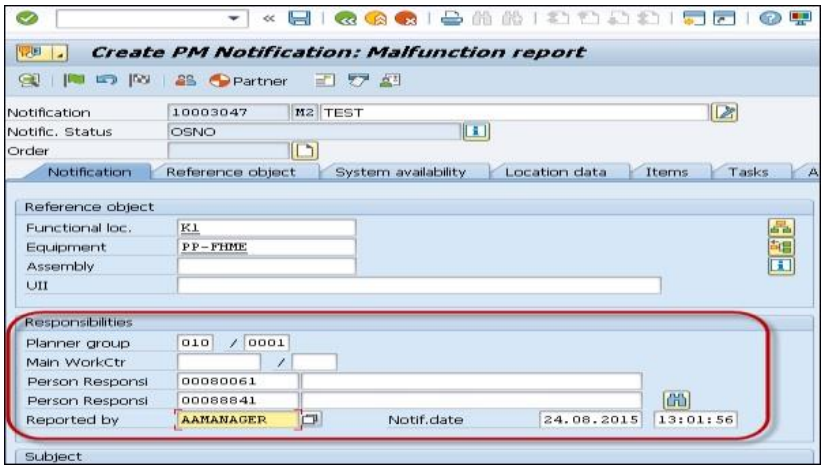


Figura 24 – Registo de uma Nota de avaria [15]

A nota pode ser posteriormente editada na transação IW22 ou exibida na transação IW23. A partir da nota pode ser então criada a ordem de trabalho para se proceder à correção da avaria, com recurso à transação IW34, indicando o número da nota criada anteriormente ou selecionando-a a partir de uma lista de notas disponíveis [15].

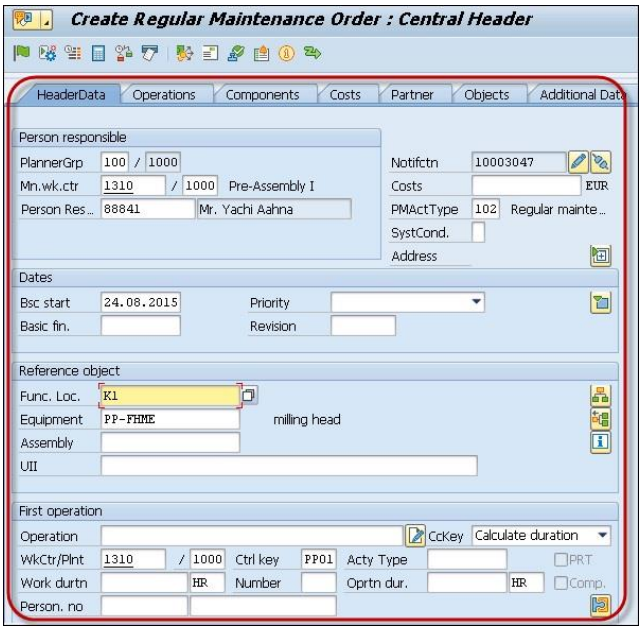


Figura 25 – Criação de uma Ordem de Trabalho [15]

As informações fornecidas na criação da nota são transferidas automaticamente para a ordem de trabalho. Tem-se ainda a aba "*Operations*" que permite indicar e planear as ações de manutenção.

Na aba "*Components*" acrescenta-se a informação de materiais a serem utilizados na reparação, para que se possa validar se existe stock disponível ou caso contrário se faça uma encomenda ao fornecedor. Em ambos os casos, é criada uma reserva de material que é diretamente atribuída à ordem, de forma a se garantir o fornecimento para aquela operação de manutenção.

HeaderData | Operations | Components | Costs | Partner | Objects | Addit. Data | Location | Planning

Item	Component	Description	LT	Reqmnt Qty	UM	IC	S	SLoc	Plnt	OpAc
0010	4000000038	PINION PART NO. 9542		1	NOS	L			1000	0010
0020	4000000015	DOL STARTER, O/L:45 -75A, PC-4, MAKE P		1	NOS	L			1000	0020
0030										
0040										

Figura 26 – Materiais necessários à manutenção [15]

Para a manutenção preventiva, o processo ocorre de forma muito semelhante, mudando apenas o tipo de documento associado em SAP e o facto de existir um plano de manutenção associado, com uma lista de verificações a efetuar.

De forma semelhante ao projeto anterior, foi escolhido um *software* externo que permite mostrar e gerir todo este processo de forma mais ágil num *tablet* que o utilizador podia transportar consigo. O *frontend* neste caso foi o Microsoft Azure, enquanto que o método de interface com SAP foi decidido que se usasse as RFC.

Estes extratos de código, desenvolvidos em ABAP dentro das RFC, são chamados remotamente pelo Azure, com o intuito de gerar e consultar notas, ordens de trabalho, assim como os materiais e as operações que se encontravam associadas. Destacam-se as seguintes RFC desenvolvidas nesse âmbito:

- Criar Nota;

- Criar Ordem a partir da Nota;
- Criar operação na ordem;
- Alterar atividade a nível da operação;
- Alterar o centro da operação;
- Registar consumos de materiais;
- Alterar o técnico associado;
- Exibir detalhe das ordens;
- Exibir as atividades;
- Exibir lista de notas existentes em sistema;
- Exibir lista de ordens existentes em sistema;
- Exibir stock disponível;
- Aprovação de ordem;
- Encerrar ordem;
- Estado das ordens.

Editor de estrutura: Exibir T_RESULT a partir de entrada 1

Coluna Entrada Metadados

10 Entradas

NOTIF_NO	PLAN	LOC_ACC	EQUIPMENT	EQUIPMENT_DESCR	ASSEMBLY	B	STRMLFNDAT	ENDMLFNDAT	STRMLFNT	ENDMLFNT	DOWNTIME	UNI	ISO	PLA	MNTPLAN	MNTCALL_NO	MAINTITEM	NO	SHORT_TEXT
3000471 [redacted]	24 [redacted]	0000000357144	101 [redacted]	Caldera					00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Caldera de vapor
3000471	24	0000000357142	102	Caldera					00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Caldera de vapor
3000471	24	0000000357140	102	Caldera biomassa					00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Caldera de biomassa
3000471	38	0000000357138							00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Pedido do numero de horas dos empilha
3000471	14	0000000357136	100	Tambor revestimento					00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Man preventiva tambor revestimento
3000471	14	0000000357134							00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Manutenção preventiva acabamentos
3000471	14	0000000357132							00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Manutenção preventiva acabamentos
3000471	14	0000000357130							00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Manutenção preventiva acabamentos
3000471	14	0000000357128							00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Man preventiva acabamentos
3000470 [redacted]	38 [redacted]	0000000357125	500 [redacted]	Tractor - TRC 009					00:00:00	00:00:00	0,000000000000000E+00	H	HUR	MAN		0		Z3	Verif. DL 50/2005 - TRC 009

Figura 27- Exemplo de uma listagem de notas no sistema

Nos casos em que se cria ou modifica informação no sistema, são utilizadas funções de apoio, que são fornecidas de forma *standard* pela SAP. Estas funções em ABAP são as mesmas que são utilizadas pelas transações. Assim, faz-se a reutilização de código, e utilizam-se processos de gravação e escrita de dados como se o utilizador estivesse a usar o sistema *in loco*.

Por exemplo, para a criação da ordem, faz-se uso da função "BAPI_ALM_ORDER_MAINTAIN" que recebe os vários dados a serem gravados agrupados em tabelas, à imagem do funcionamento da RFC.

```
153
154     CALL FUNCTION 'BAPI_ALM_ORDER_MAINTAIN'
155 *     EXPORTING
157       TABLES
158         it_methods      = lt_methods
159         it_header       = lt_header
160         it_header_up    = lt_header_up
161 *       IT_HEADER_SRV   =
164         it_partner      = t_partner
165         it_partner_up   = lt_partner_up
166         it_operation    = lt_operation
167         it_operation_up = lt_operation_up
168 *       IT_RELATION     =
181         return          = t_return
182         et_numbers      = t_numbers
183 *       IT_REFORDER_ITEM                  =
203       .
204
205     READ TABLE t_return INTO ls_return
206       WITH KEY type = 'E'.
207
208     IF sy-subrc NE 0.
209
210       CALL FUNCTION 'BAPI_TRANSACTION_COMMIT'
211         EXPORTING
212           wait   = 'X'
213         IMPORTING
214           return = t_return.
215
```

Figura 28- Criação de Ordem através do ABAP

Com o uso destas funções não é preciso gravar dados de forma direta nas tabelas, pois a função realiza essa tarefa de forma automática. Isto permite que as RFC sejam de desenvolvimento

mais rápido, mas também assegura o funcionamento correto do sistema SAP, para que a informação se mantenha fidedigna e sem erros.

4.4. Software Celonis

Com o aumento da quantidade e da complexidade de dados nos sistemas, começaram a surgir problemas na gestão dos processos. Foi então que a Celonis, empresa pioneira do conceito de *process mining*, desenvolveu uma ferramenta que permite extrair conhecimento de registos de eventos que já se encontram nos sistemas de hoje em dia, com possibilidade de sincronização dos dados ao minuto.

Existem vários benefícios no *process mining* [16]:

- Visão objetiva, baseada em factos – esta visão é derivada de dados dos sistemas para ajudar a auditar, analisar e melhorar os processos existentes;
- Mais rápido, barato e assertivo – relativamente aos mapeamentos de processos tradicionais;
- Sem alterar os sistemas existentes – não é necessário alterar o que existe atualmente ao nível dos sistemas, o Celonis funciona como uma camada de dados em cima do que existe.

De acordo com a Gartner (empresa que avalia ferramentas para as organizações [17]), o *process mining* ajuda as empresas a compreender as suas operações e performance de forma a criar resiliência operacional e a estar no mercado de forma mais competitiva [18].

Um processo define-se como uma série de ações ou passos repetidos numa progressão a partir de um início até a um fim. O propósito do processo é de estabelecer e manter um fluxo compreendido que permite que uma tarefa seja “completada” o mais eficiente e consistentemente possível.

Cada etapa do processo deixa uma pegada digital no sistema na forma de dados de eventos. É fazendo uso desta informação que o *process mining* funciona, criando uma imagem real de como os processos realmente ocorrem – e que nem sempre coincidem com a definição ou ideia das pessoas.

O Celonis permite um mapeamento automático do processo, enquanto que com a análise se alavanca a melhoria do mesmo, de forma a se ter a certeza de que se está a trabalhar de forma ideal [16].

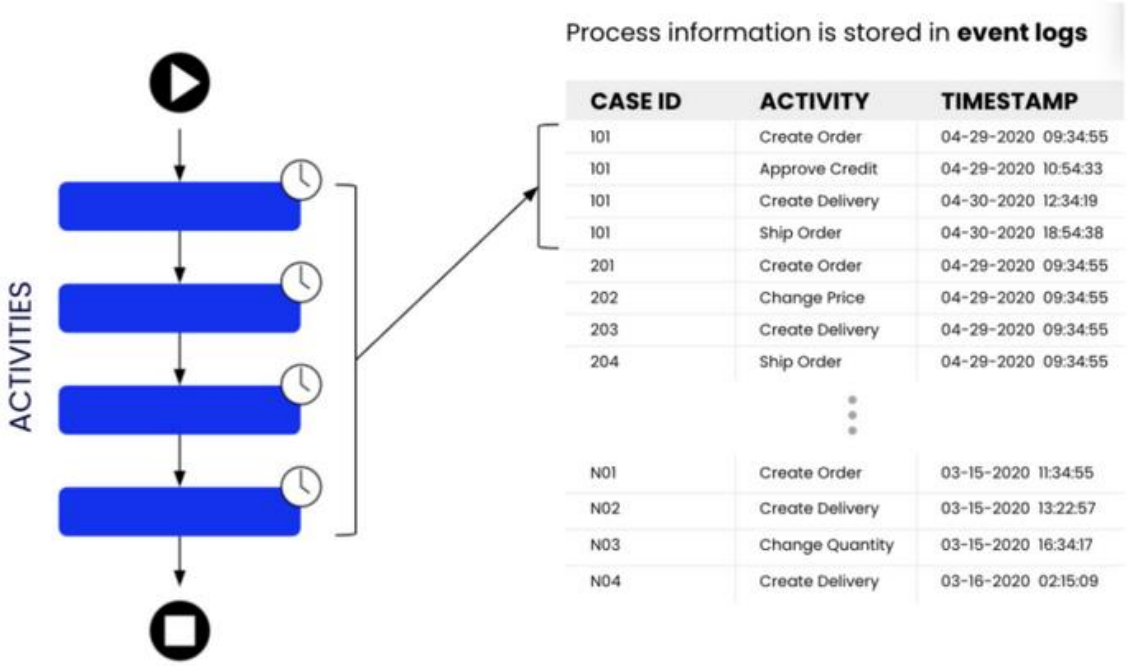


Figura 29- Mapeamento de processo em Celonis [19]

Além do mapeamento e da análise do processo, o Celonis dá um passo mais à frente e permite ações automáticas, quer se trate de um simples envio de email de alerta para uma encomenda que se encontre por aprovar há mais de 3 dias, quer se trate de algo mais complexo como efetuar ações reais no sistema fonte, com recurso a RPA (*Robotic Process Automation*).

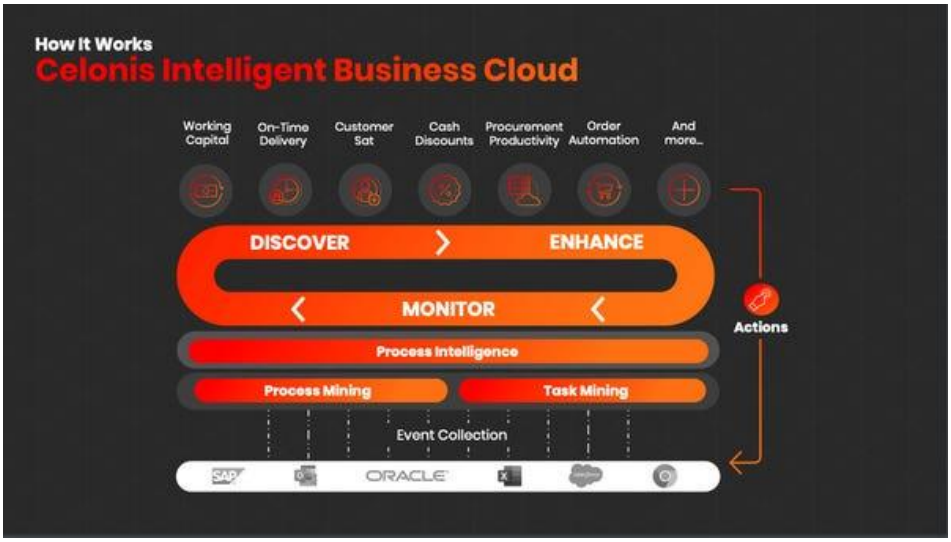


Figura 30 - Funcionalidades de Celonis [20]

De forma a serem compreendidas as várias etapas da utilização de Celonis, este assunto vai ser explorado com mais detalhe nas secções seguintes.

4.4.1. Event Collection

O primeiro passo é a conectividade com os sistemas fonte. Para isso, é usado o *Event Colletion*. Esta função tem ainda a funcionalidade de transformar e preparar os dados para o ambiente Celonis.

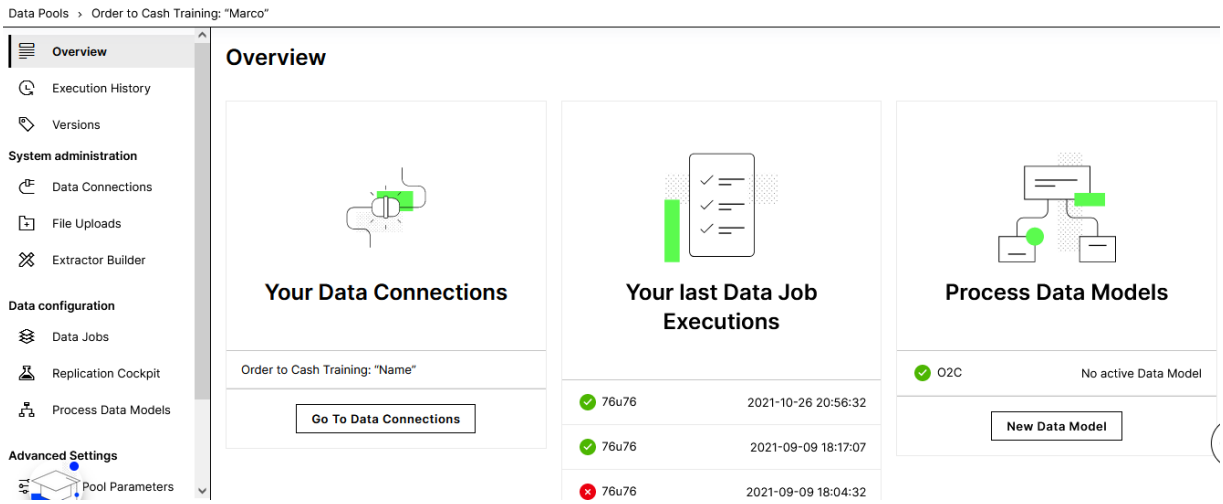


Figura 31 - Conexão e preparação de dados

Em "*Data Connections*" pode-se estabelecer a ligação com as bases de dados onde se tem a informação a analisar. É possível conectar com vários tipos de bases de dados, desde SAP HANA, Oracle ou até mesmo MySQL.

