



Agilidade e Foco no cliente através do aumento de colaboração entre a equipe de projeto de engenharia

MACÊDO¹, Thiago César Pimenta de; CUNHA², Pedro Henrique Bráz
thiago.mac86@gmail.com¹; pedro.cunha@poli.ufrj.br².

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
 Colaboração,
 Integração,
 Comunicação.

Resumo:

No contexto de investimentos para instalação de novas plantas para indústrias de processo como óleo & gás, petroquímica, mineração, entre outras, demanda aportes consideráveis de recursos financeiros desde sua concepção, passando pela execução até sua partida. Tal característica é inerente a projetos deste tipo (projetos de capital), sendo a etapa de engenharia fator crucial para sucesso total, parcial ou até fracasso do empreendimento. Como documento primário e de referência para todo projeto das plantas de processo, os fluxogramas de engenharia, são notadamente elaborados pela equipe de engenharia de processos com baixo grau de colaboração apesar de em sua essência ser um documento com interface entre as demais disciplinas envolvidas e, portanto, de caráter multidisciplinar. Na prática é possível constatar que a elaboração de tal documento se desenvolve de forma lenta, com inúmeras revisões, em certos casos tardias, com possível impacto nos custos/viabilidade do empreendimento, em vários casos devido a falhas na comunicação entre as equipes. Sendo assim, é proposto neste artigo metodologia de review colaborativo dos fluxogramas entre todos as disciplinas com benefícios direto na integração e eficácia da comunicação gerando maior rapidez e agilidade na elaboração bem como na assertividade e foco nas necessidades do cliente.

1. Introdução

Em instalações industriais, a execução de um Projeto consiste em três atividades principais: Engenharia, Aquisição e Construção (comumente conhecido do inglês como *Engineering, Procurement, Construction* – EPC), que são seguidas de Comissionamento e Partida.

A engenharia projeta as instalações, produz a lista, especificações e folhas de dados de todos os equipamentos e materiais, e

publica todos os desenhos necessários para erguer a planta. O setor de compras/suprimentos adquire todos os equipamentos e materiais com base documentação elaborada pela Engenharia.

A fase de Construção & Montagem ergue todos os equipamentos e materiais adquiridos na etapa de aquisições de acordo com os desenhos e especificações produzidas pela Engenharia.

Dessa forma, o projeto de engenharia é a primeira e mais crítica parte da execução de um projeto. A engenharia é a etapa de traduzir um conjunto de requisitos funcionais em um conjunto completo de desenhos e especificações que descrevem todos os detalhes de uma instalação industrial. Envolve várias disciplinas: Processo, Segurança, Mecânica, Tubulação, Civil, Elétrica, Instrumentação, Automação, etc. e um grande número de estudos e atividades, desde as conceituais de alto nível até a produção de numerosos e detalhados desenhos de instalação. [1]

O desenvolvimento de um projeto de engenharia industrial, seja qual for o seu porte, possui caráter multidisciplinar e que requer a utilização intensa de recursos humanos. A diversidade de especialidades e de tipos de conhecimentos envolvidos interdependentes e elevada quantidade de informação trocada, exige uma integração e colaboração muito próxima das equipes envolvidas. Sem uma comunicação eficiente e eficaz entre todos os participantes, não é possível obter uma engenharia de qualidade. [2]

Diante das inúmeras interfaces é possível notar que a comunicação e colaboração no desenvolvimento do projeto é essencial para seu sucesso. Nos casos em que as equipes de engenharia trabalhem em silos, isoladas, uma disciplina só inicia seus trabalhos apenas quando recebe documentação/informação oficial da coordenação ou da disciplina predecessora.

Essa atitude não encoraja um trabalho colaborativo entre os integrantes da equipe, principalmente no desenvolvimento de documentos chaves do projeto, como por exemplo os Fluxogramas de Engenharia (conhecido do inglês como *Piping and Instrumentation Diagrams* - P&IDs).

2. Fluxograma de Engenharia

Fluxograma de Engenharia é um diagrama detalhado comumente usado na indústria de processos como óleo & gás,

petroquímica, química, farmacêutica e mineração.

As plantas de processo exigem vários tipos de equipamentos para produzir os produtos necessários a partir da matéria-prima. Isso pode envolver a movimentação de gases, líquidos e, às vezes, sólidos... Os equipamentos de processo podem incluir colunas/torres, reatores, bombas, vasos/tambores, compressores, fornos, trocadores de calor, turbinas a gás ou a vapor, etc... Um projeto bilionário pode compreender até 1.000 equipamentos. [3]

Sendo assim, os fluxogramas de engenharia fornecem o desenho esquemático que mostra a interligação entre as tubulações e os equipamentos de processo juntos com a instrumentação, elementos e lógica de controle bem como sinais de automação, dispositivos de segurança, etc, conforme Figura 2 apresentada no Anexo A.

