



A REVOLUÇÃO DIGITAL NA GESTÃO DE PROJETOS DE ESTRUTURAS METÁLICAS

Filipe Santos^a, Eduardo Gonçalves^b, Hugo Jesus^a, António Pereira^b, Sílvia Carvalho^b, Samuel Cruz^b

^a VESAM Engenharia S.A., Zona Industrial de Cantanhede, Lote 69, 3060-197 Cantanhede, Portugal

^b MIRA SYSTEMS Lda, Quinta Vale do Espinhal, EM558 1, 3230-343 Penela, Portugal

Resumo. Neste artigo são descritos os pressupostos para o funcionamento de sistemas de gestão de projetos de estruturas metálicas. Posteriormente é resumido o funcionamento das ferramentas atuais que permitem a operacionalização desses sistemas de gestão, nomeadamente os softwares MES – Manufacture Execution Systems. São descritas algumas das suas limitações. Por último, é apresentada e explicado o funcionamento de uma aplicação que resolve essas limitações e acrescenta um conjunto de funcionalidades inovadoras.

1. Introdução

Para desenvolver um eficaz sistema de gestão de projetos é necessária uma organização correta das equipas, onde se perceba as iterações entre cada uma delas, um planeamento assertivo, normalmente desenvolvido com base na experiência dos seus executantes, um fiável sistema de reporte para atualizar os dados à medida que são executadas as tarefas e por último replanear caso seja necessário, ver figura 1.

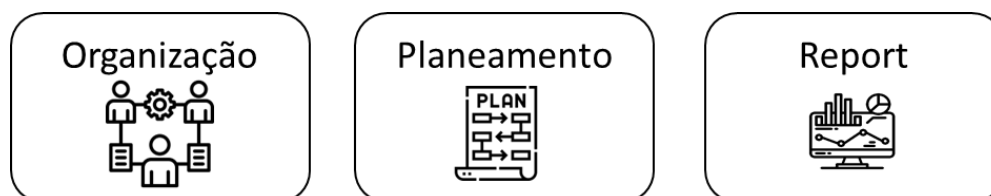


Fig. 1: Atividades principais de um sistema de gestão

É vital que a comunicação entre as diferentes equipas e partes interessadas, seja o mais rápida possível, para desta forma e na posse do máximo de informação, se tomar decisões da forma mais correta.

A atual gestão de um projeto de estruturas metálicas passa pela execução de um conjunto de tarefas encadeadas, realizado por diferentes equipas específicas, coordenadas por uma equipa de gestão. Começamos pelo projeto e detalhe, segue-se o aprovisionamento, o fabrico da estrutura, posteriormente a pintura e por último a montagem [1]. Assim, as iterações entre as diferentes equipas estão perfeitamente definidas.

Depois do planeamento realizado e acordado com todas as equipas de trabalho, inicia-se o projeto e a gestão começa a enviar ordens de execução para cada equipa e a receber informação do desenvolvimento dessas mesmas ordens, ver figura 2.

Refira-se ainda que uma obra é dividida em vários lotes, pois torna-se mais simples gerir lotes menores do que quantidades globais, como consequência o sistema de gestão tem de ter a capacidade de gerir toda esta informação de uma forma sistemática e organizada.