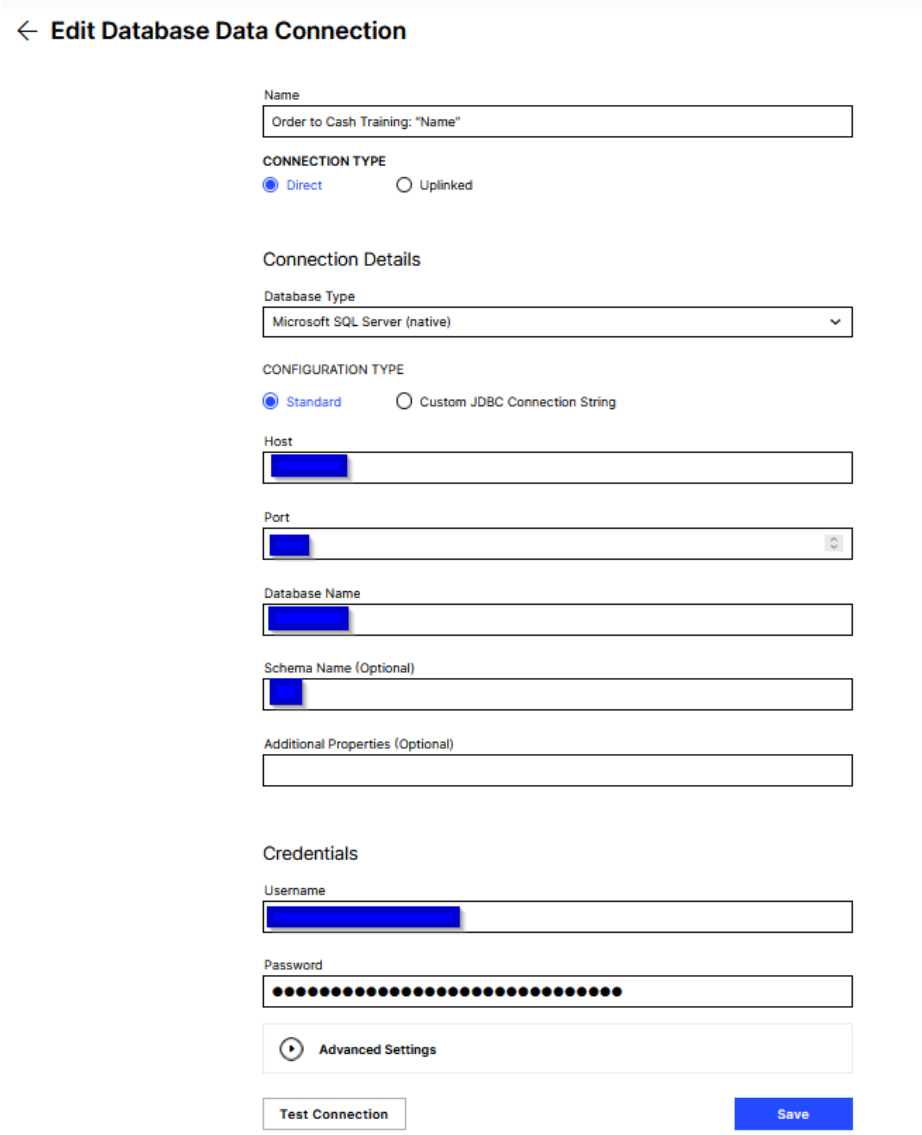


Figura 32- Conexão com sistema fonte

Após a ligação ser estabelecida com sucesso, pode-se definir as tabelas que se quer extrair do sistema fonte. A extração dos dados nada mais é do que uma cópia das tabelas do sistema fonte para dentro do servidor onde o Celonis se encontra a ser executado. Isto permite o tratamento e transformação de dados de uma forma muito mais rápida.

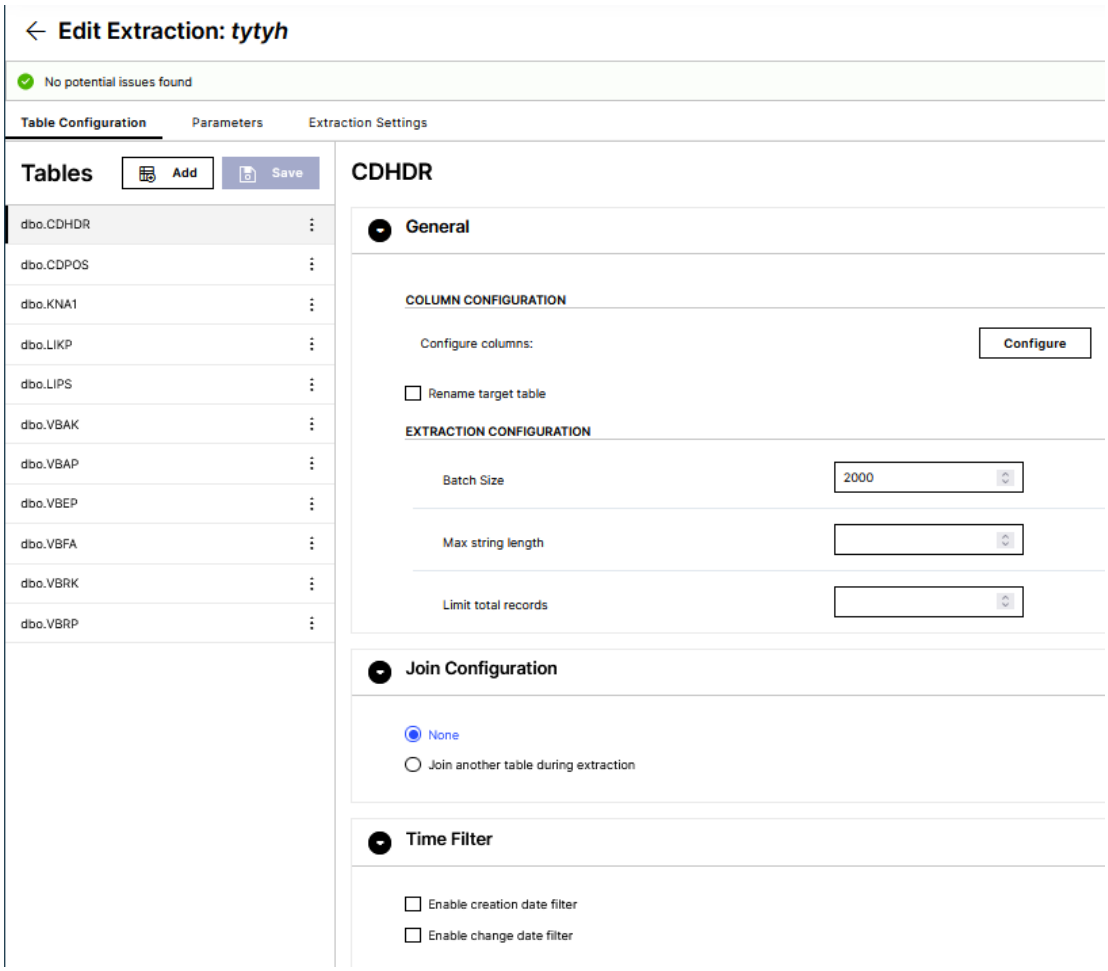


Figura 33 - Seleção de tabelas para extração

A partir deste momento já se pode definir as transformações nas tabelas. Estas transformações permitem identificar por exemplo, as atividades que compõe o processo. A linguagem de programação utilizada é a Vertica SQL [21].

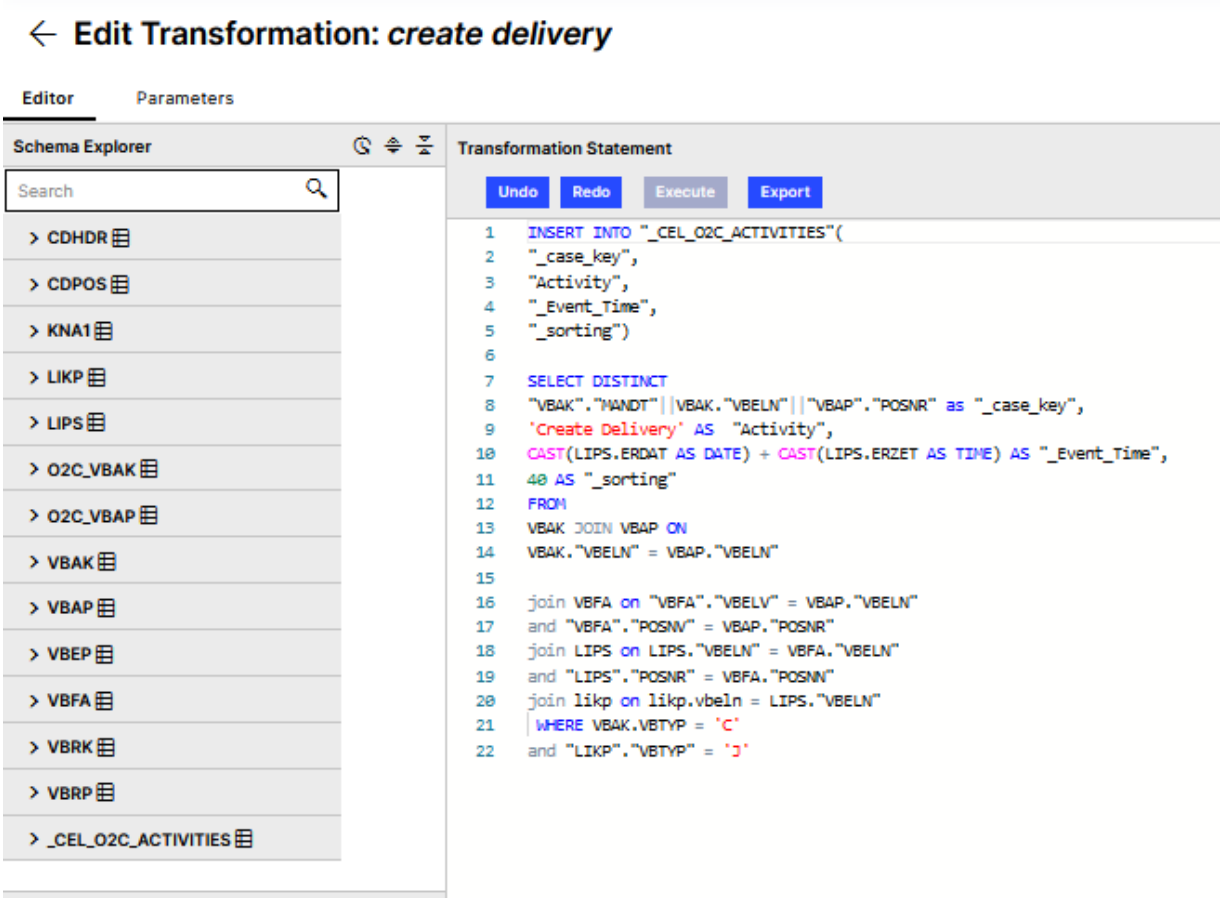


Figura 34 - Definição da atividade de criação de entrega

Outras transformações permitem a definição de casos. Estes casos são o elemento base dentro do processo. No exemplo mostrado, o processo é o de vendas, pelo que o elemento base é a ordem de venda, pois este documento dá início ao processo e qualquer atividade consequente tem como referência a ordem de venda.

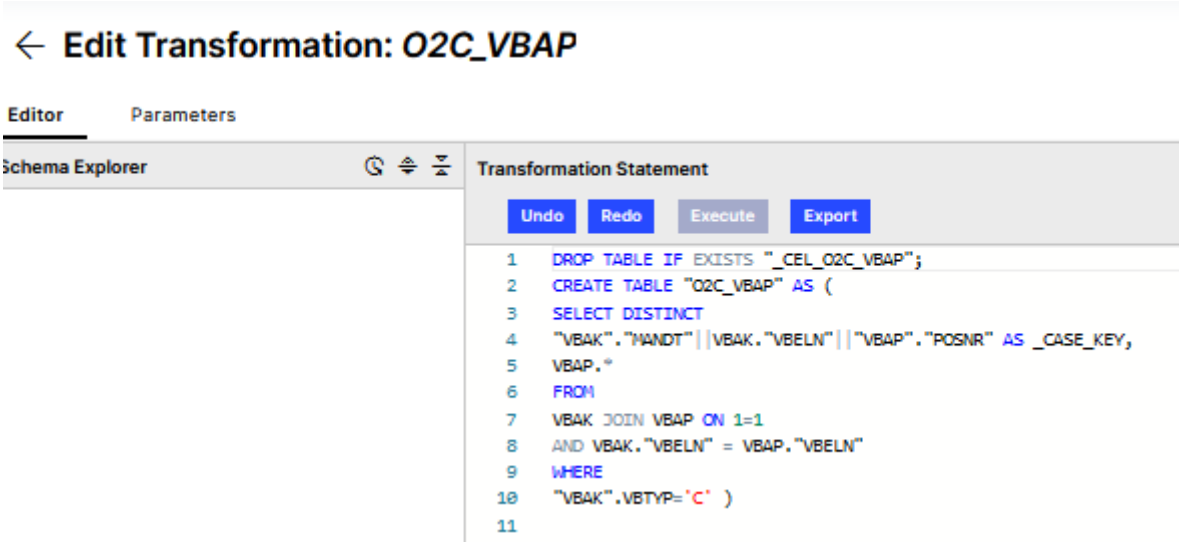


Figura 35 - Definição dos casos do processo de vendas

O próximo passo é correr a extração das transformações definidas, através da ação de execução.

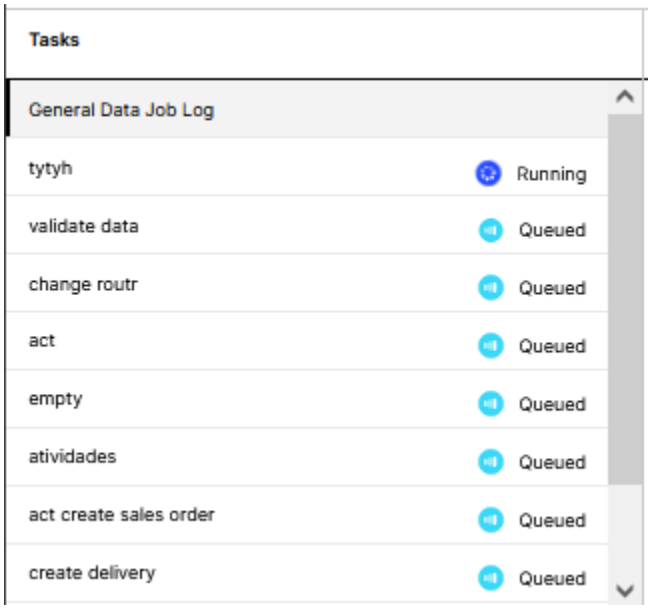


Figura 36 - Carregamento de dados

Com os dados carregados, é definido um modelo de dados, que irá permitir a ligação de informação entre as várias tabelas sincronizadas. Este modelo deve também ele ser carregado, para que as ligações entre os campos das tabelas fiquem definidas na base de dados de Celonis.

No exemplo abaixo, o campo comum entre as tabelas é o "_case_key" que é formado pela concatenação de vários campos da base de dados, como é mostrado na figura 37.