Uma planta industrial costuma ser representada não por um, mas por vários fluxogramas de engenharia normalmente divididos por área ou por sistema, ex: a coluna de destilação de petróleo para separar os mais variados derivados (gasolina, diesel, etc) pode ser representado, dependendo de sua complexidade, em um fluxograma. Por outro lado a distribuição dos produtos seriam representados em outros fluxogramas onde suas interligações são destacadas e rastreáveis.

Fluxograma de engenharia é, portanto, documento primário e referência para toda a engenharia detalhada, assim como também recebe informação das demais disciplinas, sendo assim, um dos principais documentos de projeto para indústria de processos. Tal documento tem como responsabilidade de elaboração a disciplina de processo, porém em sua essência é um documento interdisciplinar.

Dessa forma, o desenvolvimento dos fluxogramas de engenharia é lento e, em geral, sujeitos a inúmeras revisões conforme cada diferente especialidade reporta atualizações de informações a disciplina de processo.

Qualquer alteração tardia em um fluxograma de engenharia exige que outros refaçam seu trabalho e os impede de finalizar seu trabalho em tempo hábil.

Quanto maior o número de modificações no fluxograma de engenharia principalmente em um estágio avançado do projeto maior será o retrabalho para todas as demais disciplinas do projeto, ocasionando atrasos e aumento considerável de custos especialmente se houver necessidade de modificações nas especificações de equipamentos/instrumentos já em fase de fabricação e/ou alteração nas interligações de tubulação entre equipamentos já em etapa de compra, construção e montagem.

Dessa forma, é de suma importância a colaboração, comunicação e integração entre as diversas equipes de engenharia (disciplinas) na elaboração e revisão dos fluxogramas de engenharia de forma a manter as informações de projeto coerentes, consistentes e atualizadas nestes documentos e evitar modificações desnecessárias ou tardias.

3. Fundamentação Teórica

Nesta seção, será abordada as principais práticas e competências em gestão de projetos envolvidas no desenvolvimento de projetos de engenharia industrial, mais especificamente voltadas para o desenvolvimento do documento base para projetos na indústria de processos, os fluxogramas de engenharia.

A seguir serão abordados tópicos em comunicação, colaboração, trabalho em equipe, integração (gestão da documentação, conhecimento), para ganhos de produtividade, assertividade, foco no cliente e agilidade.

3.1 Comunicação

Comunicação faz parte do dia a dia da gestão de projetos, existe inúmeros estudos que comprovam o aumento de produtividade da equipe com a implementação de uma comunicação eficaz. O *Project Management Institute* – PMI resume a importância da comunicação eficaz:

A comunicação desenvolve os relacionamentos necessários para resultados bem-sucedidos de projetos e programas.

As atividades e artefatos de comunicação para apoiar a comunicação variam amplamente, desde e-mails e conversas informais até reuniões formais e relatórios de projeto periódicos.

O ato de enviar e receber informações ocorre de forma consciente ou inconsciente com palavras, expressões faciais, gestos e outras ações. No contexto de gerenciar com sucesso os relacionamentos de projeto com as partes interessadas, a comunicação inclui desenvolver estratégias e planos para artefatos e atividades de comunicação adequados com a comunidade de partes interessadas e a aplicação de habilidades para aumentar a eficácia das comunicações planejadas e outras comunicações ad hoc.[4]

Ainda no âmbito da importância da comunicação, o PMI, publicou em 2013 um estudo, *Pulse of the Profession™ In-Depth Report: The Essential Role of Communications* [5], onde conclui que o fator de sucesso mais crucial no gerenciamento de projetos é a comunicação eficaz a todos os interessados. Tal relatório revela que para cada US\$ 1 Bilhão gasto em projetos, US\$ 135 milhões estão em risco, porém, comunicação eficaz representa 56% desse risco, ou seja, US\$ 75 milhões para cada bilhão estão em risco de desperdícios, retrabalhos, perda de mercado, etc devido à falta de comunicação eficaz dentro da organização e em projetos.

Trazendo para realidade de projetos de engenharia para indústria de processos, são projetos de uso intenso de capital (*Capital Expenditure - CAPEX*) pois os investimentos são direcionados para ampliação de capacidade produtiva de instalações existentes ou criação de novas instalações [6].

Conforme explicado no item 2, o desenvolvimento dos fluxogramas de engenharia são lentos e, em geral, sujeitos a inúmeras revisões e qualquer modificação tardia pode impactar o empreendimento que que normalmente é medido em milhões ou até bilhões de dólares.

Dessa forma, é de suma importância que a comunicação no desenvolvimento deste documento, a base para todo o projeto para indústria de processos, possua uma comunicação clara, coerente, controlada, centralizada, registrável e rápida para que todas as disciplinas de projeto possam contribuir na elaboração do fluxograma.

Nesse caso faz necessário o uso da comunicação interativa, onde as disciplinas de projeto possam trocar informações em tempo real (canal rico de comunicação) evitando ruídos, alinhando percepções diferentes do projeto e mitigando atrasos no desenvolvimento do documento crucial do projeto.