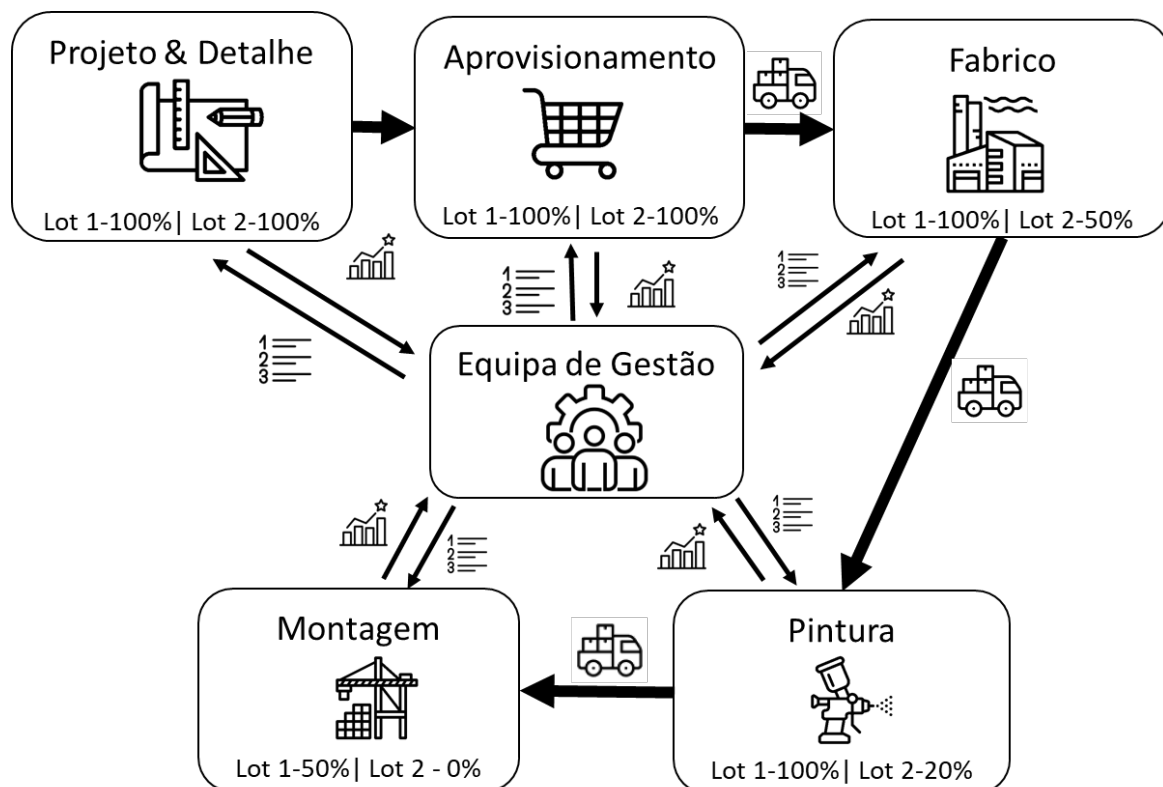


Fig. 2: Fluxograma de sistema de gestão de um projeto de estruturas metálicas

Como o processo de produção de estruturas é desenvolvido com recurso, à pré-fabricação, num local distante do cliente, este requer à equipa de gestão total visibilidade do desenvolvimento do projeto, o que compreende não só o acompanhamento do planeamento, como também o conhecimento do ponto de vista de qualidade.

Com a entrada em vigor da regulamentação aplicável ao fabrico de estruturas metálicas, nomeadamente a norma NP EN 1090:2013 [2], passou a ser requisito legal a existência de políticas de rastreabilidade de materiais, processos, dos executantes e ensaios. Este facto obrigou a existência de efetivas medidas de controlo de qualidade no fabrico e montagem para qualquer estrutura metálica produzida no espaço europeu.

Nos modos mais tradicionais de produção de estruturas de aço o reporte envolve geralmente uma presença muito significativa de pessoas e meios para proceder ao controlo das várias fases de produção da estrutura, assegurando o planeamento e a qualidade. As questões de logística e transporte e ainda as falhas de comunicação são igualmente desafios constantes para o progresso de um projeto, tornando o reporte bastante oneroso.

2. Digitalização

Nos últimos anos têm surgido grandes desenvolvimentos nas plataformas digitais, que gerem e processam grandes quantidades de informação em bases de dados e permitem a vários intervenientes colocar e retirar informação.

O desenvolvimento de tecnologias como IoT – Internet of things, tablets, scanners, permitiram que surjam softwares MES – Manufacture Execution Systems, que garantem que todo o processo de execução de fabrico está digitalizado e é possível ser gerido pelo software [3].

Os principais benefícios de uma solução MES:

- Informação sempre disponível a todos os intervenientes, quer sejam desenhos ou listas.
- Redução de documentação “em papel”, passando todos os intervenientes a receber e a comunicar digitalmente.
- Contabilização exata de tempos de execução e conseqüentemente de custos de produção.
- Redução dos prazos de execução, através de um planeamento mais rigoroso.
- Aumento da eficiência na utilização de equipamentos de produção.
- Melhoria do planeamento de execução, permitindo uma produção mais ágil para fazer face a pedidos urgentes.

No entanto, existem algumas dificuldades por resolver:

- 1) A maioria destas plataformas estão associadas a softwares que requerem instalação. Este facto dificulta a utilização por entidades que estejam fora da empresa, pois obrigam a instalação própria. Desta forma pode ser posta em causa a utilização por subempreiteiros e clientes.
- 2) Estas plataformas são desenvolvidas para gerir planeamentos e tempos de execução, o que obriga a existência de um processo paralelo para gerir questões de qualidade. Assim, é essencial uma única plataforma que à medida que vai sendo inserido o desenvolvimento da obra, permita a introdução dos diferentes requisitos de qualidade da norma NP EN 1090:2013 [2]. Refira-se também que a compilação da informação é um processo muito moroso, sendo muitas das vezes deixado para o final da execução do projeto, o que pode implicar dificuldades de aprovação, caso existam não conformidades.
- 3) Uma plataforma que permita acompanhar em tempo real referências por obra, grupos, tipologia e atividade através de indicadores do que está planeado e executado e caso existam eventuais desvios de execução, permita criar cenários de recuperação.