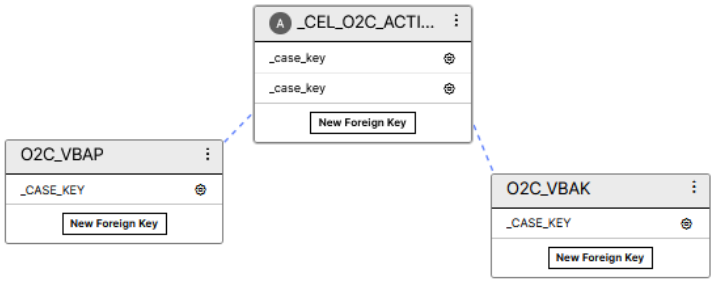


Figura 37 - Exemplo de Modelo de dados

A sincronização de dados das tabelas fonte e a atualização dos modelos de dados pode, e deve, ser automatizada pela ferramenta de agendamento, que permite fazer carregamentos completos (*Full load*) ou apenas as alterações que existam após o último carregamento (*Delta load*).

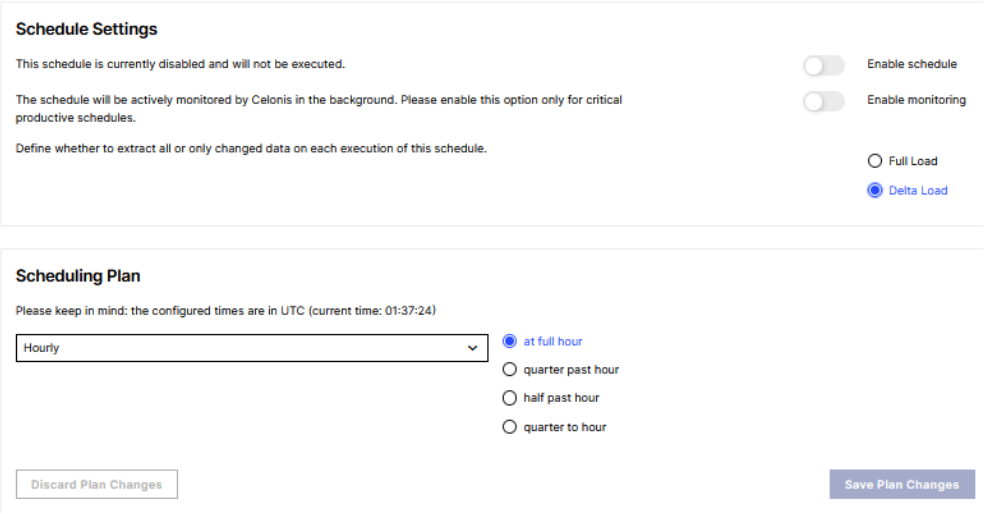


Figura 38 - Definições de Agendamento

4.4.2. Process Analytics

Esta seção do Celonis é onde acontece a maior parte do trabalho. Aqui, são construídas as análises de acordo com os KPI que o cliente pretende analisar. Mas uma das principais análises de Celonis é gerada automaticamente: o fluxo do processo.

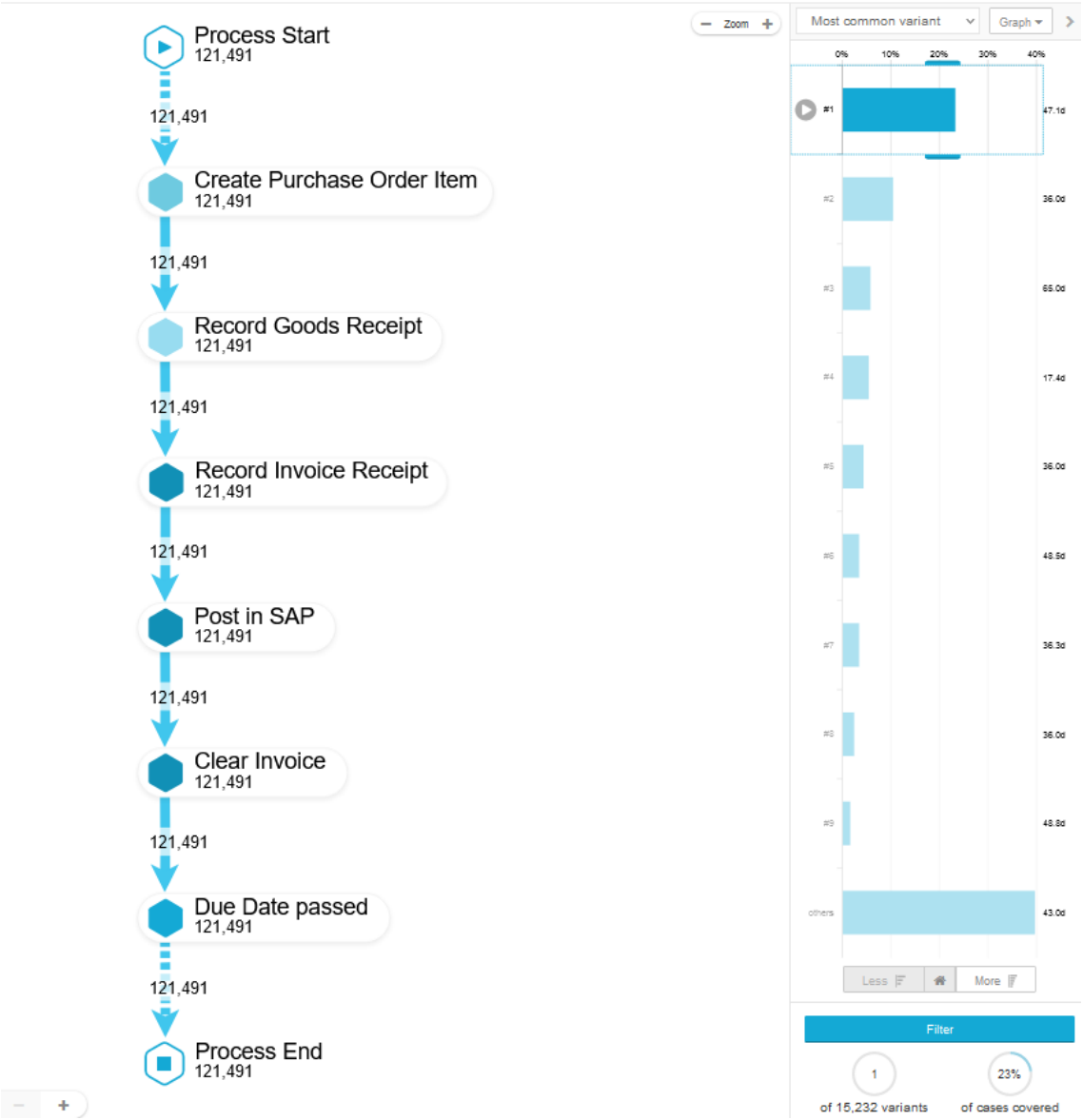


Figura 39 – Fluxo mais comum de um processo

Este fluxo para além de mostrar a sequência das atividades, permite ver quantos casos (neste caso ordens de compra) seguem o mesmo. Claro que nem sempre o processo ocorre como idealizado, pelo que o Celonis cria variantes de processo. Na figura 39 é mostrada a variante mais comum, ou seja, o caminho que acontece mais vezes. Que fluxo tomaram as restantes? Para isso, aumenta-se o número de atividades mostradas, aumentando as variantes do processo.

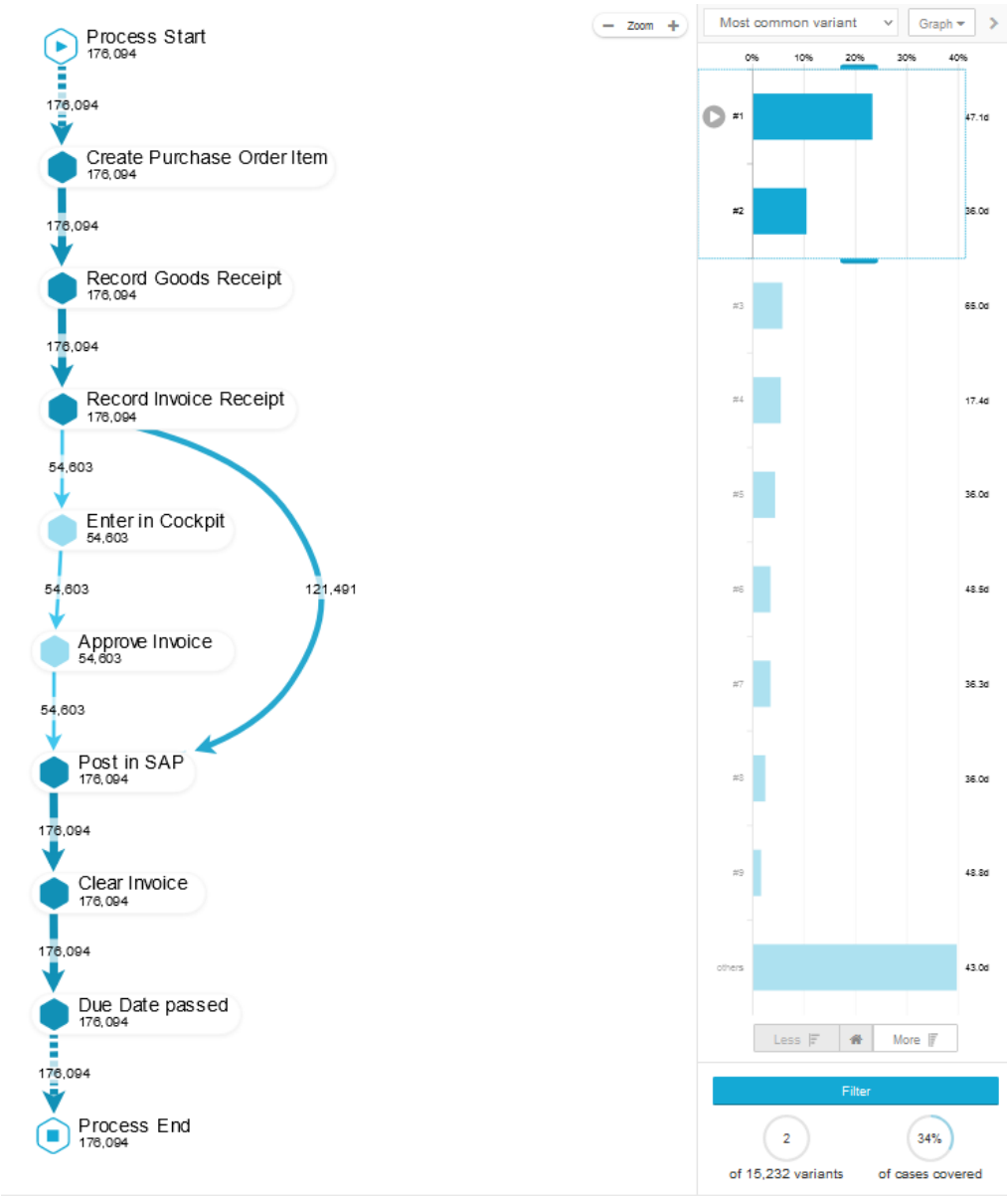


Figura 40 - Fluxo com duas variantes

Na figura 40 já se consegue perceber que cerca de 121491 casos saltam algumas atividades do processo. Neste caso, é ultrapassada a entrada da fatura num *cockpit* de controlo (*Enter in Cockpit*) e aprovação de faturas (*Approve Invoice*), lançando diretamente o documento em SAP

(*Post in SAP*). Isto pode ser problemático na contabilização e levar a um pagamento antecipado aos fornecedores, além de que a fatura não é verificada e validada por quem tem permissões para isso.

Se for aumentando o número de variantes mostradas, vai-se perceber a complexidade que se pode tomar num processo que se esperava simples.

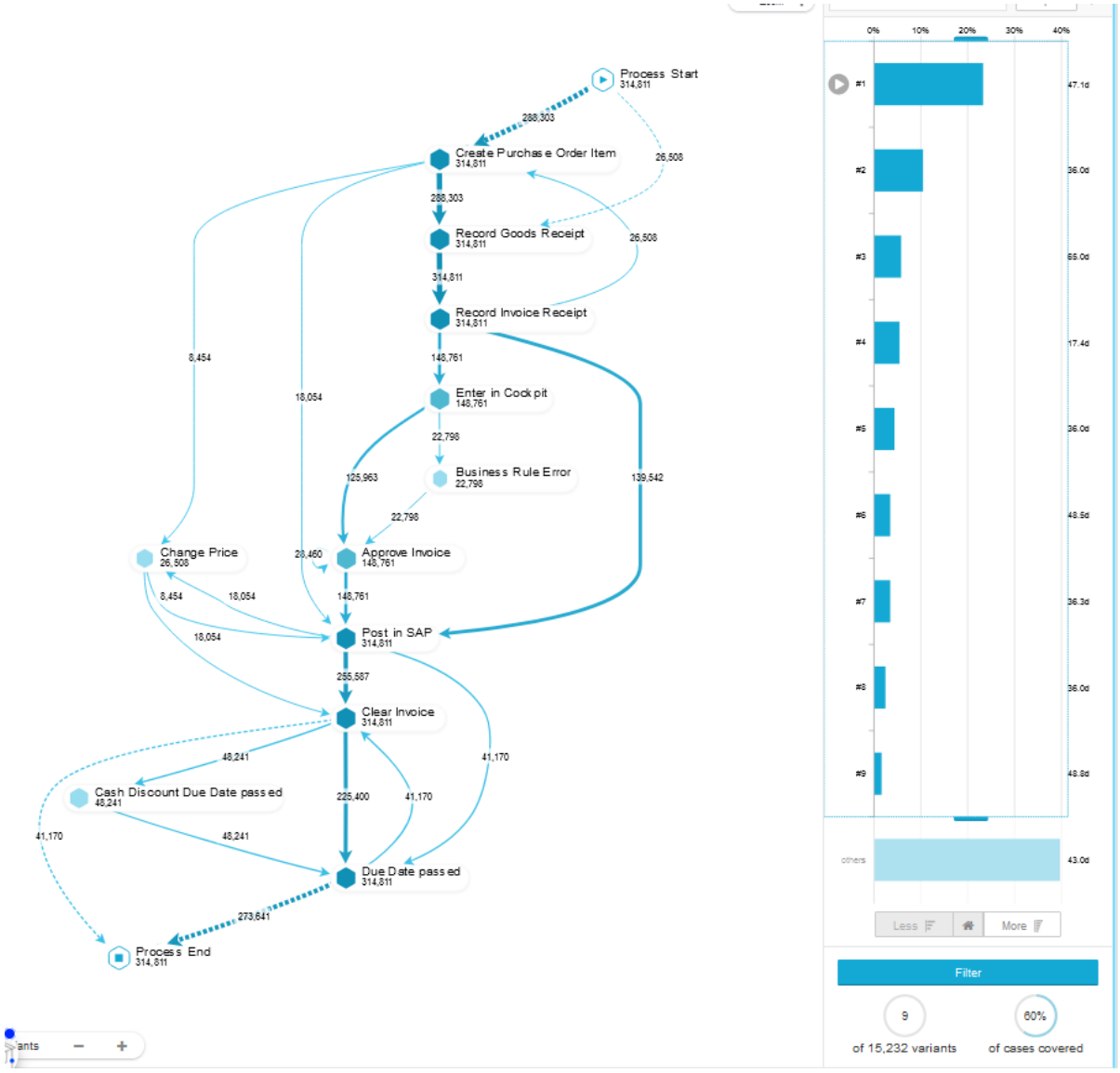


Figura 41 - Fluxo com mais variantes selecionadas

Na figura 41 começa-se a entender que existem alterações de preço (*Change Price*) diretamente nas ordens de compra, sinal de que os dados mestre dos materiais não se encontram atualizados em sistema. Outro sintoma que é mostrado é o de *Maverick Buying*, que significa que são rececionadas encomendas realizadas fora do processo de compras no sistema. Este é um fenómeno indesejado, pois fogem às condições contratualizadas com fornecedores, não usufruindo de descontos ou do melhor preço disponível [22].

Para se analisar melhor o caso de *Maverick Buying*, pode-se construir uma tabela que nos identifique em quais os fornecedores que os utilizadores têm este tipo de compras. Este tipo de desenvolvimento usa a linguagem Celonis PQL (*Process Query Language*) [21].

Assim, começou-se por adicionar a dimensão pela qual queremos repartir a informação.