No item 4 é proposta e detalhada uma metodologia de reuniões de *design review* entre os integrantes da equipe de projeto em formato de reunião presencial ou virtual onde as discussões, decisões e contribuições de cada integrante da equipe sejam formalizadas e registradas em um documento único promovendo uma comunicação ágil, centralizada e eficaz com resultado/entrega rastreável.

Tais reuniões tem caráter majoritariamente técnico, porém, é função do Gerente de Projetos (GP) e equipe de coordenação introduzir o objetivo da reunião, qual é a necessidade do cliente com tal empreendimento (objetivos do negócio) além de facilitar a obtenção dos recursos necessários para a reunião e promover uma atmosfera de confiança e de comunicação aberta entre os participantes convidando todos a darem sua contribuição, opinião e sugestão. Indicador chave de competência para o GP e essencial para o sucesso do projeto conforme apresentado no Referencial de Competências [7] do *International Project Management Association* – IPMA.

3.2 Colaboração

Os projetos de engenharia em geral são multidisciplinares por natureza, seja em projetos de infraestrutura, residenciais, edifícios, passando por todo tipo de indústria. Sendo assim, existe uma quantidade

significativa de pessoas e recursos envolvidos especializados nas mais variadas disciplinas de engenharia.

Um dos desafios na engenharia é a integração e colaboração entre os integrantes/disciplinas do projeto.

Não é raro observar em empresas de engenharia que trabalham com projetos multidisciplinares se organizarem em estruturas matriciais onde gestores funcionais (GFs) ficam responsáveis por gerir os recursos das disciplinas de engenharia e o GP solicita e negocia os recursos com os GFs para seus projetos.

Nesse ambiente, é comum encontrar isolamento entre as disciplinas, praticamente trabalhando em silos onde a interação entre equipes e pessoas é realizada apenas via documentação de projeto. Ficando a cargo do gestor e equipe de coordenação realizar a integração do projeto. Dessa forma, é comum existir falta de alinhamento e entendimento entre os integrantes do projeto pois a comunicação é lenta e realizada por canais pobres podendo gerar inconsistências, erros e atrasos no projeto.

Em um estudo realizado pela consultoria McGraw Hill Construction [8] com arquitetos, empresários e gestores para o mercado de construção:

90% dos participantes indicaram que um dos principais fatores para diminuir incertezas durante os projetos de construção diz respeito a ter mais colaboração entre os times.

A colaboração é relevante para aumentar a eficiência na gestão de projetos de construção porque, com esse *approach*, a comunicação entre todos os envolvidos melhora significativamente, desde das fases iniciais do projeto. E comunicação é uma das chaves para o sucesso em projetos de construção civil, assim como em qualquer projeto de engenharia em geral.

Em resumo, quando todos atuam de forma integrada, a comunicação entre diferentes áreas flui de forma mais ágil e clara.

O GP além de buscar uma comunicação e colaboração entre integrantes do projeto estará ao mesmo tempo encorajando o trabalho em equipe e acelerando seu desenvolvimento.

Conforme IPMA, sobre o elemento de competência Trabalho em Equipe, temos:

A construção do espírito de equipe é muitas vezes feita através de reuniões, workshops e seminários, que podem incluir o indivíduo que está a liderar o projeto, membros da equipe e, por vezes, outras partes interessadas. [7]

Promovendo a cooperação, troca de informação em um ambiente de confiança desde o início do projeto além de dar poder aos integrantes, com tempo, tenderá a formar equipes de alta performance.

3.3 Integração

A integração em projetos está intimamente ligada a comunicação e colaboração entre os integrantes da equipe. O gestor de projetos tem também como responsabilidade orientar a equipe a focar no essencial e garantir que informação compartilhada entre todos seja a mesma e mais atualizada para evitar inconsistências e erros de projeto.

Projetos multidisciplinares e com alto uso de recursos impõe um desafio a mais ao GP para garantir a integração entre as equipes.

Complexidade em projetos pode ser um conceito subjetivo, porém, no contexto da engenharia de projetos industriais, as várias interfaces entre disciplinas e suas interações dinâmicas internas além que o cliente e outras partes interessadas também possuem influência nas decisões caracteriza o projeto como complexo.

3.3.1 Gestão da Documentação & Informação

Dessa forma, planejar e implementar processos com a robustez adequada a complexidade do projeto se faz mais que necessário para garantir a integração e consistência das informações. A gestão da documentação entra nesse contexto para

permitir que as equipes, muitas vezes trabalhando em âmbito global, possam interagir, comunicar e compartilhar documentos de projeto de forma fácil bem como ter acesso a informações e decisões tomadas em interna ou externamente.

As reuniões de *design review* a serem detalhadas no item 4, contribuem para a integração da equipe pois a elaboração do principal documento do projeto, que será entrada para todas as disciplinas, é realizada em conjunto de forma colaborativa mas principalmente centralizada onde todos os fluxogramas de engenharia e demais documentos de referência estão disponibilizados em sessão virtual acessível a todos os participantes.