A solução passa pela implementação de uma plataforma colaborativa [4]. Ou seja, os vários intervenientes acedem a uma plataforma web, permitindo-lhes inserir informação do desenvolvimento da sua atividade e ainda adicionar informação específica de qualidade referente à sua execução (ex. O Soldador, escolhe o lote específico de fio da base de dados, que está a utilizar quando regista o final da execução de uma dada soldadura).

Todas as informações referentes a qualidade de uma atividade, podem ser adicionadas ao projeto através da plataforma colaborativa. Isto evita que exista uma segunda equipa a recolher toda essa informação e, conseqüentemente, uma redução de custos muito significativa. Para além disso a informação introduzida, depois de validada, passa a estar disponível para o cliente. Como o serviço está on-line a sua utilização é adaptável a dispositivos móveis através de browser com facilidade de adaptação para qualquer língua.

3. Descrição da aplicação desenvolvida

O departamento de R&D da Mira Systems em conjunto com a Vesam Engenharia desenvolveu uma aplicação MES com características de plataforma colaborativa em ambiente web que pretende resolver as dificuldades listadas anteriormente e acrescentar um conjunto variado de funcionalidades que permitam reduzir o custo de produção de estrutura metálica.

A figura 3, descreve o fluxograma simplificado da aplicação e a forma de introdução da informação nos vários módulos.



Fig. 3: Fluxograma da aplicação

O módulo de planeamento PLN permite o planeamento de atividades recorrendo a listas e desenhos importados anteriormente.

No módulo de produção MNF é disponibilizada toda a informação, no módulo PLN filtrada por atividade e por prioridade e permite a introdução da execução dos vários componentes. Essa introdução de informação pode ser feita através da leitura de código de barras, podendo igualmente ser feito o upload dos certificados dos materiais e fotos do desenvolvimento dos trabalhos associados aos conjuntos realizados.

O módulo de qualidade QLT permite a introdução de todas as inspeções internas e externas, assim como todas as informações de certificados de soldadores, pintores, processos, etc.

Por último, o módulo de visualização TRK permite a visualização e análise de todos os dados de planeamento e execuções, comparando esta informação relativa aos detalhes de qualidade associados a cada um dos conjuntos.

Nos capítulos seguintes é descrito o funcionamento de cada módulo. Qualquer utilização é iniciada com uma acreditação do utilizador, que pode ser realizada através de cartão ou introdução de credenciais. São totalmente configuráveis as permissões de acesso para cada utilizador a cada um dos módulos, permitindo ou não o acesso a informação de determinadas obras e módulos. Para além disso é possível garantir o acesso direto ao módulo mais utilizado através da escolha de um favorito. Ficam também registadas todas as operações de manipulação de dados para consulta da equipa de gestão.

O protocolo de comunicação é assegurado através de uma ligação encriptada, e todas as bases de dados estão seguras por políticas de qualidade e segurança.

3.1 Módulo de planeamento

Neste módulo, é possível importar listas que contêm todos os elementos (individualmente ou agrupados como conjuntos ou subconjuntos), acessórios e matérias-primas necessárias para a execução da estrutura, ver figura 4.

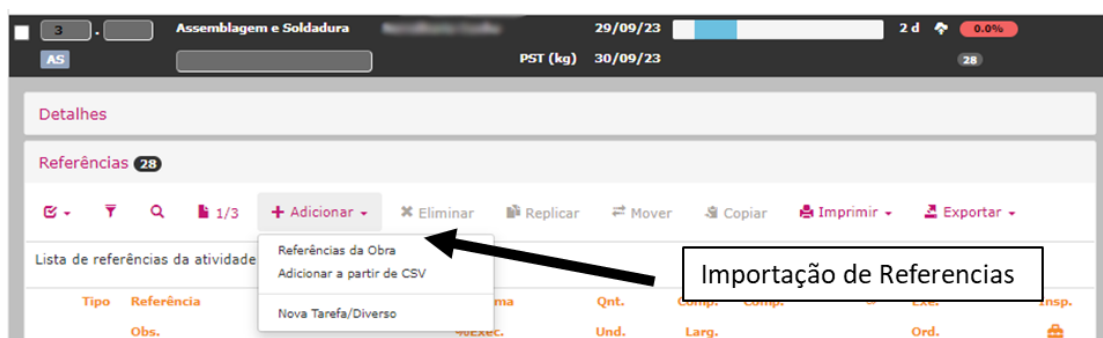


Fig. 4: Importação de referências

É igualmente realizada a importação de desenhos onde é colocado automaticamente um código de barras e que vai permitir a gestão desse desenho ao longo do processo fabril.