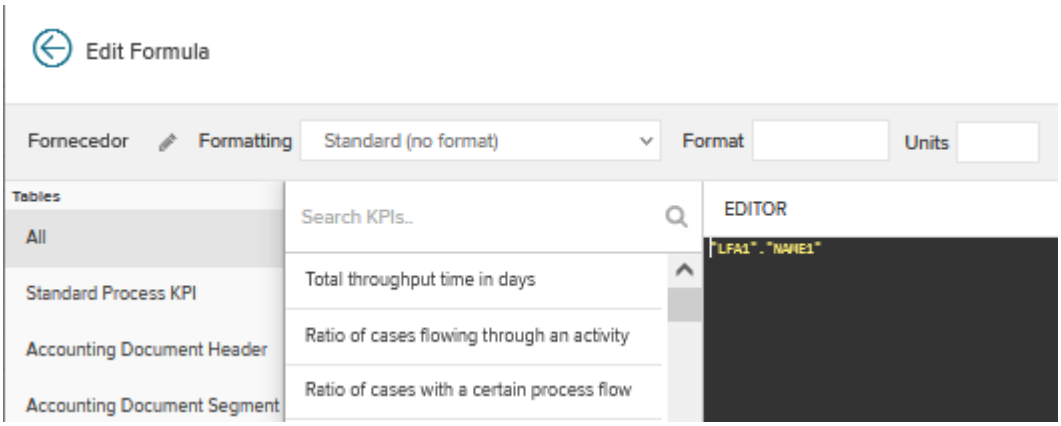


Figura 42 - Definição da dimensão Fornecedor

Depois foi adicionado o KPI que conta o número de casos que começam pela atividade "*Record Goods Receipt*", que define a situação que se pretende analisar.

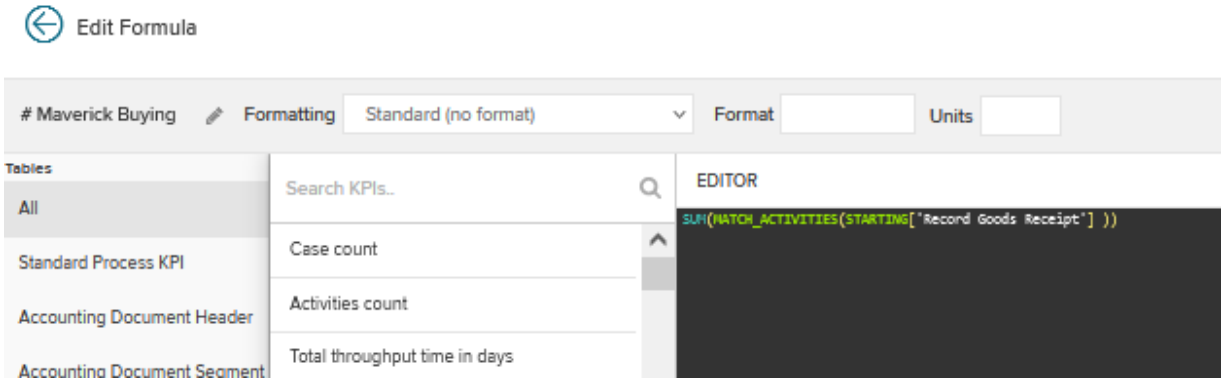


Figura 43 - KPI de contagem de casos

Como resultado final, consegue-se perceber que os casos em que mais acontece *Maverick Buying* é com o fornecedor "PolyTec EU".

Fornecedor	# Maverick Buying
PolyTec EU	48197
IDES Consumer Products	687
C.E.B. Chicago	230
AluCast	218
Azur Inc.	202
ALPHA Tec.	148
MOBILE Inc.	145
MicroElectronics	129
Suffix Corporation	107
Sapsota Company Limited	91
IMS Technology	88
Allfresh Inc.	67
SMA Manufacturing Germany	67
Wollner AG	65
Unisono AG	63

Figura 44 - Listagem de fornecedores com Maverick Buying

Mesmo com nove variantes selecionadas, tem-se apenas 60% dos casos previstos. Ao se selecionar todas as variantes do processo, de forma a mostrar 100% das possibilidades, pode-se perceber o real funcionamento do processo e a verdadeira complexidade que toma.

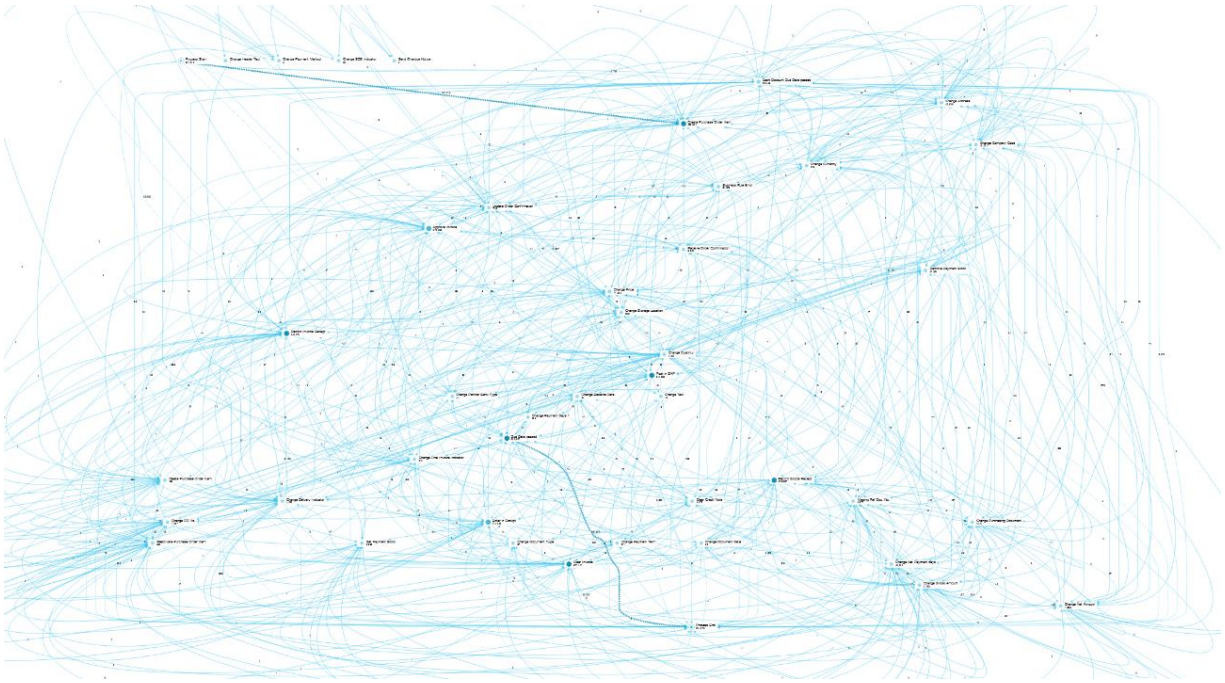


Figura 45- "Esparguete" de fluxo real de atividades dentro do processo

Este "esparguete" de fluxos justifica a necessidade de análise dos processos de forma mais profunda. Tipicamente, é efetuada conjuntamente com o cliente, pois ele conhece o seu processo.

Com estas análises é possível determinar os constrangimentos e quais as ações a tomar.

4.4.3. Action Engine

Para os casos de *Maverick Buying*, o cliente pode ter o interesse em ser avisado quando acontecerem novamente situações semelhantes. Uma vez que o fornecedor que tem mais casos atuais é a "PolyTec EU", vai-se mostrar como se define alertas para quando ocorrer *Maverick*

Buying neste fornecedor. Com o *Action Engine* é possível criar automatismos de alertas para que seja enviado um email com essa informação.

Um botão dedicado permite criar a *skill* (capacidades de AI para reconhecimento de comportamentos), a partir da qual são gerados *signals* (alertas) que identificam os casos.

Fornecedor	# Maverick Buying
PolyTec EU	48197
IDES Consumer Products	687
C.E.B. Chicago	230
AluCast	218
Azur Inc.	202
ALPHA Tec.	148
MOBILE Inc.	145
MicroElectronics	129
Suffix Corporation	107
Sapsota Company Limited	91
IMS Technology	88
Allfresh Inc.	67
SMA Manufacturing Germany	67
Wollner AG	65
Unisono AG	63

Figura 46 - Criação de *Skill* a partir da Análise

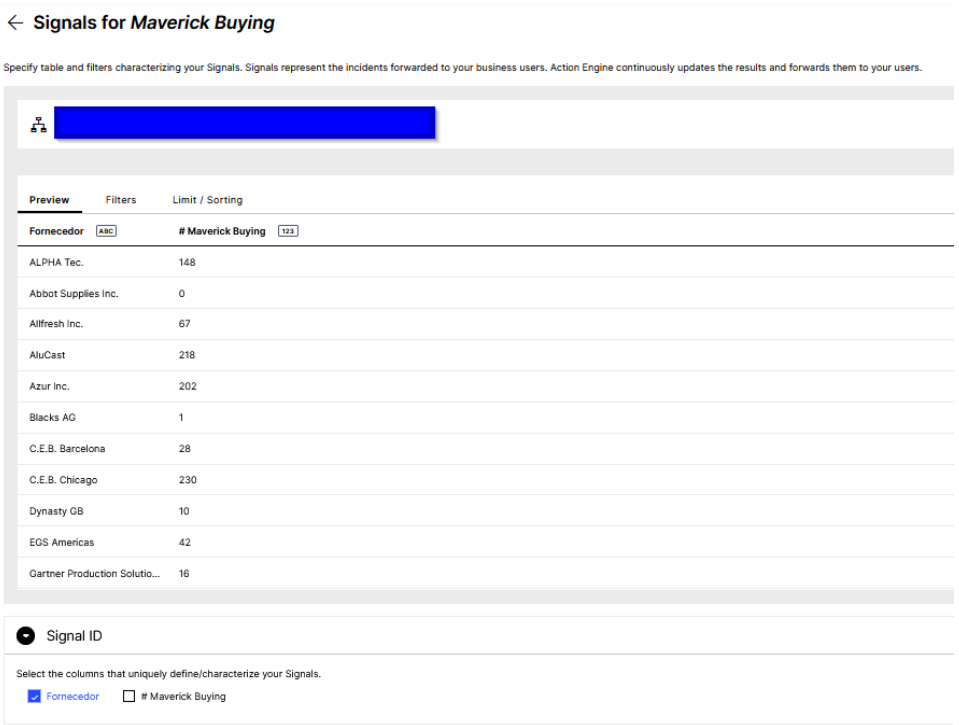


Figura 47 - *Signals* automaticamente gerados a partir da *skill*

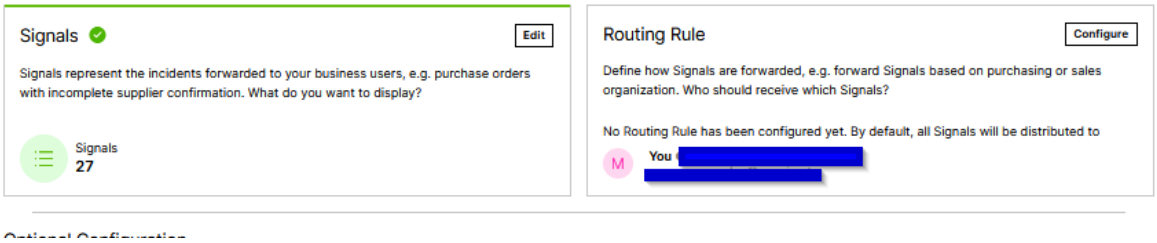


Figura 48 - Os sinais são automaticamente enviados para um email

4.5. Atividades em clientes Celonis

Os dois clientes onde se instalou e desenvolveu a aplicação com recurso a Celonis tinham características bem diferenciadas, tanto ao nível das bases dados como ao nível do âmbito de processos. O primeiro projeto em que existiu participação no âmbito do Estágio foi num cliente da Banca, enquanto que o segundo foi na área das Energias.

4.5.1. Empresa da Banca D

A motivação que influenciou a empresa D a decidir avançar com a implementação de Celonis foi clara. O funcionamento da empresa que pode ser dividido por quatro processos distintos, mas ao mesmo tempo entrelaçados entre si, com atividades espalhadas por mais de uma dezena de sistemas diferentes, leva a uma complexidade enorme de processo, difícil de acompanhar e assegurar a sua execução ideal.

Sendo uma empresa da banca, a D tem como negócio empréstimos bancários, serviços como crédito pessoal, automóvel ou para compra de casa.

O processo começa com as chamadas de *call center* ou pelo preenchimento de um formulário *online* no site da empresa. Com estas informações base, é criada uma proposta em sistema, que é o elemento identificador durante todo o processo.

Logo à partida, com base nas informações inicialmente recolhidas (valor do empréstimo, destino do empréstimo, duração do empréstimo, NIF (Número de Identificação Fiscal) do cliente, etc) podem ser logo validados com o Banco de Portugal. Se existir alguma irregularidade registada, o processo é automaticamente parado pelo sistema. Esta validação é feita por um dos sistemas que existe no banco, que permite a deteção atempada de fraude fiscal. Este sistema está ligado a todas as fases dos processos, pelo que pode interferir na paragem do processo ou na geração de alertas em qualquer momento.

Se o processo de Aceitação for aprovado com base na documentação necessária, a proposta segue para o processo de Financiamento. Aqui, neste novo processo, pode ser necessária nova documentação, caso existam alterações às condições pretendidas pelo cliente (aumentar o valor do crédito ou aumentar o tempo de pagamento das prestações por exemplo). Isto leva a um retorno à fase do processo de Aceitação.

No fim do Financiamento, o processo pode terminar. Nos casos em que se trata de financiamento para compra automóvel, o banco prepara a documentação necessária e específica.

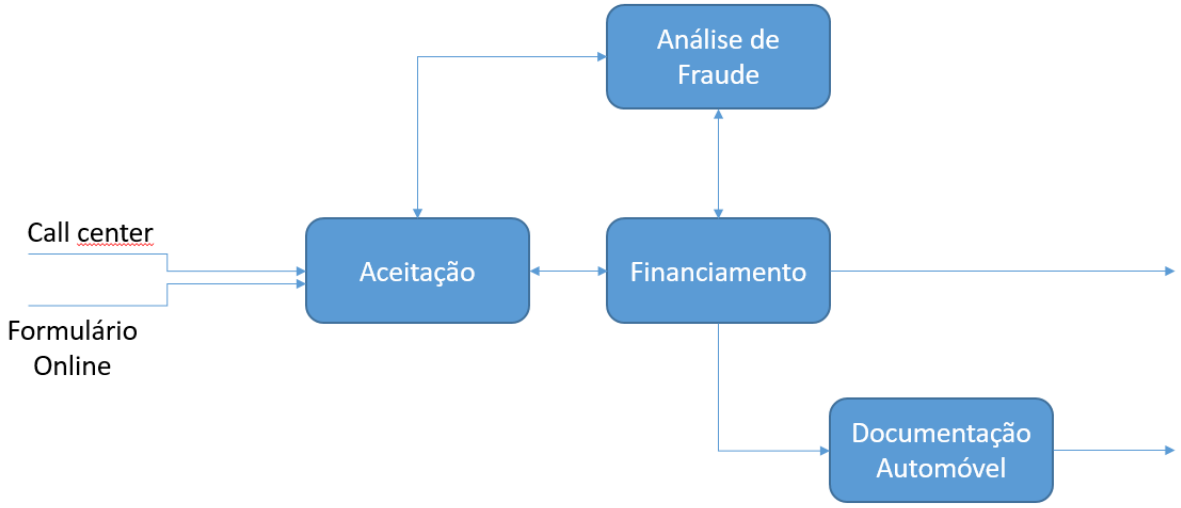


Figura 49 - Processos dentro do empréstimo bancário

A possibilidade de se voltar atrás nas propostas e de revisitar etapas de processo constitui um típico exemplo de trabalho duplicado. O objetivo era antecipar os motivos e os erros que podem gerar problemas mais à frente no processo, tornando o processo mais rápido e mais assertivo nas tomadas de decisão. Foi ainda possível determinar os tempos de duração destes ciclos, percebendo-se desde logo que haviam propostas "esquecidas" e que caducavam no sistema por falta de atividade.

Com a ajuda da análise do Celonis, ligando-se à base de dados que o cliente disponibilizou com os dados dos vários sistemas usados pela empresa, foi possível localizar e colmatar muitos constrangimentos e erros nos processos.

4.5.2. Empresa de Energia E

A empresa E, que está presente no setor energético nacional há muito tempo, tem uma vasta área de ação geográfica e de várias tipologias de equipamentos instalados. Tem diariamente centenas de operações a decorrer, distribuídas por vários tipos de processos diferentes. Uma vez que se trata de serviços energéticos, a empresa rege-se por garantir a continuidade do serviço e com elevados padrões de qualidade técnica, eficiência e inovação.

Internamente dispõe de uma área dedicada à aceleração digital, que visa manter a empresa na vanguarda no que diz respeito à tecnologia para ajudar na melhoria constante de uma forma sustentada. Assim, quando este projeto foi iniciado, já tinha feito o seu levantamento de mercado de *Process Mining* e tomou conhecimento da ferramenta Celonis.