3.3.2 Gestão do Conhecimento

Outro benefício da utilização de reuniões com caráter colaborativo, ainda no campo da integração, está no compartilhamento de conhecimento e experiências entre os participantes.

A troca de informações promove naturalmente a partilha de conhecimento de forma espontânea. Uma equipe mais integrada, mais experiente e compartilhando conhecimento multidisciplinares gera benefícios de longo prazo para a empresa.

As reuniões de *design review* também podem ser utilizadas para acelerar o crescimento de engenheiros/recursos juniores, pois os mesmos são convidados a participarem como ouvintes e interajam com colegas sênior absorvendo conhecimento ou tendo exposição a situações de projetos que de outra forma, ele/ela levaria anos para experienciar.

O registro/entrega da reunião é um pacote de fluxogramas de engenharia recheados com marcações de engenharia, anotações, recomendações, contribuições em geral que representam um rico conjunto de informações do projeto gerado pelos participantes da reunião. Esse conjunto deve ser arquivado na pasta do projeto (ou qualquer outra forma de registro sendo utilizada no projeto) pois contará com informações relevantes a serem

capturadas nas lições aprendidas do projeto democratizando conhecimento para toda a organização.

4. Proposta de Solução

O aumento de colaboração e redução do isolamento das disciplinas em projeto promovendo uma comunicação eficaz, é uma iniciativa que deve ser liderada pela coordenação/gerência do projeto. A equipe tem que estar ciente dos objetivos do projeto, o escopo contratado, as necessidades do cliente assim como os benefícios proporcionados após entrega do projeto.

Como forma de engajar a equipe e fomentar a colaboração e integração, é sugerido o estabelecimento de reuniões de *Design Review* dos fluxogramas de engenharia. São encontros estabelecidas como marcos já no planejamento do projeto, o qual, são realizadas em ambiente colaborativo com todas as disciplinas envolvidas no projeto.

A disciplina de processo com base nos requisitos de capacidade e rota tecnológica para planta industrial fornecidos e/ou estabelecidos em conjunto com o cliente desenvolve os estudos iniciais como balanço material e energético, cálculo hidráulico, consumo de utilidades, entre outros e assim prepara a primeira versão dos fluxogramas enquanto as demais disciplinas devem obter ou desenvolver suas especificações e documentos/desenhos de referência antes da reunião de *design review*.

Essas reuniões podem ser virtuais (videoconferência) ou presenciais. Independentemente do local, é necessário utilizar programa de *review* colaborativo como Bluebeam Revu[®] Studio da BLUEBEAM[®], Acrobat Pro[®] em combinação com Adobe Document Cloud review services da Adobe[®], Autodesk[®] Design Review entre outros programas e plataformas comerciais. Se a preferência de reunião for presencial, é necessário possuir sala com monitor/projetor com tecnologia para marcações em tela.

Na etapa de preparação, antes da reunião propriamente dita, a equipe de coordenação do projeto liderada pelo GP é responsável nesse momento por três importantes atividades:

1. Criar uma sessão virtual no programa de *review* de preferência e compartilhar o *link* e senha com todos os participantes.
2. Criar um *check-list* de forma a orientar a equipe no carregamento da documentação bem como informar formalmente as regras e como transcorrerá a reunião.
3. Agendar reunião.

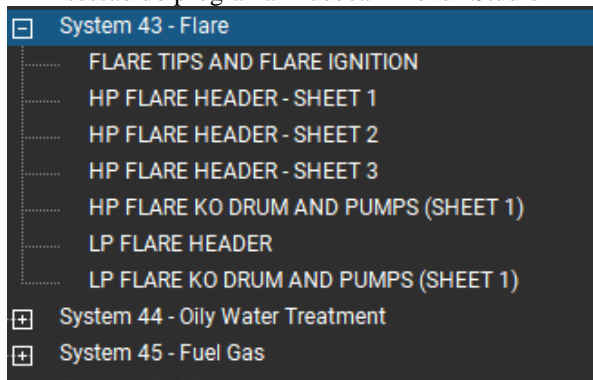
Após a criação da sessão e de posse do *check-list*, a disciplina de processo se responsabiliza de carregar a primeira versão dos fluxogramas a serem analisados em formato PDF enquanto as demais disciplinas alimentam com especificações técnicas (ETs), desenhos típicos, folhas de dados, procedimentos, manuais, desenhos de arranjo de equipamentos (se disponíveis), documentos de referência em geral nesse ambiente virtual.

É boa prática agrupar os fluxogramas por sistema industrial dentro da sessão como exemplificado na Figura 1 para facilitar o entendimento do processo pelos participantes e a consequente análise e marcações durante a reunião de *review*.

Outra recomendação é que as disciplinas estudem a primeira versão dos fluxogramas de engenharia preparados pela equipe de processos antes da reunião para se inteirar do que será analisado bem como podendo gerar marcações/perguntas em avanço.