Realizada a importação dos dados relativos ao projeto, procede-se à definição dos processos necessários para a obtenção de cada elemento, nomeadamente, corte, furação, tratamento de superfícies, decapagem, pintura, entre outros. Esta etapa embora bastante complexa é bastante rápida, graças a um algoritmo desenvolvido dentro da aplicação. Posteriormente é associado a cada processo uma entidade (interna ou externa) e proposto um planeamento com base em modelos previamente introduzidos, ver figuras 5 e 6.

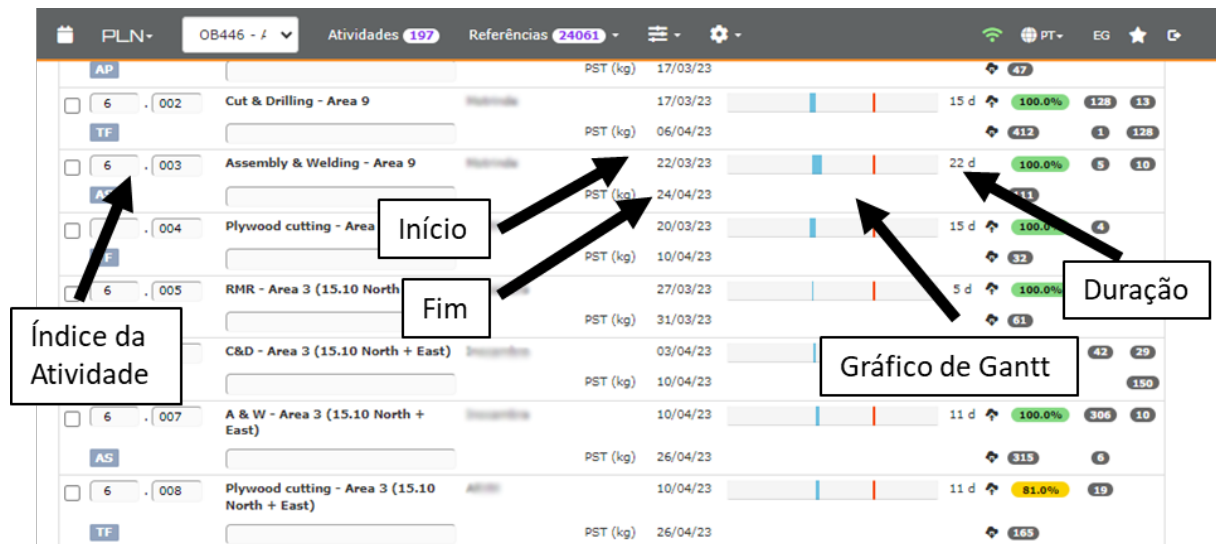


Fig. 5: Definição de planeamento

Refira-se que o módulo de planeamento possui várias ferramentas que permitem a ligação de atividades entre elas, fazendo com que a alteração de uma delas induza ajustes automáticos nas restantes.