Inicialmente realizou um pequeno projeto piloto, muito simples e controlado (sem acesso direto às bases de dados). Com a validação das potencialidades do *software*, decidiu avançar com um projeto a grande escala e com ligações reais aos sistemas fonte. Foi neste projeto que houve envolvimento e participação na sua implementação e realização.

O âmbito do projeto seguiu duas linhas orientadoras: ciclo de vida das ordens de trabalho e o ciclo de vida dos equipamentos.

A ordem de trabalho "nasce" no processo com a sua criação a partir da Nota previamente existente. A partir deste momento, qualquer atividade do processo vai ter como ponto de referência essa atividade, através do número de documento associado. Após a sua criação, a ordem passa por imensas atividades no seu fluxo de processo, das quais se destacam:

- Aprovação da ordem;
- Agendamento dos trabalhos;
- Atribuição de equipas de trabalho;
- Liberação da ordem para execução;
- Início dos trabalhos;
- Conclusão dos trabalhos;
- Confirmação da conclusão;
- Encerramento técnico;
- Consumo de materiais dos armazéns;
- Transferência de materiais entre armazéns.

No caso dos equipamentos, embora com menos atividades possíveis, existem muitos equipamentos utilizados e instalados. O processo tem como início a criação do equipamento no sistema, que ocorre com a sua entrada na empresa através de compra a fornecedor ou pelo seu fabrico interno nas instalações. A este equipamento é atribuído um número único que serve como referência em todo o processo. Após a atividade de criação, o processo tem como principais atividades:

- Movimentação do equipamento para armazém;
- Criação de plano de manutenção adequado ao equipamento;
- Definição de estado como disponível;

- Definição de estado como montado;
- Definição de estado como removido;
- Definição de estado como descomissionado.

Uma vez que as ordens de trabalho se aplicam sobre a instalação e manutenção dos equipamentos, é possível existir cruzamento de informação entre os dois processos.

Isto mostra já bastante complexidade na gestão e controlo das operações que existem ao longo dos processos de ordens de trabalho e dos equipamentos.

Assim, ainda antes de se ter avançado com a ligação às bases de dados e de se ter trabalhado os KPI's, foram realizadas de forma extensiva conjuntos de reuniões com as pessoas que têm o conhecimento sobre o funcionamento dos processos e de como eles devem ocorrer na sua idealização. Claro que para estas pessoas (donos do processo) que lidam diariamente na gestão dos processos, existem já alguns constrangimentos conhecidos e problemas do ponto de vista operacional. A experiência dos donos de processo, aqui, é muito importante para se perceber onde se pode iniciar a melhoria dos processos.

Com o levantamento dos fluxos e de constrangimentos conhecidos é trabalhada a componente técnica. Aqui entram em ação sessões com as equipas que dão apoio aplicacional dos processos e fazem gestão das bases de dados. Foram essas equipas que ajudaram a identificar quais as bases de dados que Celonis precisou de se conectar e de que tabelas e campos de tabelas se deviam ler e sincronizar de forma a obter a informação das atividades e das dimensões de dados necessárias para o *process mining*.

Eventos	Tipo Evento	Grupo de Processo	Variáveis de Contexto	Observações	System	Technical Field on SAP
Criação de Nota	Interface / Manual	Identificar Necessidades	Grupo Planeamento / Centro de Trabalho		[redacted]	QMIH-INGRP/QMEL-ARBPL/CRHD-ARBPL
Processamento da Nota	Manual	Identificar Necessidades	Caraterização (observações)			QMEL-QMTXT + Textos longos da nota
Processamento da Nota	Manual	Identificar Necessidades	Processamento			QMEL-OBJNR/JEST/TJ02T/JSTOVTJ30T
Criação da Definição de Projeto (PPM)		Identificar Necessidades		[redacted]		PROJ-PSPNR
Modificação da Definição de Projeto (PPM)				VALIDAR		
Processamento da Nota	Manual	Identificar Necessidades	Definição de Projeto	Não é considerado um evento, mas sim uma alteração/atualização.		
Processamento da Nota	Manual	Identificar Necessidades	Modificação da Definição de Projeto			
Atualização da Nota	Interface / Manual	Identificar Necessidades	Causa Raiz/Modos			QMFE-OTGRP+OTEIL/QMFE-FEGRP+FECOD+FETXT/QMUR-URGRP+URCOD+URTXT
Encerramento da Nota	Interface / Manual	Identificar Necessidades	Fecho da Nota			QMEL-QMDAB+QMZABJCDS-UDATE+UTIME
Criação de Planos de Manutenção		Gerir Condição				MPLA-WARPL/MPOS-WAPOS
Criação da Ordem	Evento Anterior / Plar	Programar Trabalho	Definição de datas	Garantir a visualização da origem da ordem, se via nota ou plano de manutenção.		QMEL-AUFNR/AUFK-AUFNR/MPLA-WARPL/MPOS-WAPOS

Figura 50 - Levantamento de atividades

Com toda esta informação, foi possível criar a ligação às bases de dados e realizar a sincronização com as tabelas. No caso deste projeto foram ligadas 5 bases de dados diferentes, com um conjunto total de mais de 100 tabelas.

Durante o levantamento de requisitos junto do cliente, foi realizada uma reunião muito importante neste tipo de projetos. Esta reunião, chamada de Mapeamento de utilizadores, permite identificar de forma muito clara todas os utilizados que vão estar envolvidos no projeto e de que forma vão poder contribuir para o mesmo. Isto permite que as espectativas fiquem definidas logo à partida, para se poder retirar o máximo de interação durante as "janelas" em que ocorreram as reuniões.

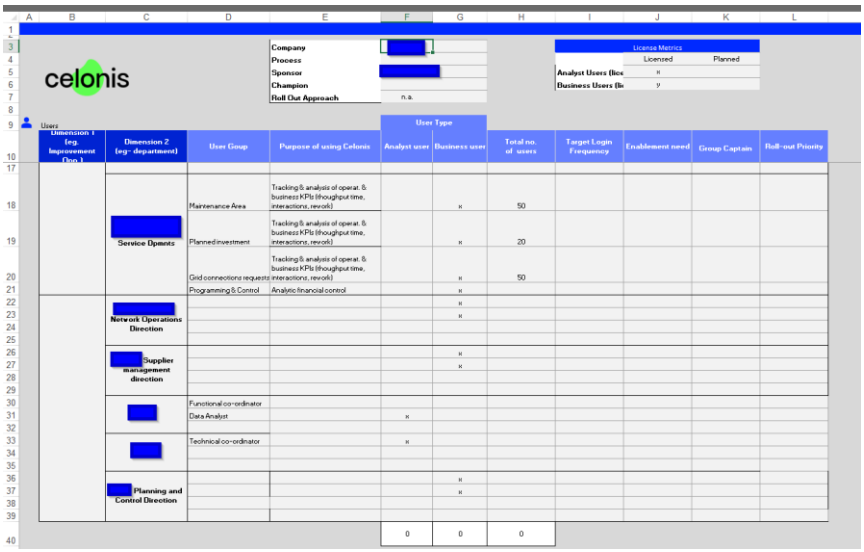


Figura 51 - Levantamento de grupos de utilizadores

O desenvolvimento foi então iniciado com vista à implementação dos KPI's definidos e de *dashboards* operacionais que permitem a gestão dos processos.

No ciclo das ordens, um dos acompanhamentos mais importantes é se as ordens estão a ser executadas à medida que vão sendo aprovadas e liberadas para execução. Uma vez que o volume de ordens de trabalho é muito grande e é distribuído por uma grande área geográfica, foi desenvolvido um *dashboard* para essas ordens.

Figura 52 - Realização de ordens liberadas

Pode-se perceber que existe 91% de realização total das obras, com a sua distribuição mensal.

Como o gráfico inferior direito está ordenado pelo número decrescente de obras por realizar, percebe-se imediatamente que a zona geográfica do Porto é onde se encontra a maior parte das obras atrasadas. Ao ser selecionada a zona geográfica, todo o *dashboard* será filtrado automaticamente, o que permite que na tabela fiquem identificadas as ordens de trabalho correspondentes. É possível ainda avaliar os custos das obras (valor MO – Mão de Obra), algo que pode ajudar na decisão de forçar ou não a sua realização.

Outro *dashboard* crucial do ponto de vista operacional que foi desenvolvido foi o de consumo de materiais, relacionando a reserva de materiais à ordem de trabalho com a disponibilidade dos mesmo em *stock* nos armazéns. Aqui podem ser feitas várias análises ao processo ao mesmo tempo, tais como:

- Quantidades ainda disponíveis por materiais (*Difference* na tabela *Material Needs*);
- Quantidades reservadas por materiais (Reserved na tabela *Material Needs*);
- Relação direta entre ordem de trabalho, reserva de material associada e quantidades requeridas nas reservas em aberto (tabela *Open Reservations*);
- Gráfico com indicadores de atendimento de necessidades das reservas ao longo do tempo;
- Indicadores gerais de quantidade de reservas e de ordens, assim como a sua distribuição pelos materiais (tabela *Drilldown by Material*).

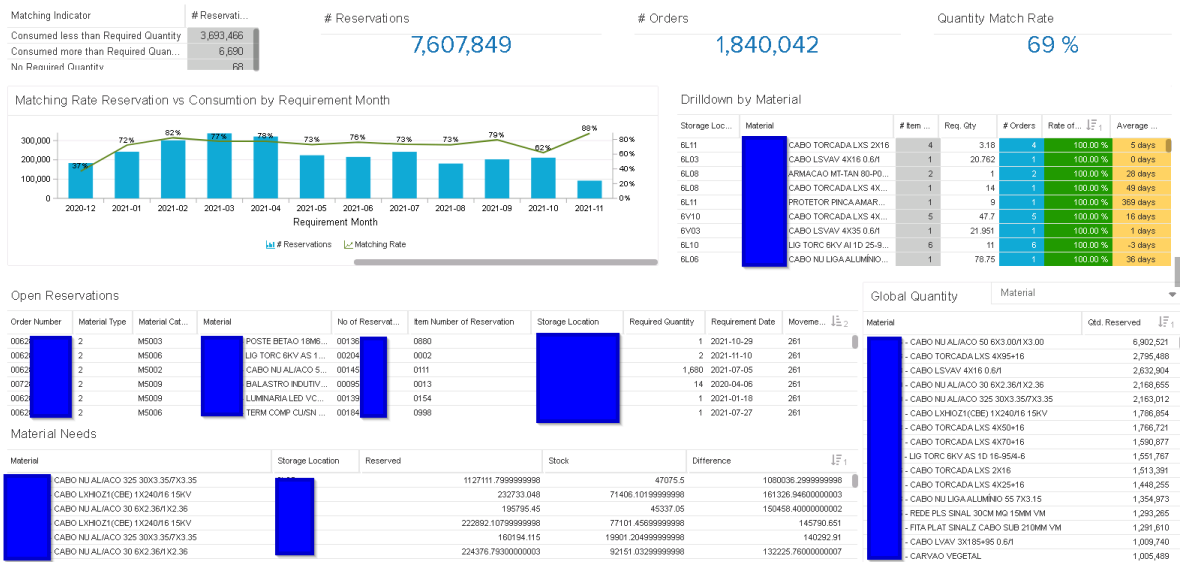


Figura 53 - Análise das reservas e consumos de materiais

Para o ciclo de vida dos equipamentos, um *dashboard* também muito importante que foi desenvolvido foi o acompanhamento de movimentos de equipamentos desde a sua transferência para armazém (*Equipment transfer*) até ser montado no local (*Status* MONT).

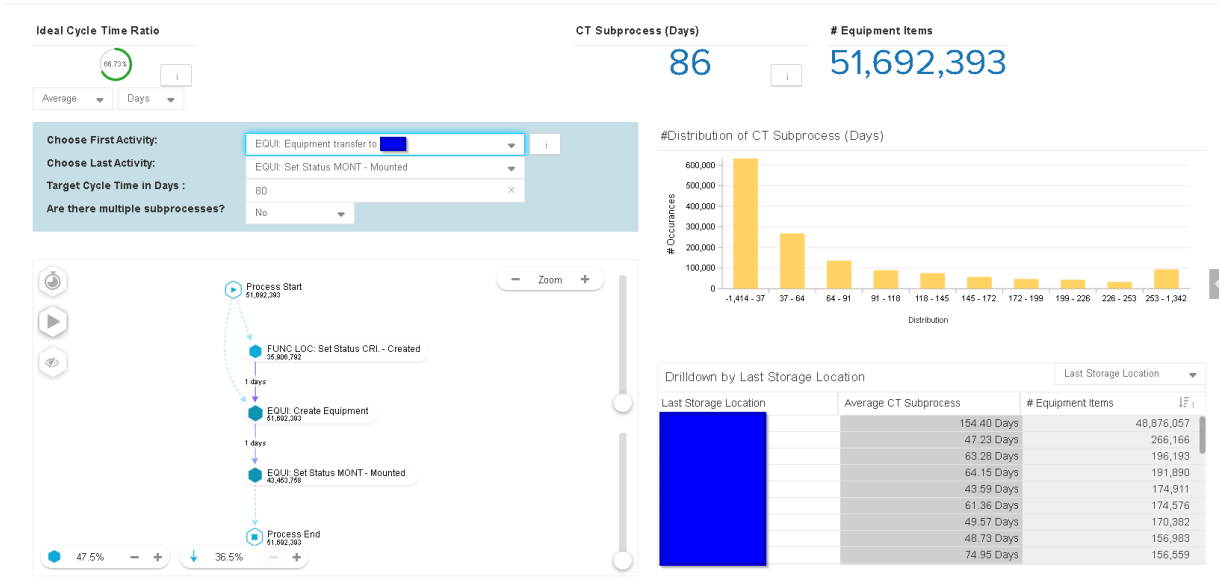


Figura 54 - Acompanhamento de tempos entre atividades

Pode-se perceber no gráfico de barras amarelas que existem equipamentos a demorar até 1342 dias para serem instalados. Isto representa quase 4 anos, que dependendo do tipo de equipamento, pode representar um problema do ponto de vista de garantias do equipamento, pois este está a ser instalado num momento em que já não existe garantia para a sua eventual reparação ou substituição. Pode-se ainda analisar médias de tempo por cada armazém, de forma a identificar problemas que possam existir num local em particular.

Com estes exemplos pode-se entender como esta tecnologia é poderosa para a identificação de problemas. Mas há ainda uma característica muito essencial que torna a ferramenta Celonis ainda mais flexível. Todo e qualquer elemento disponível nas análises é selecionável. Isto significa que se pode construir filtros instantâneos de forma a enquadrar os casos que se quer

analisar. À medida que o utilizador vai adicionando filtros, todas as análises se ajustam automaticamente e instantaneamente aos filtros aplicados.

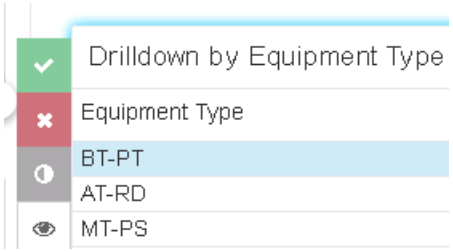


Figura 55 - Seleção de um tipo de equipamento para aplicar filtro diretamente a partir de uma tabela da análise

De forma a manter o seguimento do que se está a filtrar, o Celonis mantém na barra superior essa informação, juntamente com os casos que se enquadram no filtro (*cases selected*).

Figura 56 - Filtros aplicados na análise

Os utilizadores podem ainda extrair tabelas e elementos das análises, em formato de ficheiros Excel ou imagens para cruzamento de dados com outros sistemas ou simplesmente para se estudar eventuais novos desenvolvimentos de KPI.

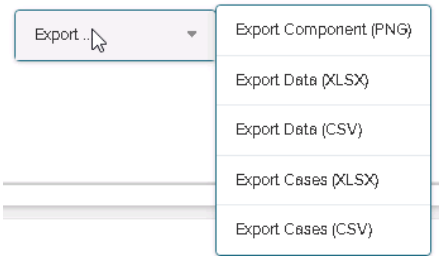


Figura 57 - Opções de exportação de uma tabela

A grande vantagem é que se pode ter o Celonis a fazer as ligações entre múltiplos sistemas e filtragem de dados e depois se poder trabalhar com uma lista reduzida e orientada à análise que se está a efetuar. Sem esta ferramenta, o utilizador não teria este tipo de visibilidade sem andar a saltar de sistema em sistema, a procurar a informação em transações complexas e no fim, ainda ter de fazer a verificação das ligações de dados.