Vale ressaltar, que todos aqueles que receberem o *link* e consequentemente forem adicionados a sessão virtual, estarão aptos a realizar marcações e comentários nos documentos ao mesmo tempo de forma colaborativa.

Figura 1 – Fluxogramas de engenharia disponíveis em sessão do programa Bluebeam Revu® Studio



PIDs.EUCLIDIAN [9]

Durante a reunião, a equipe de processo lidera a apresentação dos fluxogramas de engenharia com destaque para todas as tubulações, instrumentos, equipamentos, além de explicar as lógicas de controle de processos, a filosofia pensada para operação, partida e parada da planta passando por todas os fluxogramas a serem analisados. Assim são geradas discussões técnicas, problemas são debatidos e soluções acordadas em grupo, além disso os representantes de cada disciplina fazem marcações como comentários e atualizações nos fluxogramas como achar pertinente.

As marcações são codificadas a partir da cor utilizada. Cada empresa possui seu sistema, porém, as diferentes cores irão representar adição, remoção, correção aos fluxogramas.

Ao final da(s) sessão(ões) colaborativas um pacote de fluxogramas de engenharia com comentários/marcações é gerado. Figura 3 inserida no Anexo B, apresenta um exemplo de documento de engenharia com marcações realizadas em ambiente colaborativo.

O pacote de fluxogramas em PDF com marcações/comentários é enviado para desenhistas implementarem as mudanças nos arquivos originais editáveis (*software* do tipo CAD por exemplo).

Dependendo do programa utilizado é possível rastrear todas as marcações e comentários pelo usuário que as fez no arquivo PDF assim como exporta-los em arquivo com formato Microsoft Excel® (entre

outros) em forma de lista filtrável por usuário, fluxograma, etc facilitando assim a rastreabilidade e disponibilização das informações mesmo após as reuniões como registro para consulta futuras e lições aprendidas do projeto.

Após a implementação das marcações, a nova versão dos fluxogramas é enviada para equipe de Processos para aprovação. Havendo algum erro, desenhos retornam para correção pela equipe de desenho. Não havendo mais itens a serem corrigidos, os fluxogramas estão prontos a serem emitidos para o cliente

Um diagrama com as macros etapas relativas a preparação para reunião de *design review* bem como as atividades posteriores são apresentadas na Figura 4 inserida no Anexo D.

Podem ser agendadas quantas reuniões forem necessárias, dependendo do projeto e ficando a critério da coordenação.

5. Considerações Finais

As reuniões *design review* tem como benefícios o engajamento da equipe, colaboração e redução do isolamento das disciplinas, feedback organizado de forma rápida e centralizada, ganhando agilidade no desenvolvimento dos fluxogramas de engenharia, gerando registro e conhecimento para a organização assim como reduzindo erros por inconsistência, além de gerar soluções focadas nas necessidades do cliente.

Dependendo do caráter do projeto, é possível incluir o representante do cliente nas reuniões de *design review* em uma forma de co-criação/co-desenvolvimento de uma solução em conjunto.

Essa metodologia de *review* colaborativo foi explicitada nesse artigo para o desenvolvimento dos fluxogramas de engenharia, porém pode ser aplicada para qualquer atividade ou tarefa de revisão de documento em maior ou menor escala entre integrantes de um mesmo time ou entre times multidisciplinares. Aplicação direta dessa

metodologia pode ser aplicada para estudos de segurança para plantas industriais de processo, o mais comum sendo Estudos de Perigo e Operabilidade normalmente conhecido como reunião de HAZOP (*Hazards and Operability Study*), que visa identificar os perigos e os problemas de operabilidade de uma instalação de processo. É procedimento formal e efetivo para a identificação de perigos em unidades industriais, sendo mundialmente a técnica de análise qualitativa de riscos mais utilizada [11] onde representantes de equipes multidisciplinares fazem uso intensivo dos fluxogramas de engenharia como referência central para o estudo. Marcações, recomendações, anotações nos fluxogramas ou em qualquer outro documento impactado/analísado pode ser beneficiado pelo uso de programa de *review* colaborativo.

De forma semelhante, também pode ser pensada para treinamento tanto interno como externo para engenheiros/operadores/técnicos do cliente apresentando os fluxogramas, equipamentos, suas interconexões, filosofia de controle e operação de forma colaborativa gerando maior interação com o instrutor e praticantes. Exemplos e aplicações são vastos na engenharia como também em outros setores.

Todos esses benefícios devem estar alinhados com os objetivos estratégicos do negócio de modo a aumentar a colaboração e interação entre a equipe, foco no cliente e aceleração do desenvolvimento de seus projetos.