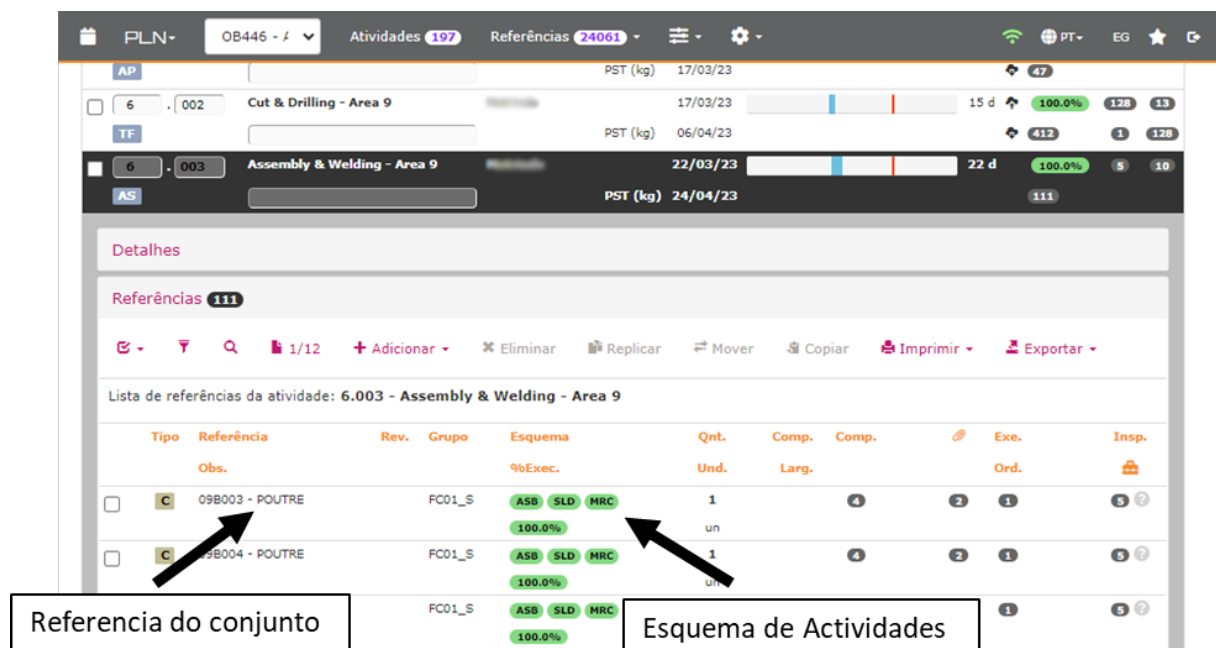


Fig. 6: Esquema de atividades associada a cada referência

Existe ainda um conjunto de funcionalidades que se descreve de seguida:

- 1) Revisões – O sistema permite registar, substituir e guardar todas as referências e revisões para consulta.
- 2) Materiais e Stocks – Existe uma biblioteca de materiais que permite controlar entradas, reservas e saídas de stocks, controlar e rastrear as sobras resultantes de consumos para reutilização como matéria-prima, associar os dados de rastreabilidade e certificados de qualidade dos materiais com associação ao código ERP para integração de lista de necessidades de compra.

3.2 Módulo de Produção

Conforme explicado anteriormente, após o processo de login, caso a função do utilizador do software seja a de operador, este é imediatamente encaminhado para o módulo de produção, e em função da sua atividade dentro da empresa em questão, surgem no seu ecrã a listagens das peças e das respetivas operações que deve executar.

Refira-se ainda que no caso de a sua atividade necessitar de uma certificação válida, como é o caso da certificação de soldadores, o sistema não permite que seja registada qualquer execução pelo operador em causa. Esta verificação é também realizada para o caso dos equipamentos que estejam associados ao posto de trabalho onde o operador executará os trabalhos.

Posteriormente o operador deve escolher o modo de registo pretendido para a sua execução, que pode ser de dois tipos distintos (ver figura 7): registar apenas a execução das peças (através dos menus do software ou utilizando o código de barras do desenho), ou dar início ao processo de execução das peças com contagem de tempo (ver figura 8). De referir que é possível, num mesmo posto de operação, efetuar o registo de informação de várias atividades distintas contabilizando diferentes tempos.

The screenshot displays the MNF PROCESSOS production module interface. Key elements include:

- Posto de Operação:** TF - Transformação [PST (kg)]
- Modo de Registo:** Executar (selected), Quant. Unitária, Quant. Pendente, Quant. Aberta, % Percent. Pendente, Tempo (checked)
- Operadores:** AP António Pereira (selected)
- Equipamentos:** EQP Equipamento (selected)
- Lista de referências pendentes:**

Obra	Ativ.	Tipo	Referência	Grupo	Esquema	Qnt.	Comp.	Prov.	Exe.	Insp.
D. Obra			Obs.	Material	%Exec.	Und.	Larg. Aplic. Lig.		Ord.	
OB_F297.2	2	P	h d118_A - IPE120 - S275JR	000271	CTF	1 un	166 mm		1	
Vesam	TF				0.0%	1.52 kg				
OB_F297.2	2	P	h d119_A - CHS48.3*3.0 - S275JR	00140	CTF	1 un			1	
Vesam	TF				0.0%	6.57 kg				
OB_F297.2	2	P	h d120_A - CHS48.3*3.0 - S275JR		CTF	1 un	2658 mm		1	