5. Caso Prático Celonis – Consumo de Energia vs Meteorologia

De forma a tornar mais expressivo um projeto em Celonis, vai-se aqui demonstrar o passo-a-passo para a implementação de um pequeno projeto suportado por uma base de dados que se encontra online para livre utilização. A informação com que se vai trabalhar encontra-se no site Kaggle, um site de dados para projetos de *data science* [23].

5.1. Enquadramento

Para melhor se entender o consumo de energia, o governo do Reino Unido quer que os fornecedores de energia instalem contadores inteligentes em todas as casas de Inglaterra, País de Gales e Escócia. Existem mais de 26 milhões de lares a que os fornecedores de energia têm de chegar.

A União Europeia olha para os contadores inteligentes como parte das medidas para melhorias do sistema de fornecimento de energia e atacar o tema das mudanças climáticas. Depois de um estudo inicial, o governo Britânico decidiu adotar os contadores inteligentes como parte do seu plano para melhorar o seu sistema de energia obsoleto.

Neste *dataset* encontra-se dados da área de Londres, que contêm leituras de consumo de energia de uma amostra de 5567 lares durante o período de novembro de 2011 a fevereiro de 2014.

A informação está compilada em ficheiros, com dados dos lares, das leituras realizadas e da meteorologia em Londres [24].

5.2. Preparação e carregamento dos ficheiros

O Celonis permite várias abordagens para se poder ler fontes de dados. Para além da capacidade de se ligar diretamente a bases de dados, também é possível ler ficheiros que contenham os *datasets*, como é o caso que se está a trabalhar.

Primeiro foi feito o *download* e a extração das pastas comprimidas dos ficheiros necessários da página do Kaggle. Com os ficheiros localmente no computador, foi identificado que foram construídos blocos de ficheiros.

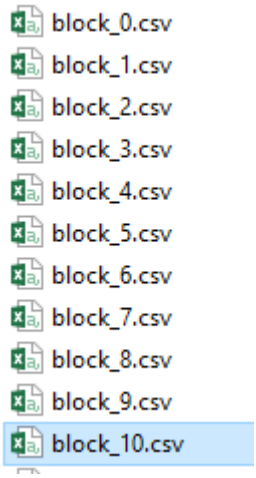


Figura 58 - Blocos de ficheiros com os dados

Com estes ficheiros, criou-se um novo *Data pool* chamado "Smart meters in London". Dentro dele, acedeu-se à secção de carregamento de ficheiros em Celonis (*File Uploads*) onde se colocou alguns dos vários ficheiros para serem carregados.

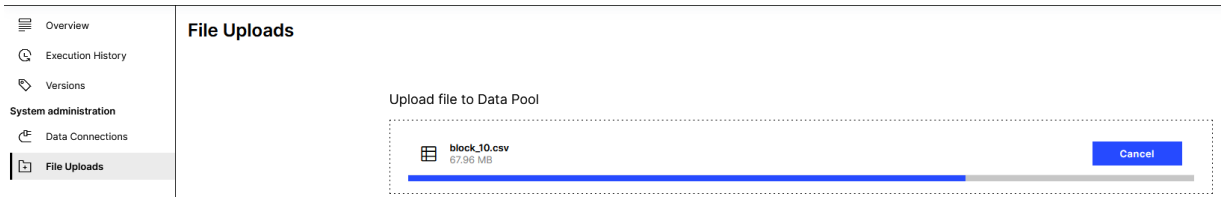
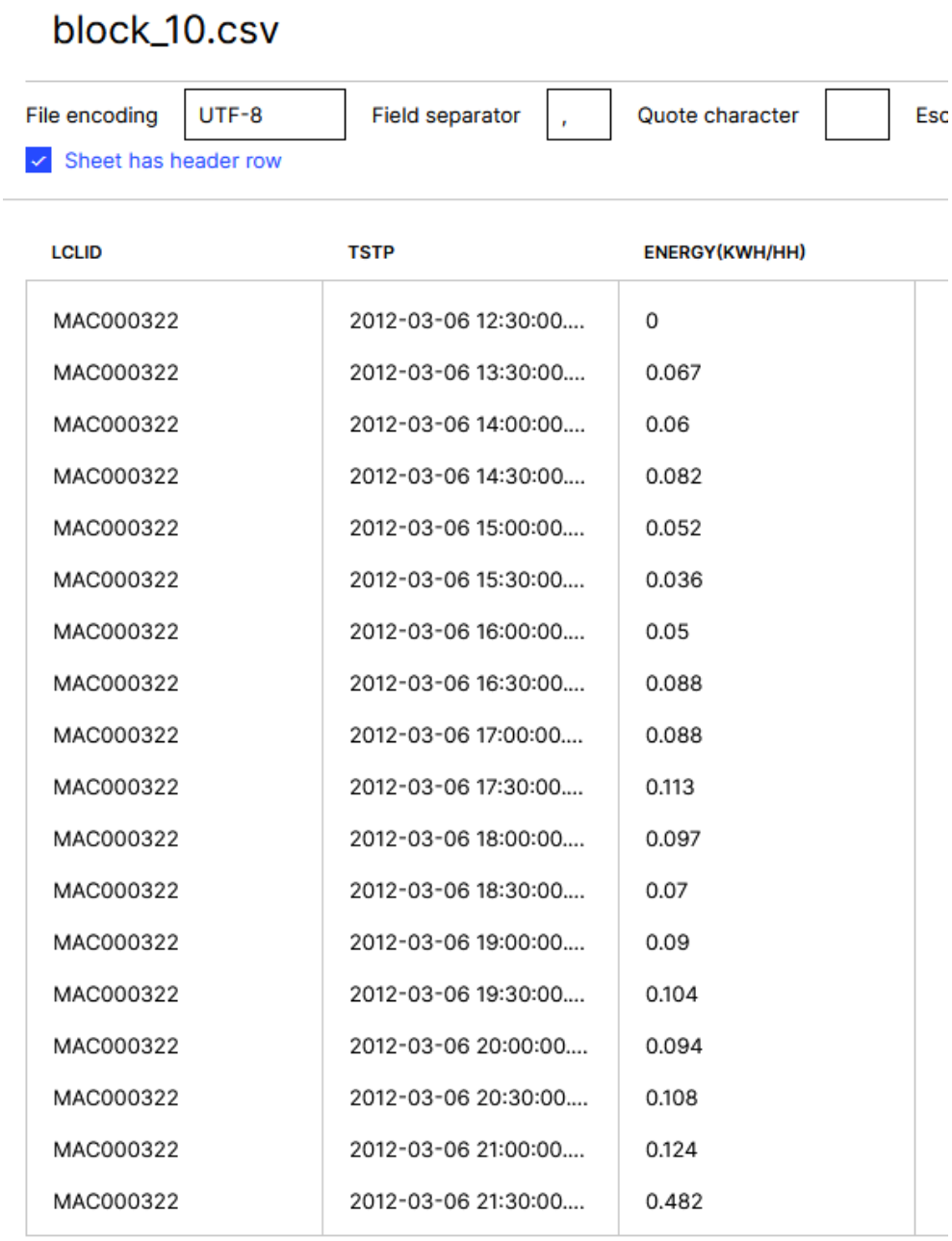


Figura 59 - Carregamento de ficheiros em Celonis

O Celonis reconhece automaticamente as colunas que se encontram nos ficheiros e como se tem cabeçalhos, estes são usados para denominar as colunas.



LCLID	TSTP	ENERGY(KWH/HH)
MAC000322	2012-03-06 12:30:00....	0
MAC000322	2012-03-06 13:30:00....	0.067
MAC000322	2012-03-06 14:00:00....	0.06
MAC000322	2012-03-06 14:30:00....	0.082
MAC000322	2012-03-06 15:00:00....	0.052
MAC000322	2012-03-06 15:30:00....	0.036
MAC000322	2012-03-06 16:00:00....	0.05
MAC000322	2012-03-06 16:30:00....	0.088
MAC000322	2012-03-06 17:00:00....	0.088
MAC000322	2012-03-06 17:30:00....	0.113
MAC000322	2012-03-06 18:00:00....	0.097
MAC000322	2012-03-06 18:30:00....	0.07
MAC000322	2012-03-06 19:00:00....	0.09
MAC000322	2012-03-06 19:30:00....	0.104
MAC000322	2012-03-06 20:00:00....	0.094
MAC000322	2012-03-06 20:30:00....	0.108
MAC000322	2012-03-06 21:00:00....	0.124
MAC000322	2012-03-06 21:30:00....	0.482

Figura 60 - Identificação das colunas

De seguida o Celonis sugere tipologias de dados para as colunas. Pode-se ajustar o tipo de dados que se pretende representar ou simplesmente aceitar a sugestão dada. Este passo é importante pois permite mais tarde fazer a ligação entre tabelas de forma correta. Se os campos de ligação não tiverem o mesmo tipo de dados, não vai ser possível obter dados.

Neste caso, apenas se tem de ajustar o tipo de dados da coluna "*ENERGY*". Apesar do campo se tratar de um *float* (número fracionário), existem algumas linhas nesta tabela que no sistema fonte ficaram definidas com o texto *Null* (sem valor). Assim, de forma a que o Celonis possa trabalhar com todas as linhas do ficheiro, tem que se definir a coluna do tipo "*STRING*", para que o texto "*Null*" fique armazenado. Se não se fizer esta alteração, o carregamento do ficheiro dá erro.

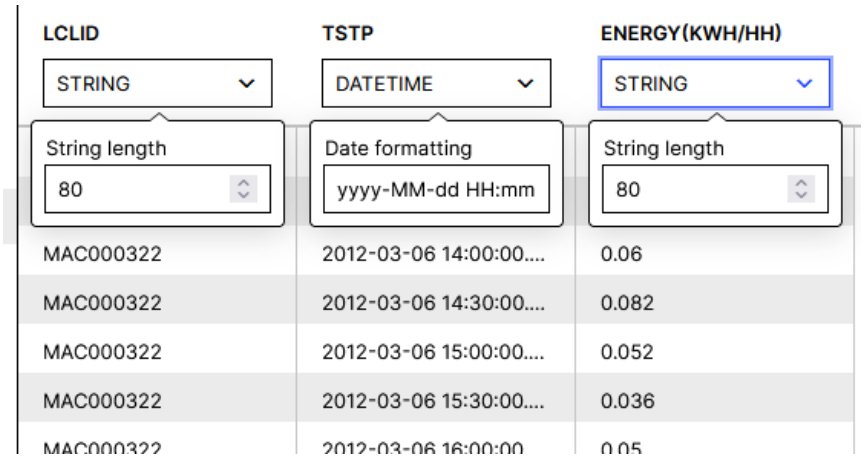


Figura 61 - Definição dos tipos de dados

Depois de todos os ficheiros carregados temos a listagem com os seus estados.

File Uploads

Files

Table	File	Uploaded	Status
block_9	block_9.csv	2021-11-16 22:47:34	✓
block_8	block_8.csv	2021-11-16 22:46:30	✓
block_7	block_7.csv	2021-11-16 22:45:32	✓
block_6	block_6.csv	2021-11-16 22:44:42	✓
block_5	block_5.csv	2021-11-16 22:43:43	✓
block_4	block_4.csv	2021-11-16 22:42:40	✓
block_3	block_3.csv	2021-11-16 22:41:18	✓
block_2	block_2.csv	2021-11-16 22:37:17	✓
block_1	block_1.csv	2021-11-16 22:36:29	✓
block_0	block_0.csv	2021-11-16 22:33:54	✓
uk_bank_holidays	uk_bank_holidays.csv	2021-11-16 03:00:08	✓
informations_households	informations_households.csv	2021-11-16 02:59:54	✓
acorn_details	acorn_details.csv	2021-11-16 02:59:40	✓
weather_hourly_darksky	weather_hourly_darksky.csv	2021-11-16 02:58:50	✓

Figura 62 - Ficheiros carregados com sucesso

5.3. Transformação dos dados

Após se ter os dados todos carregados para dentro da base de dados do Celonis, pode-se trabalhar a informação, fazendo uso das *Tasks*. Esta funcionalidade fica dentro da área chamada "*Data configuration*". Aqui criou-se um *Data Job* chamado "Transformação de dados", onde se pode ter as várias "*Tasks*".

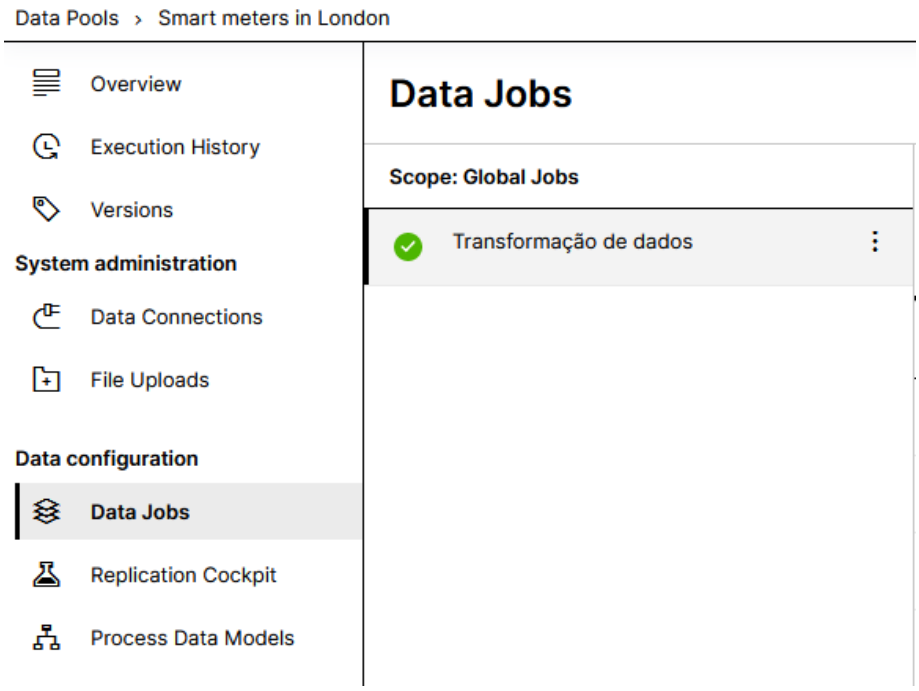


Figura 63 - Definição do *Data Jobs*

5.3.1. Unir ficheiros

Uma vez que os dados se encontram por blocos, há o interesse em unir a informação toda numa única tabela, que vai conter todos os dados das leituras. Assim, criou-se uma tabela chamada "leituras" que recebe a informação.

Transformation Statement

Undo Redo Execute Export

```
1   DROP TABLE IF EXISTS leituras;
2
3   CREATE TABLE "leituras" AS(
4   SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_0_csv" UNION ALL
5   SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_1_csv" UNION ALL
6   SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_2_csv" UNION ALL
7   SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_3_csv" UNION ALL
8   SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_4_csv" UNION ALL
9   SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_5_csv" UNION ALL
10  SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_6_csv" UNION ALL
11  SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_7_csv" UNION ALL
12  SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_8_csv" UNION ALL
13  SELECT "LCLID", "TSTP", CAST(REPLACE("ENERGY(KWH/HH)",'Null','0') AS DECIMAL) AS "ENERGY(KWH/HH)", "LCLID" ||'/'|| CAST("TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY" FROM "block_9_csv"
14  );
```

Figura 64 - Criação da tabela "leituras"

Se já existir a tabela “leituras” (resultado de execuções anteriores), a linha 1 remove-a da base de dados. De seguida é criada novamente, com as seguintes colunas:

- LCLID – identificador do contador;
- TSTP – *timestamp* (representação de uma marcação de tempo, com informação da data, hora e fuso horário [25]) da leitura;
- ENERGY(KWH/HH) – Nos casos em que esta coluna tem o texto “*Null*” armazenado, o comando REPLACE vai substituir esse texto por “0” (isto é feito porque apenas se quer dados numéricos nesta coluna), e num segundo passo, o comando CAST vai converter o campo do formato de texto (STRING como definido no carregamento dos ficheiros) para o formato de DECIMAL (valor com casas decimais);
- _CASE_KEY – coluna que resulta da concatenação do campo LCLID com os primeiros 10 caracteres do campo TSTP.

O objetivo do campo “_CASE_KEY” é o de se ter uma chave que identifique de forma inequívoca cada caso de processo que vai ser representado no Celonis. Neste exemplo simples vai-se analisar os consumos de cada casa em cada dia. Assim, este caso vai ser criado usando o código do contador inteligente juntamente com o dia da leitura.

Os dados de todos os ficheiros são unidos na tabela “leituras” através do comando UNION ALL que vai juntar todas as *querys* (comando SELECT).