Como conclusão, pretende-se detalhar e aplicar essa metodologia de *review* colaborativo na prática em empresa multinacional de projetos de engenharia para desenvolvimento de fluxogramas para clientes nos setores de óleo, gás e energia. As variáveis a serem medidas e monitorados serão:

1. Prazo médio para finalização dos fluxogramas de engenharia;
2. Números de reuniões de review para finalização dos fluxogramas de engenharia;

3. Número de revisões até aprovação dos fluxogramas de engenharia por parte do cliente;
4. Quantidade de horas investidas pelos participantes nas reuniões de design review;

Como resultado, espera-se alcançar redução de prazo para elaboração e aprovação do fluxograma pelo cliente ganhando agilidade e foco no cliente e menor número de revisões bem como menos horas de recursos investidos indicando maior consistência, produtividade e qualidade na elaboração do documento em comparação com a forma tradicional utilizada onde a elaboração, revisão e aprovação do fluxograma de engenharia é responsabilidade apenas da equipe de processos e o compartilhamento de informação se dá via canais formais e impessoais sem colaboração.

6. Referências

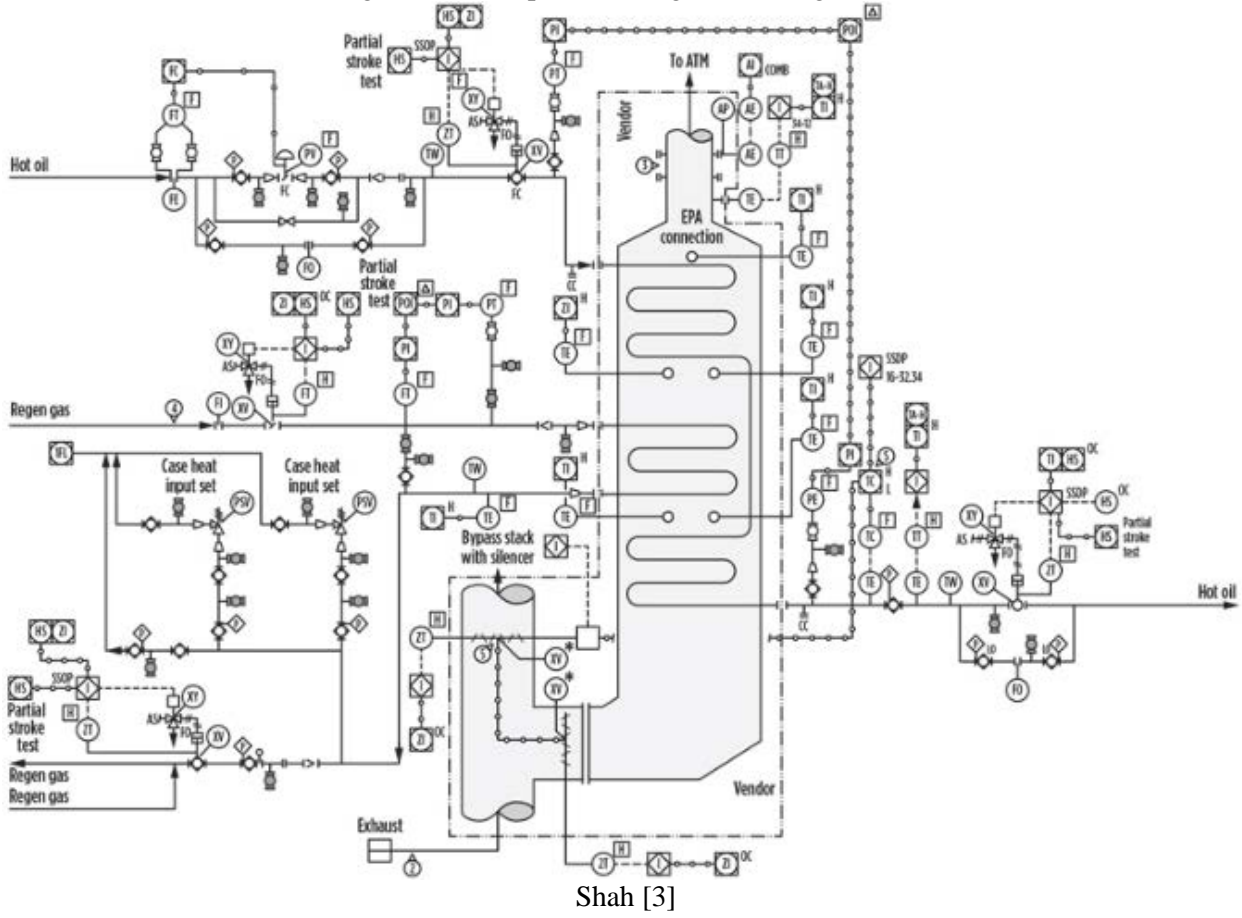
- [1] BARON, Herve. *Oil & Gas Engineering Guide*, 2nd Edition. – Paris: Editions Technip, 2015.
- [2] TAMIETTI, Ricardo Prado. *Apostila Engenharia de Projetos Industriais*. Versão 1 – UnilesteMG, 2009.
- [3] SHAH, B. *Piping and instrument diagrams (P&IDs): Part 1. Origin and evolution*, Hydrocarbon Processing, Houston, 2020, disponível em: <<https://www.hydrocarbonprocessing.com/magazine/2020/april-2020/process-engineering/piping-and-instrument-diagrams-pids-part-1-origin-and-evolution>>. Acesso em: 11 de Novembro de 2021.
- [4] PMI. Project Management Institute. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (PMBOK)*, 6ª Edição - Pennsylvania: 2017.
- [5] PMI. Project Management Institute. *The high cost of low performance: The essential role of communications*. PMI, 2013.