Fig. 7: Módulo de produção

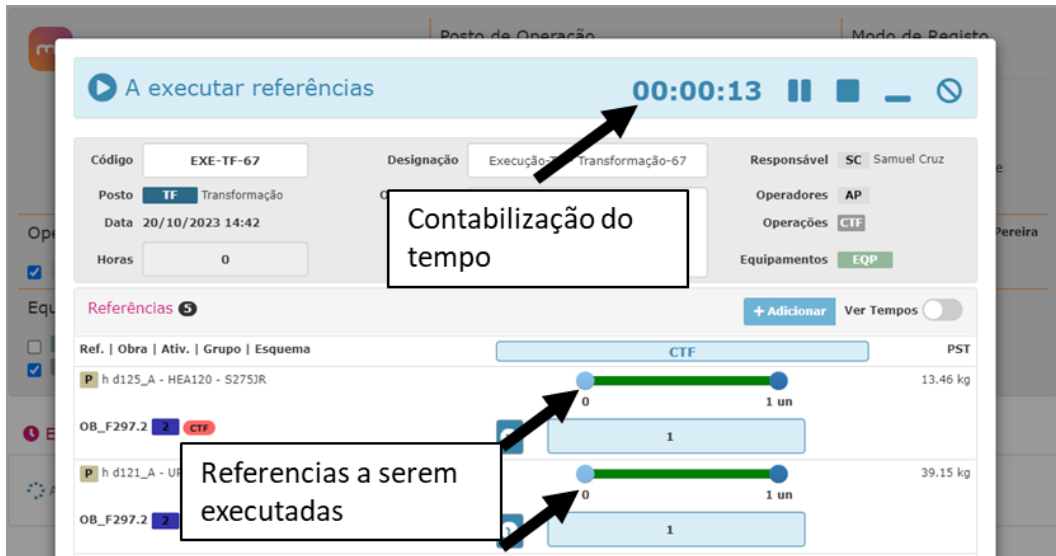


Fig. 8: Contabilização de tempo

Caso exista necessidade de registar o uso de um lote de consumíveis (ex: tintas, fio de soldadura), o operador deve escolher aquele que utilizou ou vai utilizar na execução da peça, estando este listado na base de dados de consumíveis. Pode ainda associar à execução uma imagem do desenho de autocontrolo. Caso a atividade implique a utilização de uma matéria-prima, o operador pode imediatamente registar que esse material já foi recebido, fotografar o certificado e introduzir o nº de lote desse material, assim como as suas propriedades, ficando a partir desse momento garantido o início de um processo de rastreabilidade total.

3.3 Módulo de Qualidade

O módulo de qualidade QLT permite implementar os requisitos de um PIE – Plano de Inspeção e Ensaio, para qualquer classe de execução da obra segundo a NP EN 1090:2013 [2]. Permite rastrear e validar a qualificação dos funcionários e equipamentos no processo de fabrico. Permite a introdução de todas as inspeções internas e externas, configurando critérios e defeitos a serem utilizados nas inspeções de qualidade, além de poder associar qualquer tipo de anexo, como certificados, fotografias e desenhos, ver figura 9 e 10. De referir que a aplicação gere todo o histórico de qualidade associado a cada peça.