5.3.2. Somar leituras para horário

Dado que as leituras estão registadas de meia em meia hora e os dados em outras tabelas (como a da meteorologia) se encontram guardados com o registo de hora em hora, é importante ajustar os dados para que fiquem de forma semelhante com a mesma periodicidade.

Output

LCLID	TSTP	ENERGY(KWH/HH)	_CASE_KEY
MAC000002	2013-02-12 14:00:00	0.113	MAC000002/2013-02-12
MAC000002	2013-02-12 14:30:00	0.135	MAC000002/2013-02-12

Figura 65 - Leituras a cada meia hora

Para isso, soma-se os valores das 2 meias horas que pertencem à hora base. Por exemplo, os valores das leituras das 14h00 e das 14h30 vão ser somados para que fique apenas um registo das 14h com esse valor.

Output

LCLID	TSTP	ENERGY(KWH/HH)	_CASE_KEY
MAC000002	2013-02-12 14:00:00	0.248	MAC000002/2013-02-12

Figura 66 - Leituras somadas para uma hora

Esta transformação vai criar uma nova tabela chamada “leituras_horarias”, mantendo o mesmo número e tipo de colunas.

Transformation Statement

Undo Redo Execute Export

```
1  DROP TABLE IF EXISTS leituras_horarias;
2
3  CREATE TABLE "leituras_horarias" AS(
4  SELECT DISTINCT "leituras"."LCLID", MIN("leituras"."TSTP") AS "TSTP", SUM("leituras"."ENERGY(KWH/HH)")  AS "ENERGY(KWH/HH)" , MIN("leituras"."_CASE_KEY") AS "_CASE_KEY"
5  FROM "leituras" GROUP BY "leituras"."LCLID", LEFT(CAST("leituras"."TSTP" AS VARCHAR(19)),14)
6    );
7
```

Figura 67 - Transformação com somas de medidas

5.3.3. Criar a tabela de atividades

A tabela de atividades é onde ficam guardadas todas as atividades que ocorrem para todos os casos do processo. Criou-se esta tabela com o nome "_cel_atividades" e com os campos:

- _CASE_KEY – chave que identifica o caso;
- _ACTIVITY – campo com o nome da atividade;
- _EVENTTIME – campo com o *timestamp* da atividade;
- _SORTING – campo que define a sequencia em que as atividades são representadas caso tenham exatamente o mesmo *timestamp*;
- _ENERGY – campo com o valor da leitura.

```
1  DROP TABLE IF EXISTS _cel_atividades;
2
3  CREATE TABLE _cel_atividades (
4      "_CASE_KEY" VARCHAR(50)
5      ,"_ACTIVITY" VARCHAR (300)
6      ,"_EVENTTIME" DATETIME
7      ,"_SORTING" INT
8      ,"_ENERGY" DECIMAL
9  );
```

Figura 68 - Criação da tabela de atividades

5.3.4. Preencher tabela de atividades

As atividades vão ser consideradas as leituras realizadas de hora a hora. Assim, para cada caso (contador + dia) é expectável existirem cerca de 24 atividades, 1 para cada hora de leitura. As "regras" definidas para se nomear as atividades são:

- Sem consumo – valor igual a 0;

- Consumo muito baixo – valores entre 0 e 1.15 kWh;
- Consumo baixo – valores entre 1.15 e 2.30 kWh;
- Consumo médio baixo – valores entre 2.30 e 3.45 kWh;
- Consumo médio – valores entre 3.45 e 4.60 kWh;
- Consumo médio alto – valores entre 4.60 e 5.75 kWh;
- Consumo alto – valores entre 5.75 e 6.90 kWh;
- Consumo muito alto – valores entre 6.90 e 10.35 kWh;
- Consumo elevado – valores acima de 10.35 kWh.

```sql
INSERT INTO _cel_atividades (
    "_CASE_KEY"
    ,"_ACTIVITY"
    ,"_EVENTTIME"
    ,"_SORTING"
    ,"_ENERGY"
)
SELECT DISTINCT
"leituras_horarias"."LCLID" ||'/'|| CAST("leituras_horarias"."TSTP" AS CHAR (10)) as "_CASE_KEY",
CASE WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" = 0 THEN 'Sem consumo'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 0 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 1.15 THEN 'Consumo muito baixo'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 1.15 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 2.30 THEN 'Consumo baixo'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 2.30 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 3.45 THEN 'Consumo médio baixo'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 3.45 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 4.60 THEN 'Consumo médio'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 4.60 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 5.75 THEN 'Consumo médio alto'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 5.75 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 6.90 THEN 'Consumo alto'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 6.90 AND "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" <= 10.35 THEN 'Consumo muito alto'
WHEN "leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" > 10.35 THEN 'Consumo elevado' END as "_ACTIVITY",
"leituras_horarias"."TSTP" AS "_EVENTTIME",
0 AS "_SORTING",
"leituras_horarias"."ENERGY(KWH/HH)" as "_ENERGY"
FROM "leituras_horarias"
```

Figura 69 - Preenchimento da tabela de atividades

5.3.5. Tabela de casos

Após todos estes passos, vai-se criar uma tabela de casos que vai conter todas as chaves (_CASE_KEY), com o mapeamento para o identificador do contador inteligente (LCLID), para que seja possível ligar com as tabelas que têm mais dados.

```sql
DROP TABLE IF EXISTS casos;

CREATE TABLE "casos" AS(
SELECT DISTINCT
    "_cel_atividades"."_CASE_KEY" AS '_CASE_KEY',
    "leituras_horarias"."LCLID"
    FROM "_cel_atividades"
    LEFT JOIN "leituras_horarias" ON "leituras_horarias"."LCLID" = LEFT("_cel_atividades"."_CASE_KEY",9)
  );
```

Figura 70 - Carregamento da tabela de casos

5.4. Construção do modelo de dados

Para que Celonis consiga mapear e cruzar a informação entre as várias tabelas da base de dados, é necessário construir o modelo de dados que as relaciona. Fazendo uso da ferramenta de "*Process Data Models*", pode-se selecionar as tabelas que se quer mapear e depois indicar de que forma se vão relacionar.

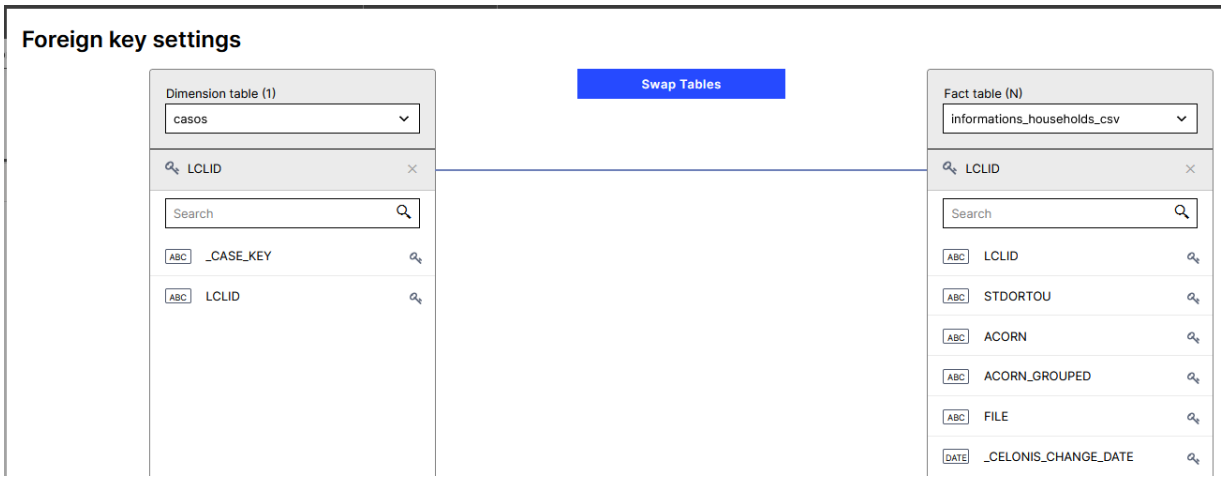


Figura 71 - Exemplo de uma ligação entre tabelas

Depois de se definir todas as ligações, o Celonis constrói automaticamente o modelo de dados e de seguida pode-se carregar esse modelo (registar na base de dados todas as ligações das tabelas).

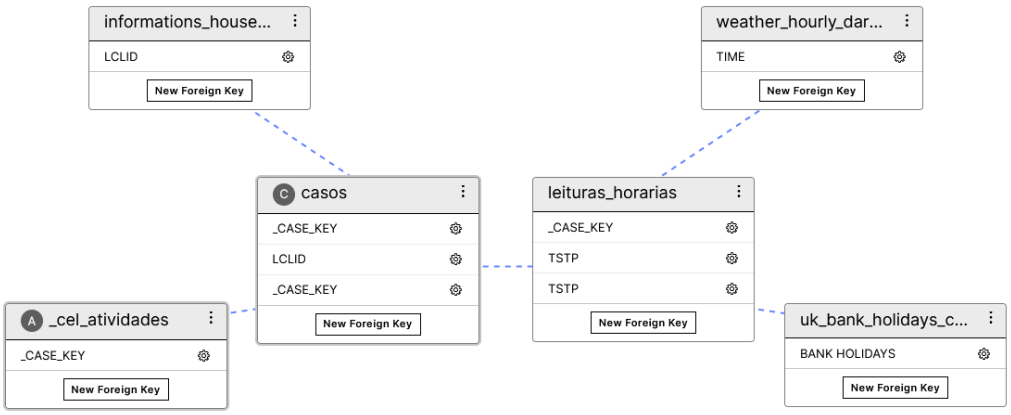


Figura 72 - Modelo de dados construído

5.5. Análise dos dados

Com todos os passos anteriores executados, pode-se iniciar a análise dos dados e do processo. O primeiro passo é analisar o "*Variant Explorer*" que mostra a sequência de atividades e o número de casos que ocorrem nessa sequência, com base em variantes de processo.

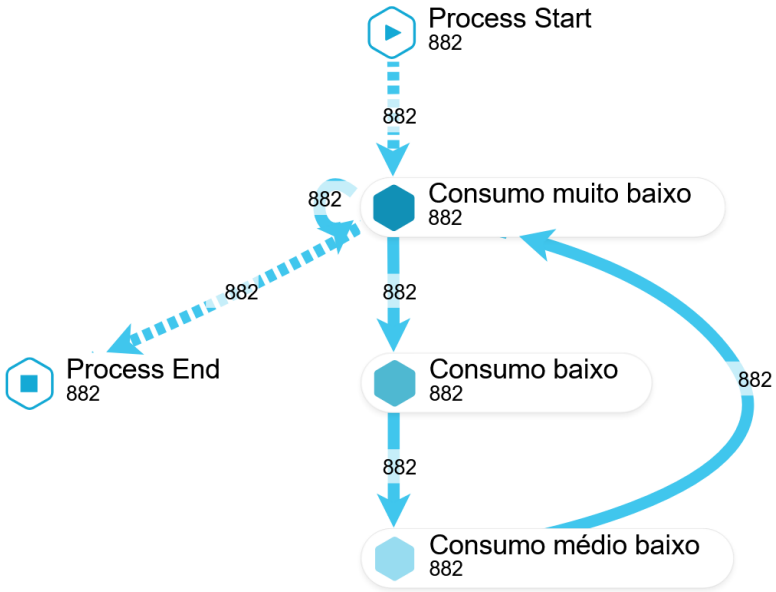


Figura 73 – Uma das variantes do processo

Uma vez que se tem os consumos de todos os contadores, um dos KPI que pode ser interessante de observar será a variação do consumo ao longo do dia. Para tal, foi adicionado um componente do tipo gráfico a uma nova folha da análise.

Para construir o gráfico, adicionou-se às dimensões a coluna *timestamp* da tabela das leituras (com um ajuste para mostrar apenas a hora) e a média dos consumos. Com estas duas informações, o Celonis faz automaticamente a segmentação da informação e dos cálculos para cada uma das horas do dia.

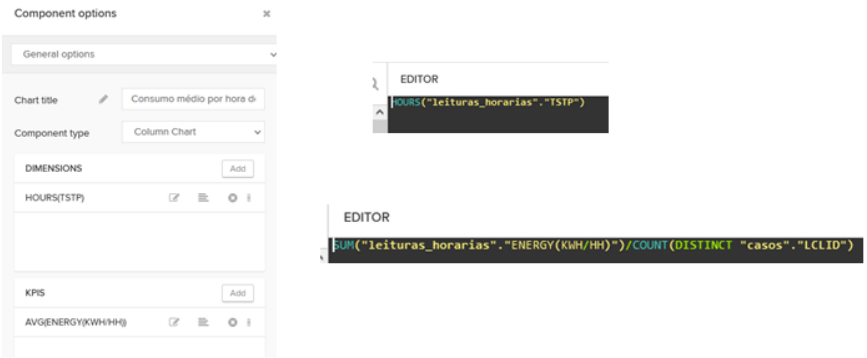


Figura 74 - Configuração do gráfico

Uma conclusão que se pode tirar logo analisando visualmente o gráfico é que as horas de maior consumo são: das 16h às 22h, refletindo o comportamento de se chegar a casa ao final do dia.

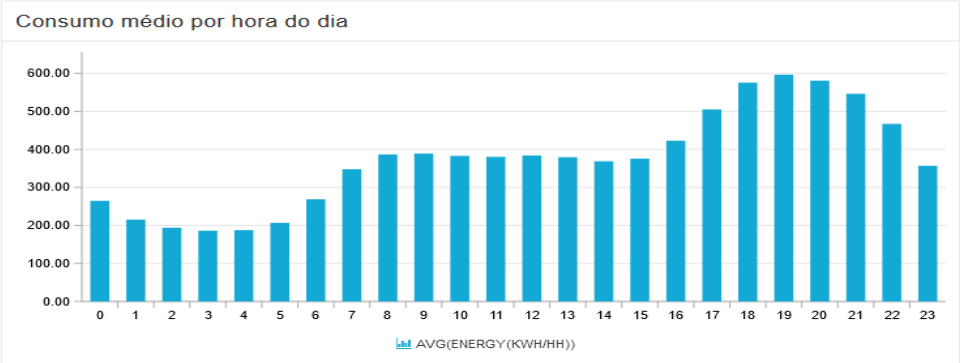


Figura 75 - Consumo médio por hora

Um segundo gráfico foi adicionado, com o objetivo de avaliar se as temperaturas médias num mês afetam os consumos mensais. Aqui, para além de se recorrer à tabela das leituras, usou-se também a sua ligação com a tabela de registos do estado do tempo. A ligação é feita com base no dia, por isso é possível relacionar diretamente os dados destas duas tabelas.

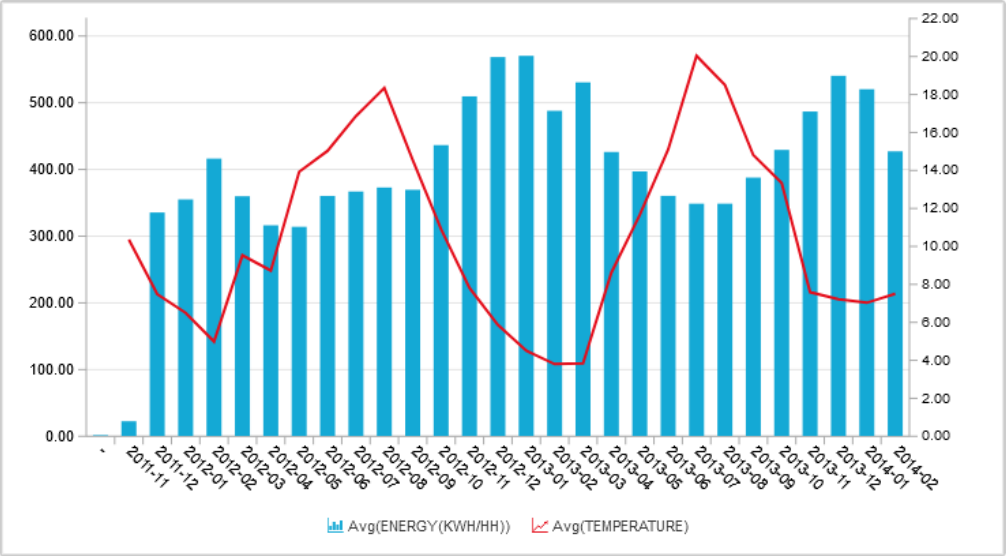


Figura 76 - Comparativo de consumo com a temperatura média

Um facto que é facilmente destacado desta análise, é que efetivamente o consumo aumenta com a descida da temperatura. Este tipo de análise, usado em conjunção com a previsão de meteorologia, torna possível também prever o comportamento da rede elétrica e da disponibilidade de energia que vai ser, teoricamente, necessária.