- [6] PRADO, Darci. *Gerenciamento de Projetos de Capital para Expansão da Capacidade Produtiva*. Volume 1. Nova Lima: Editora Falconi, 2014.
- [7] IPMA. International Project Management Association. *Referencial de Competências para Indivíduos em Gerenciamento de Projetos, Programas e Portfólios* (ICB), 4ª Ed. Nijkerk: 2015.
- [8] MCGRAW HILL CONSTRUCTION. *Managing Uncertainty and Expectations in Building Design and Construction*, SmartMarket Report, Bedford, 2014, disponível em: <<https://dbia.org/wp-content/uploads/2018/05/Research-McGrawHill-Managing-Uncertainty-Expectations-2014.pdf>>. Acesso em: 12 de Fevereiro de 2022.
- [9] PIDS.EUCLIDIAN. *P&ID Management with Bluebeam Revu*, disponível em: <<https://pids.euclidian.com.au/>>. Acesso em: 14 de Janeiro de 2022.
- [10] OFFSHORE MAGAZINE. *PDF-based electronic system eases P&ID review*, 2013, disponível em: <<https://www.offshore-mag.com/business-briefs/company-news/article/16761442/pdfbased-electronic-system-eases-pid-review>>. Acesso em: 10 de Novembro de 2021.
- [11] BANK, World. *Hazard and operability studies (HAZOP)*. In: *Manual of industrial hazard assessment techniques*, 1 ed., capítulo 7, London: Editora P. J. Kayes, 1985.