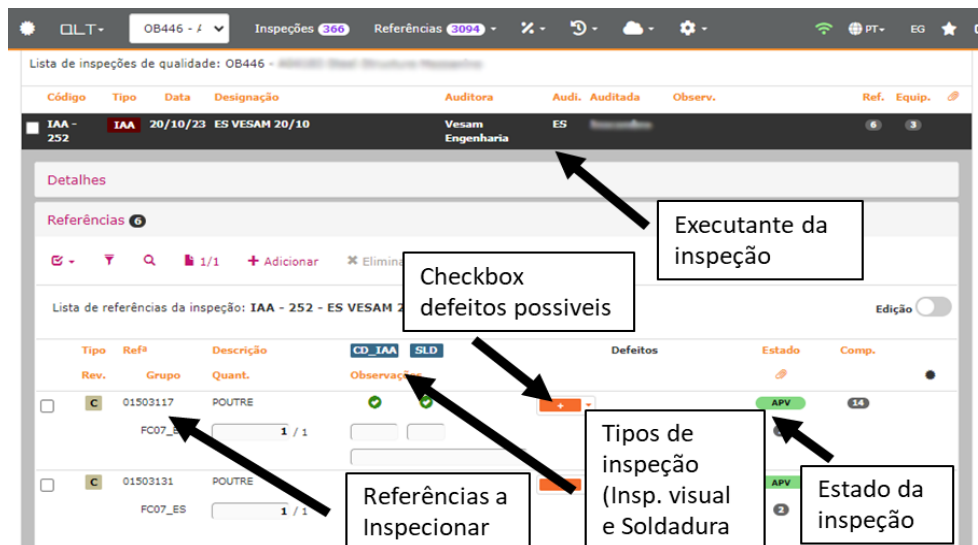


Fig. 9: Introdução da informação de uma inspeção

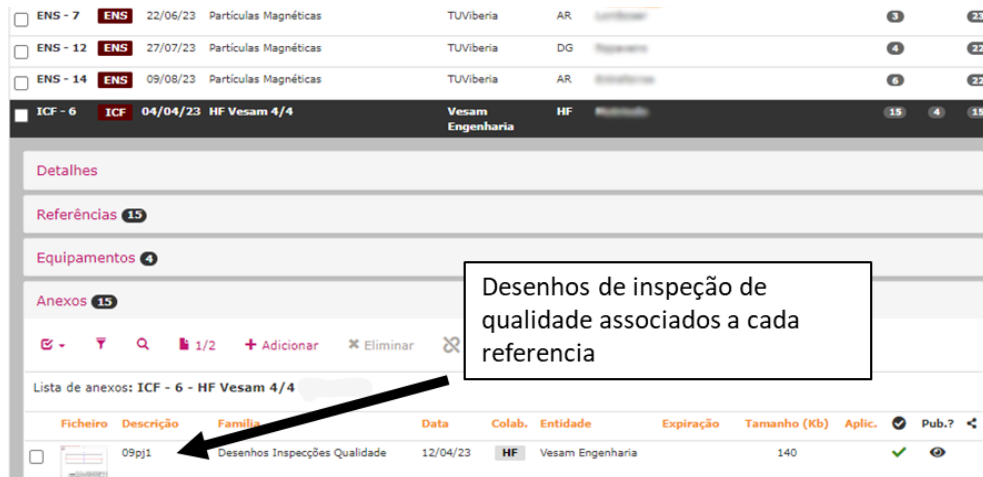


Fig. 10: Associação de um desenho a uma referência

Refira-se que as inspeções externas são associadas aos conjuntos e introduzidas pela entidade externa, exatamente como um subempreiteiro. Em qualquer fase é possível a emissão do dossier de obra, uma vez que a informação do qual este é composto está sempre disponível (Ex. Certificados de Material, Soldadores, Processos, calibração de equipamento, etc.)

3.4 Módulo de visualização

Este módulo permite acompanhar em tempo real referências por obra, grupos, tipologia e atividade através de indicadores planeado e executado. É possível realizar uma análise macro do estado de execução de cada uma das obras (perspetiva do cliente) nas suas operações principais, visualizar certificados, fotos, relatórios de qualidade. É ainda possível fazer uma análise mais micro do estado de execução das obras (perspetiva do gestor), horas, quantidade, peso e área de superfície executada total e por hora das obras em execução, filtradas por entidade Operações, Operadores, Postos de trabalho, máquinas e equipamentos. Por uma questão de facilidade de análise é possível verificar visualmente o próprio modelo da obra e saber todas as questões associadas à produção e qualidade de um dado conjunto. Esta verificação visual também permite esclarecer dúvidas a qualquer interveniente no processo de produção (ex. fabrico e montagem), sempre em ambiente web.

3.4.1 Perspetiva do gestor

A visualização na perspetiva do gestor permite tudo o que a perspetiva do cliente permite e ainda realizar uma análise mais detalhada, nomeadamente com a utilização da ferramenta de criação de cenários para determinar o fim de determinadas atividades, aumentado da rentabilidade e quantidade de horas trabalhadas, ver figura 11.



Fig. 11: Criação de Cenários

3.4.2 Perspetiva do cliente

A visualização na perspetiva do cliente permite uma análise global da obra e de eventuais desvios, controlando a qualidade e analisando documentos em tempo real do desenvolvimento da obra, ver figura 12 e 13.