Ainda usando os dados meteorológicos, também foi analisado se as condições gerais de luz natural afetam o consumo. Usando o campo “SUMMARY” da tabela de “weather_hourly_darksky_csv”, fez-se o somatório dos consumos agregados por esse dado.

SUMMARY	AVG(ENERGY(KWH/HH))
Partly Cloudy	2,841.95
Mostly Cloudy	2,816.66
Clear	2,086.62
Overcast	538.09
Foggy	225.20
Breezy and Mostly Cloudy	166.70
Breezy and Partly Cloudy	114.52
Breezy	97.48
Breezy and Overcast	57.62

Figura 77 - Consumo de energia comparando as condições gerais

Novamente se pode observar que existe uma relação entre o tempo nublado (*cloudy*) com um maior consumo de energia. Existem casos em que apesar de estar limpo (*clear*), existem consumos elevados. Isto pode ser justificado por esta condição acontecer durante horários mais tardios. De facto, se se usar esta característica como filtro nesta análise, o gráfico do consumo médio por hora do dia mostra que essa condição aconteceu maioritariamente após as 20h.

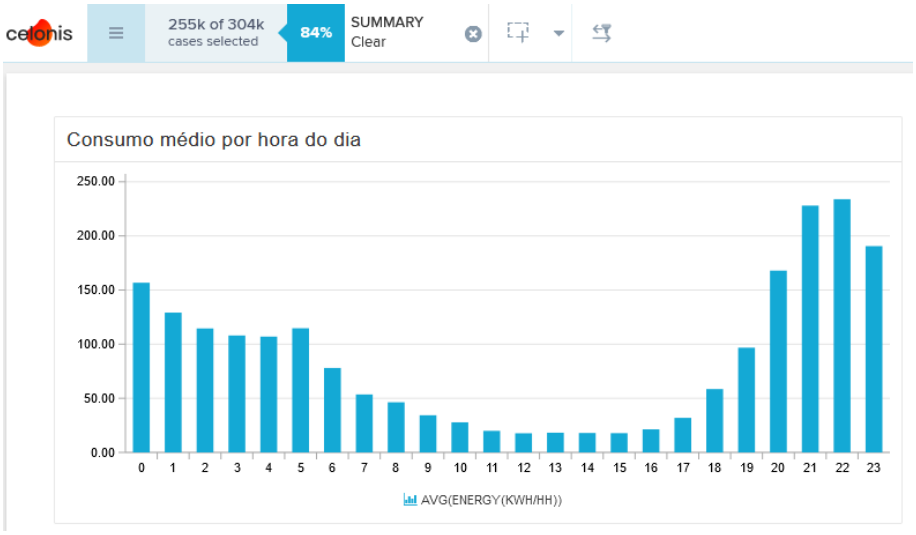


Figura 78 - Gráfico filtrado com a condição "*clear*"

Foram desenvolvidos dois KPI numéricos para acompanhamento de valores gerais, o primeiro dos quais, indica o número de contadores que se tem a reportar leituras, e o segundo mostra a média do consumo diário por contador. Isto dá um contexto e uma ideia geral da quantidade de dados com que se está a trabalhar.

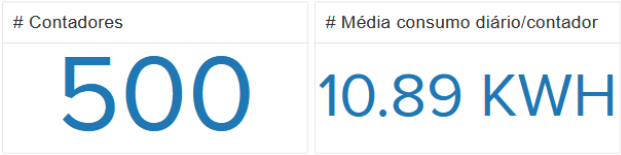


Figura 79 - KPI numéricos

Em relação a consumos foi ainda desenvolvido um gráfico que pretende perceber se existe diferença de consumos entre os dias uteis e os dias do fim de semana. Enquanto que num dia útil se tem um consumo em média de 10,77 kWh, num dia do fim de semana tem-se em média 11,20 kWh. É possível perceber que existe um aumento de cerca de 4% no consumo nos dias de fim de semana.

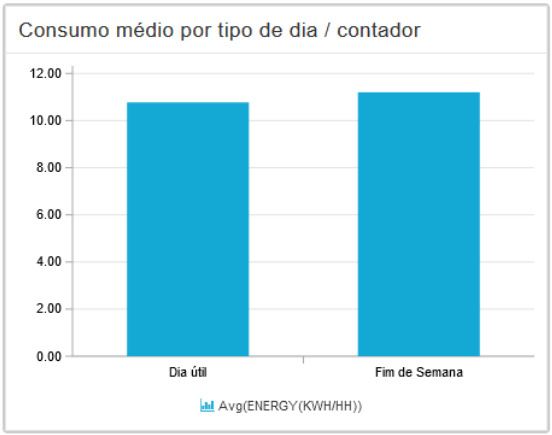


Figura 80 - Comparativo dias úteis com fim de semana

Na análise das variantes do processo percebeu-se que acontece de forma recorrente não existir consumos (assinalado pela atividade “Sem consumo”). Decidiu-se investigar um pouco melhor essas situações. Isto poderá acontecer resultado de um eventual disparo do quadro elétrico, por uma questão de consumo excessivo para a potência contratada?

De forma a analisar-se, foi desenvolvido um gráfico que faz a contagem dos casos em que o fluxo tem leituras e passa a ter valores 0.

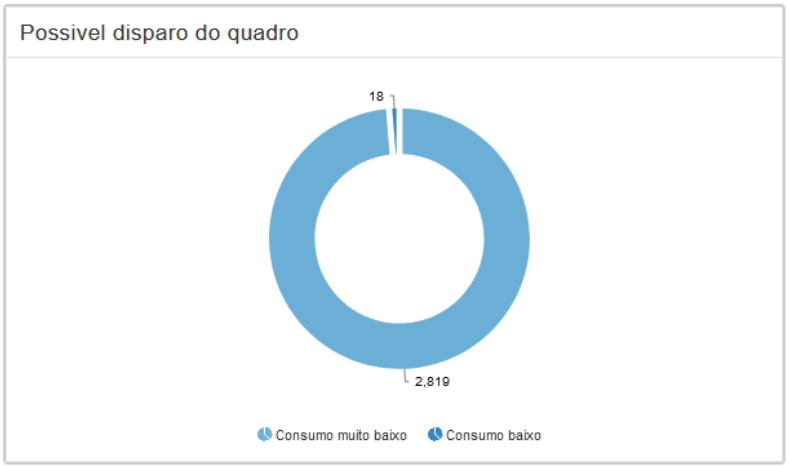


Figura 81 - Análise de possível disparo do quadro elétrico

Como se pode observar, estas situações estão a acontecer em consumos abaixo dos 2,30 kWh. Uma vez que não se tem informação da potência contratada, nada se pode concluir com certezas. No entanto, acrescentar esta informação é um ponto de melhoria ao modelo de dados atual. Entretanto pode-se selecionar estes casos e identificar no “*Case Explorer*” quais os contadores que apresentam estas condições. Esta secção do Celonis é gerada automaticamente com a informação disponível do modelo de dados.

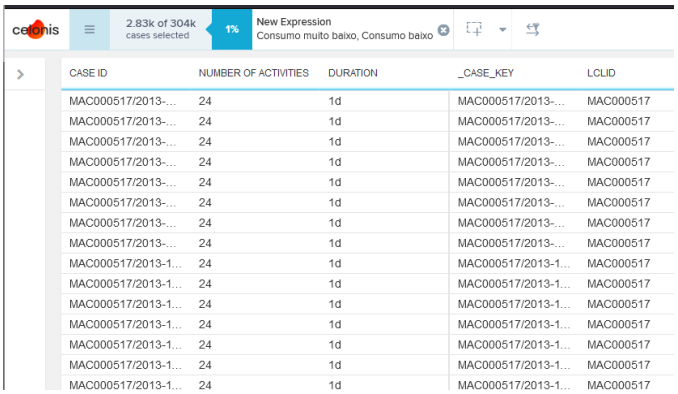


Figura 82 - *Case explorer* do Celonis

A partir daqui o modelo pode ser expandido, ser mostrada mais informação e serem construidos KPI de acordo com as necessidades. O Celonis é um *software* vivo e dinâmico, sempre com capacidade para permitir aumentar as capacidades de análise dos processos.

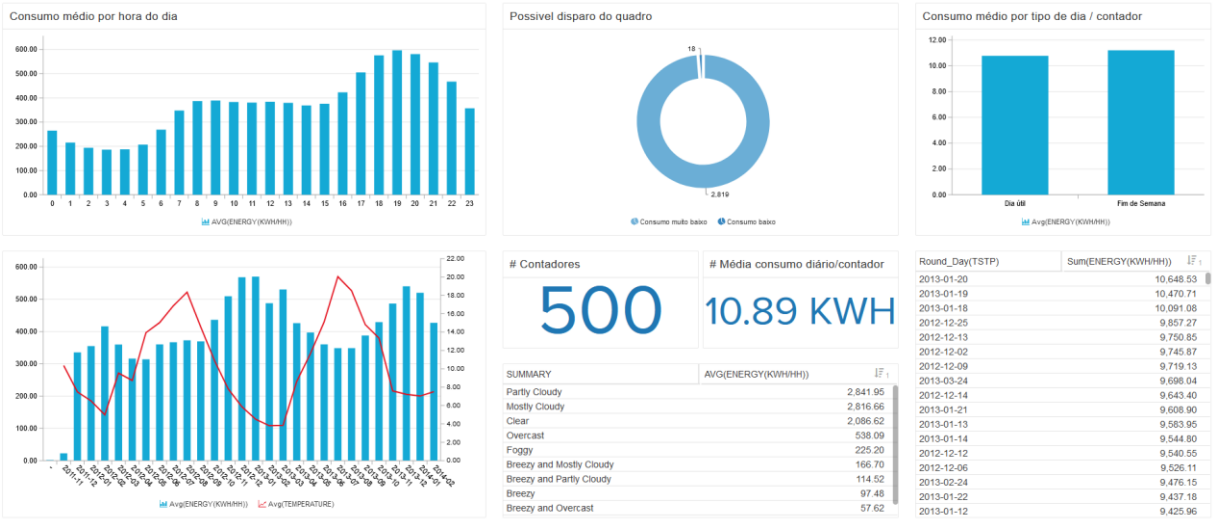


Figura 83 - Visão geral da análise construída

6. Conclusões

Este Estágio foi muito importante na etapa final do Mestrado pois permitiu aplicar conhecimentos gerais de gestão de projetos, de conceitos de manutenção, de funcionamento de processos e de utilização de bases de dados, além de ter sido um importante ponto de contacto com diversas áreas de tecnologia recentes.

Foram ainda 9 meses de aquisição gratificante de conhecimento adicional e a procura de ir sempre mais além no domínio de áreas técnicas que servem de base aos negócios empresariais.

O contacto com empresas com planos e fluxos de manutenção levou ao reconhecimento e consolidação da aprendizagem adquirida ao longo da Licenciatura e Mestrado em Eletrotécnica. Também a empresa de energia E partilhou imenso conhecimento acerca do funcionamento dos seus serviços, de certo útil em outras empresas e projetos semelhantes no futuro.

Com o avanço da digitalização no mundo das empresas, percebe-se a importância do uso de ferramentas que tornem a utilização mais ágil e disponível dos dados. Foi possível perceber que o sistema SAP desempenha um papel muito importante pois permite numa base de dados unificada fazer a gestão de múltiplas áreas de uma empresa, com grande flexibilidade e customização do sistema de ERP. Pela amostragem de clientes percebe-se a grande potencialidade destes sistemas de gerir grandes empresas.

Mas como se pode observar, por vezes os processos por detrás desses sistemas podem se tornar complexos e confusos, devido às suas variações e possibilidades de fluxos de processo. A ferramenta Celonis permitiu analisar de forma rápida e eficiente o mapeamento dos processos, além de vários indicadores operacionais e corporativos. Perante as implementações efetuadas conclui-se que se trata de uma ferramenta extremamente abrangente, desde o processo mais simples, ou processos mais complexos e menos padronizados. Não é dependente de um só tipo de base de dados, o que permite uma grande adaptação a várias formas de se obter informação útil para as análises.

Com os resultados foi possível entender melhor os processos analisados, além de se ter agora o conhecimento das causas raiz de problemas existentes que por vezes podem nem sequer ser

conhecidos. Com esta informação foi possível desenvolver medidas para reduzir ou até mesmo eliminar os constrangimentos.

Com um conhecimento mais profundo da dinâmica dos processos, tem-se um grande potencial para aumentar a competitividade no mercado. Num mundo cada vez mais acelerado, tomar decisões que permitam ajustes rápidos no processo ajudam as empresas a dar respostas aos seus clientes. Recentemente, a pandemia de COVID-19 é um claro exemplo de como é preciso ter capacidade de adaptação rápida às necessidades de mercado, sob pena de se ser ultrapassado pela tecnologia.

O resultado final é muito positivo e que olhando para trás permite perceber que foi desenvolvido um trabalho bastante extenso, em diversos clientes, áreas de negócio, métodos de trabalho ou ainda em diferentes tecnologias.

REFERÊNCIAS

[1] – *Welcome to #teamnoesis*, Noesis, Abril 2021

[2] - https://www.google.pt/maps/@38.75749,-9.1737368,3a,37.5y,245.32h,103.15t/data=!3m6!1e1!3m4!1sCQ5EigWzH4OVfB92OOQb1g!2e0!7i16384!8i8192?hl=pt-PT (Acedido em: Outubro 2021)

[3] - https://www.oracle.com/pt/big-data/what-is-big-data/ (Acedido em: Outubro 2021)

[4] - https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Frevistas.icesp.br%2Findex.php%2FREASU%2Farticle%2Fdownload%2F1023%2F842&psig=AOvVaw2Q1VmVgdGUNN2pfHyLsj_8&ust=1636936587690000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjhxqFwoTCJCa05DOlvQCFQAAAAAdAAAAABAJ (Acedido em: Outubro 2021)

[5] - https://www.outsystems.com/evaluation-guide/how-does-outsystems-support-mobile-development/ (Acedido em: Outubro 2021)

[6] - https://www.softwareone.com/es-es/blog/articles/2017/10/18/sharepoint-on-azure-best-choice-for-your-business (Acedido em: Outubro 2021)

[7] - https://www.techedgegroup.com/pt/blog/entenda-o-sistema-sap-e-por-que-implement%C3%A1-lo (Acedido em: Outubro 2021)

[8] - https://evoeducacao.com.br/artigos/sap-abap/ (Acedido em: Outubro 2021)

[9] - http://easy-abap.blogspot.com/p/sap-r3-architecture.html (Acedido em: Outubro 2021)

[10] - https://www.unileo.gov.pt/s3cp/schemas (Acedido em: Outubro 2021)

[11] - https://www.newsaperp.com/pt/blog-sappo-metwoonencreatepurchaseorderinsap (Acedido em: Outubro 2021)

[12] - https://www.tutorialspoint.com/sap_pm/sap_pm_overview.htm (Acedido em: Outubro 2021)

[13] - https://www.tutorialspoint.com/sap_pm/sap_pm_technical_objects.htm (Acedido em: Outubro 2021)

[14] - https://www.tutorialspoint.com/sap_pm/sap_pm_equipment_master_record.htm (Acedido em: Outubro 2021)

[15] - https://www.tutorialspoint.com/sap_pm/sap_pm_breakdown_maintenance.htm (Acedido em: Outubro 2021)

[16] - https://www.celonis.com/process-mining/what-is-process-mining/ (Acedido em: Novembro 2021)

[17] - https://www.gartner.com/en/about (Acedido em: Novembro 2021)

[18] - https://www.celonis.com/analyst-reports/gartner-market-guide-2020 (Acedido em: Novembro 2021)

[19] - https://www.celonis.com/process-mining/how-does-process-mining-work/ (Acedido em: Novembro 2021)

[20] - https://www.businessinsider.com/ai-startup-celonis-290-million-25-billion-valuation-2019-11 (Acedido em: Novembro 2021)

[21] - Celonis Intelligent Business Cloud - Help Space

[22] - https://easy-software.com/en/newsroom/glossary/maverick-buying/ (Acedido em: Novembro 2021)

[23] - https://www.kaggle.com/ (Acedido em: Novembro 2021)

[24] - https://www.kaggle.com/jeanmidev/smart-meters-in-london (Acedido em: Novembro 2021)

[25] - https://www.mysqltutorial.org/mysql-timestamp.aspx (Acedido em: Novembro 2021)