7. Anexos e Apêndices

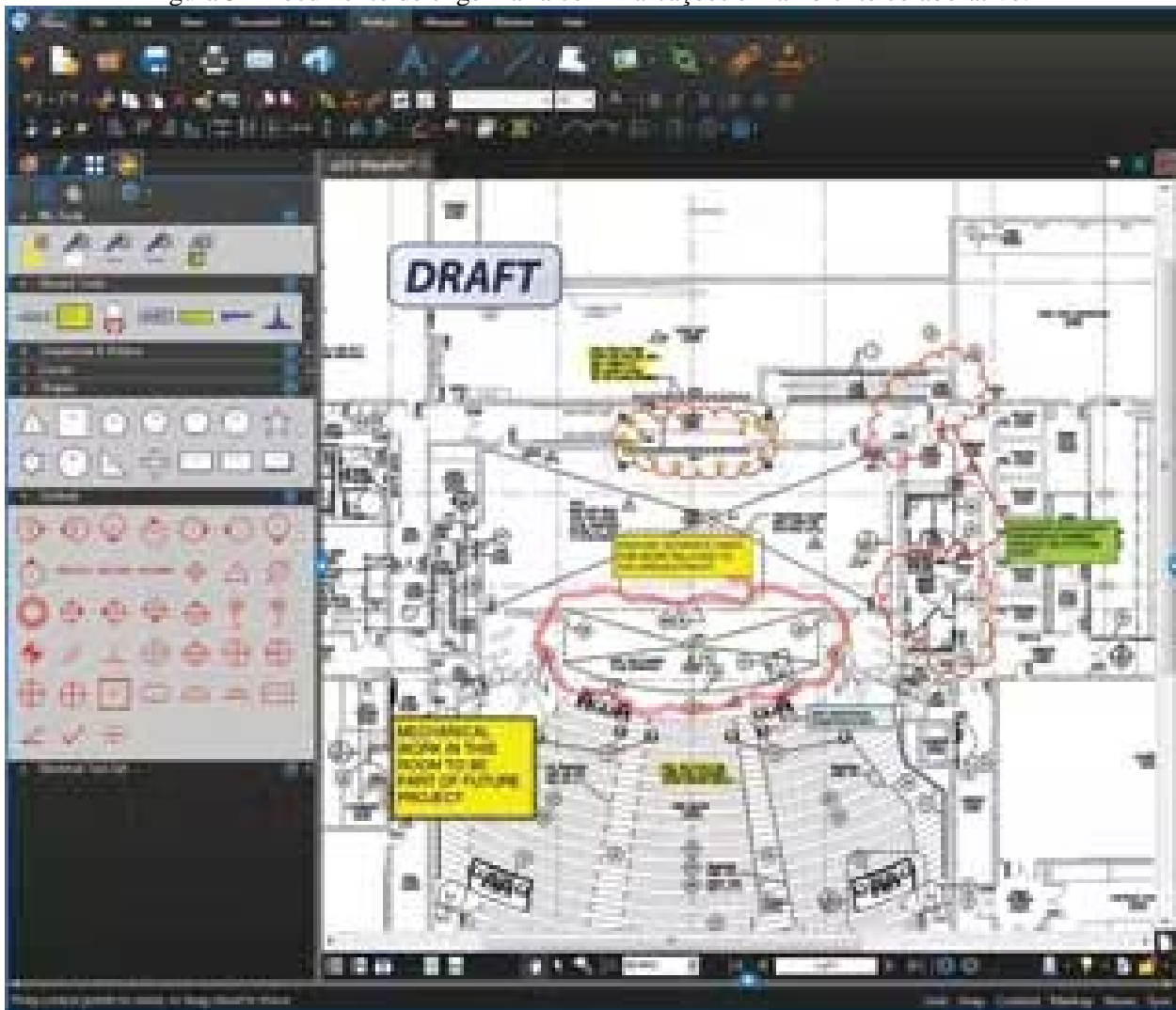
Anexo A

Figura 2 - Exemplo de fluxograma de engenharia



Anexo B

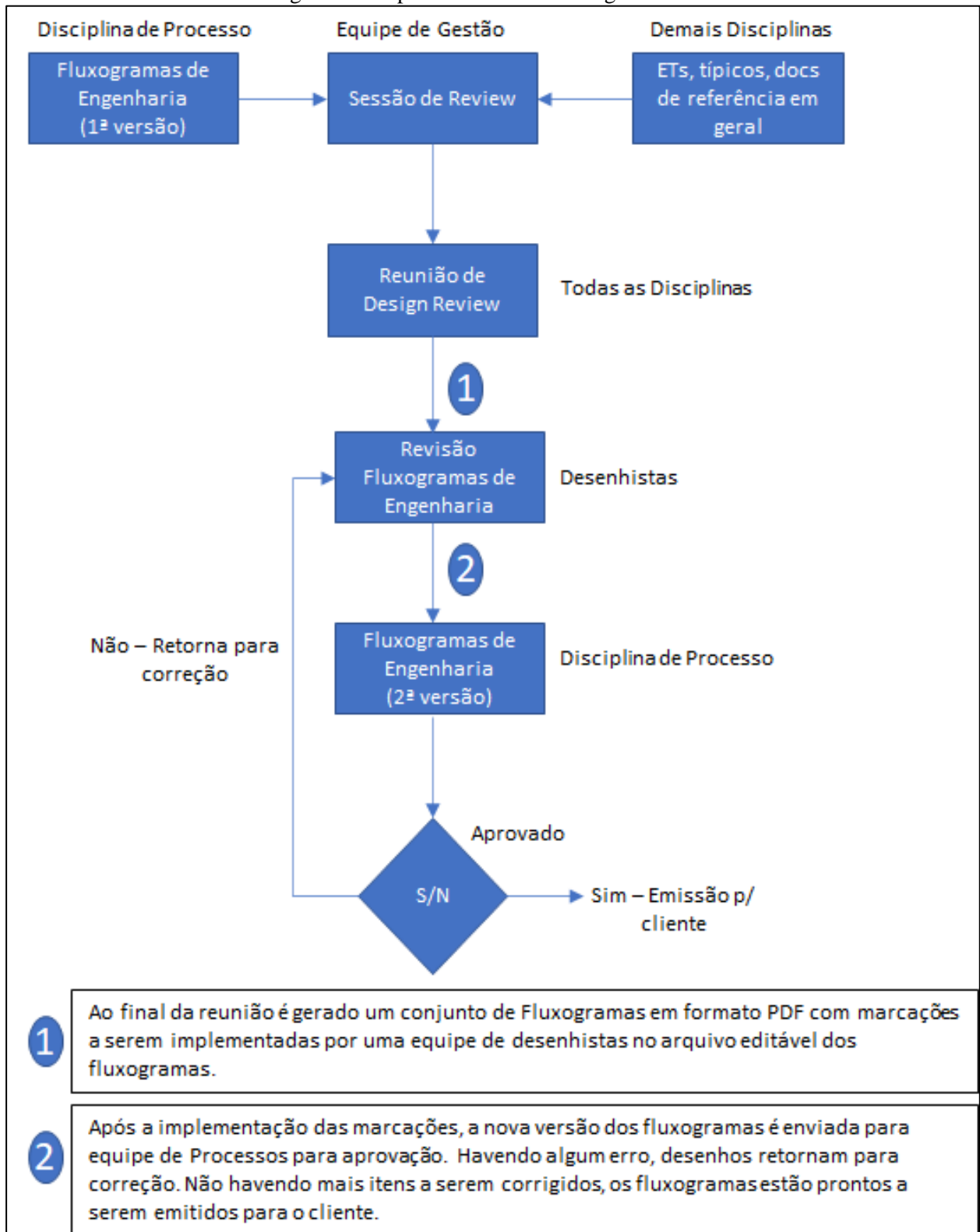
Figura 3 - Documento de engenharia com marcações em ambiente colaborativo.



Offshore Magazine [10]

Anexo C

Figura 4 - Etapas da reunião de Design Review.



Fonte: O autor