Fig. 12: Percentagem de execução das principais atividades

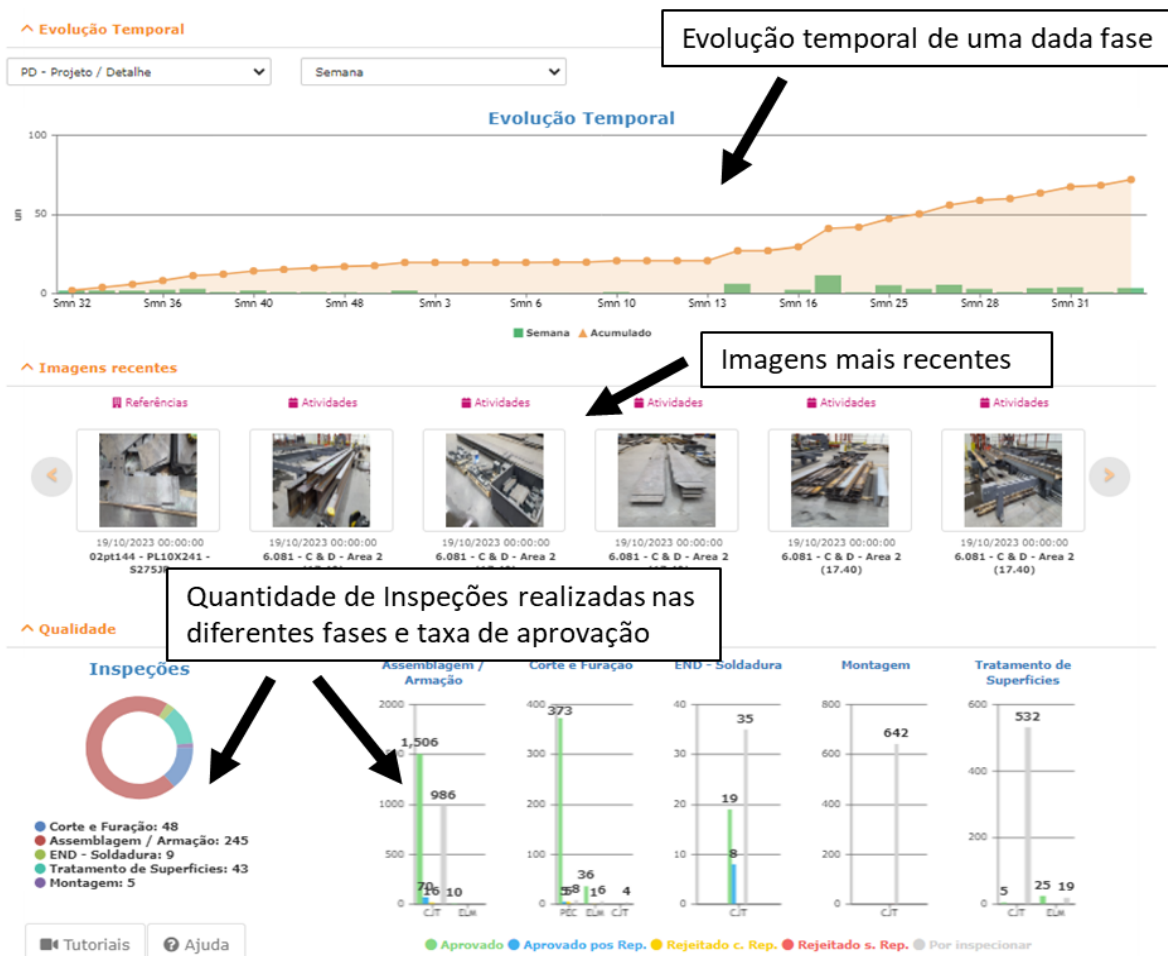


Fig. 13: Evolução temporal de uma dada atividade, imagens recentes e inspeções

4. Conclusão

Este artigo apresenta o funcionamento de uma aplicação que resolve as principais limitações das ferramentas MES e descreve ainda um conjunto de funcionalidades inovadoras. É objetivo da equipa do departamento de R&D da MIRA SYSTEMS em conjunto com a Vesam

Engenharia continuar a desenvolver a aplicação, acrescentando futuramente um módulo financeiro para com isto garantir a incorporação da perspectiva financeira na gestão de projetos.

Referências

- [1] Santos, F. and Silva, L., 2011. *Manual de Execução de Estruturas Metálicas*, CMM, Portugal.
- [2] NP EN 1090-1:2009+A1:2013 - Execução de estruturas de aço e de estruturas de alumínio Parte 1: Requisitos para a avaliação de conformidade de componentes estruturais, Instituto Português da Qualidade, 2013.
- [3] Santos, F., et al., *A estrutura metálica em 2017 e em 2027*, XI Congresso Construção Metálica e Mista (CMM), Coimbra, Portugal, 2017.
- [4] Santos, F., Silva, L. *Management of the Production of Metal Structures: Computer Application – “MERP”*, Design, Fabrication and Economy of Metal Structures, pp. 645-650, Springer, 2013.