

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Sustentabilidade e**  
**Gestão do Ambiente Construído**

**Marcos Torres da Fonseca**

**O PROCESSO DE PROJETO EM**  
**EMPREENDIMIENTOS INDUSTRIAIS – ESTUDO DE**  
**CASO DE PROJETO BÁSICO NA MINERAÇÃO**

**Belo Horizonte,**  
**Janeiro 2021.**

**MARCOS TORRES DA FONSECA**

**O PROCESSO DE PROJETO EM  
EMPREENDIMENTOS INDUSTRIAIS – ESTUDO DE  
CASO DE PROJETO BÁSICO NA MINERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia e Materiais de Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientadora:** Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa

**Belo Horizonte,  
Janeiro 2021.**

F676p

Fonseca, Marcos Torres da.

O processo de projeto em empreendimentos industriais – estudo de caso de projeto básico na mineração [recurso eletrônico] / Marcos Torres da Fonseca. – 2021.

1 recurso online (48 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais”

Bibliografia: f. 47-48.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Administração de projetos. 3. Projetos industriais. I. Barbosa, Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



## ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: MARCOS TORRES DA FONSECA

MATRÍCULA: 2017717848

## RESULTADO

Aos 02 dias do mês de fevereiro de 2021 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

"O PROCESSO DE PROJETO EM EMPREENDIMENTOS INDUSTRIAIS: ESTUDO DE CASO DE PROJETO BÁSICO NA MINERAÇÃO"

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

 APROVADO APROVADO COM CORREÇÕES REPROVADONOTA: 95CONCEITO: A

## BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Prof. M.Sc. Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes Barbosa

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery

Paulo Roberto Pereira Andery  
 Andery: 71481214691

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA NA ÁREA DE "SUSTENTABILIDADE E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO"

Belo Horizonte, 02 de fevereiro de 2021

Coordenador do Curso  
 Prof. Antônio Neves  
 de Carvalho Júnior  
 Coordenador do Curso

## RESUMO

A indústria da construção se insere no contexto de empreendimentos industriais através da construção ou reforma de ativos, atendendo às necessidades estratégicas das empresas, que destinam altos valores de investimentos nos chamados projetos de capital. Nesses empreendimentos multidisciplinares e complexos, as exigências em relação à qualidade da engenharia de projeto e as exigências por menores prazos e custos na construção demandam melhorias nas práticas de gestão do processo de projeto. Dificuldades e falhas na coordenação de projetos significam prejuízos quanto ao prazo, custo e qualidade, impactando negativamente os resultados dos investimentos. Dessa forma, deve ser dado um papel relevante à coordenação de projetos devido ao seu potencial para fornecer subsídios que eliminam incertezas na execução da obra, possibilitando uma construção mais racionalizada e eficiente, aumentando a competitividade dos empreendimentos. Pretende-se nesse estudo, a partir de revisão bibliográfica dos conceitos relacionados à gestão de processo de projetos e de estudo de caso de empreendimento industrial do setor de mineração, avaliar possíveis desvios na qualidade das entregas de projetos e apontar diretrizes para melhoria na coordenação de projetos em novos empreendimentos similares.

**Palavras-chaves:** gestão do processo de projeto; coordenação de projetos; projetos industriais.

## **ABSTRACT**

The construction industry is inserted in the context of industrial projects through the erection or renovation of assets, aiming at meeting the strategic needs of companies, which allocate high values of investments in so-called capital projects. In these multidisciplinary and complex ventures, demands in relation to the quality of design engineering and demands for shorter deadlines and costs in construction plead improvements in the management practices of the design process. Difficulties and failures in design coordination mean losses in terms of time, cost, and quality, negatively impacting investment results. Thus, a relevant role should be given to the design coordination due to its potential to provide subsidies that eliminate uncertainties in the execution of the work, enabling a more streamlined and efficient construction, increasing the competitiveness of the projects. The aim of this study is, based on a bibliographic review of related concepts to design process management and based on a case study of an industrial project in the mining sector, to evaluate possible deviations in the quality of design deliveries and to point out guidelines for improving the design coordination in future similar projects.

**Keywords:** design process management; design coordination; industrial projects.

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
2.1.	Objetivos Específicos	11
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>12</b>
<b>4.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
4.1.	Conceitos de Projeto	13
4.2.	Processo de Projeto	14
4.3.	Gestão do Processo de Projeto	16
4.4.	Coordenação de Projeto	17
4.5.	Fluxograma do Processo de Projeto	20
4.6.	Etapas de Projeto	23
4.7.	Etapas de Projeto – Empreendimentos Industriais	27
4.7.1.	<i>Projeto Conceitual</i>	27
4.7.2.	<i>Projeto Básico</i>	28
4.7.3.	<i>Projeto Detalhado</i>	30
4.7.4.	<i>Projeto As Built</i>	31
4.8.	Controle no Processo de Projeto	32
<b>5.</b>	<b>ESTUDO DE CASO – PROJETO BÁSICO NA MINERAÇÃO</b>	<b>34</b>
5.1.	Caracterização do Empreendimento	34
5.2.	Análise das Equipes Envolvidas	34
5.3.	Macro Fluxo do Processo de Projeto	38
5.4.	Fluxo de Documentação Técnica	40
5.5.	Desvios de Qualidade nas Entregas de Projetos	42
5.6.	Diretrizes de Melhoria para a Coordenação de Projeto	45
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A construção é um dos primeiros negócios desenvolvidos pela humanidade e continua a moldar nossa vida cotidiana, sendo um determinante de onde e como quase todo mundo vive, trabalha e se diverte. É considerável a interação do setor da construção com vários outros setores, uma vez que praticamente todos dependem dele para fornecer e manter suas acomodações, fábricas e infraestrutura e que a criação de valor quase sempre ocorre por meio de edificações ou construção de ativos. Citando alguns desses setores, a habitação residencial corresponde por 38% do volume global de construção; infraestrutura de transporte, energia e água corresponde por 32%; edifícios institucionais e comerciais correspondem por 18%; e instalações industriais (do cimento à manufatura automotiva) por 13% (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

A indústria da construção se insere no contexto de empreendimentos industriais através da construção ou reforma de ativos, conforme as necessidades estratégicas das empresas, que podem compreender desde substituições de equipamentos industriais até a implantação de uma nova fábrica (TAMIETTI, 2009).

Em empreendimentos de setores industriais como petrolífero, siderúrgico e mineração, há grandes exigências em relação à qualidade da engenharia de projeto, uma vez que envolvem diversas especialidades de engenharia e equipamentos com custos elevados. Nesses setores, há ainda uma crescente demanda por rapidez e menores custos na construção, gerando uma complexidade na gestão do processo do projeto (DIAS, 2015). Em geral, esses empreendimentos envolvem também prazos desafiadores, de forma que falhas e atrasos no processo de projetos impactam negativamente nos seus resultados (CASTRO, 2013).

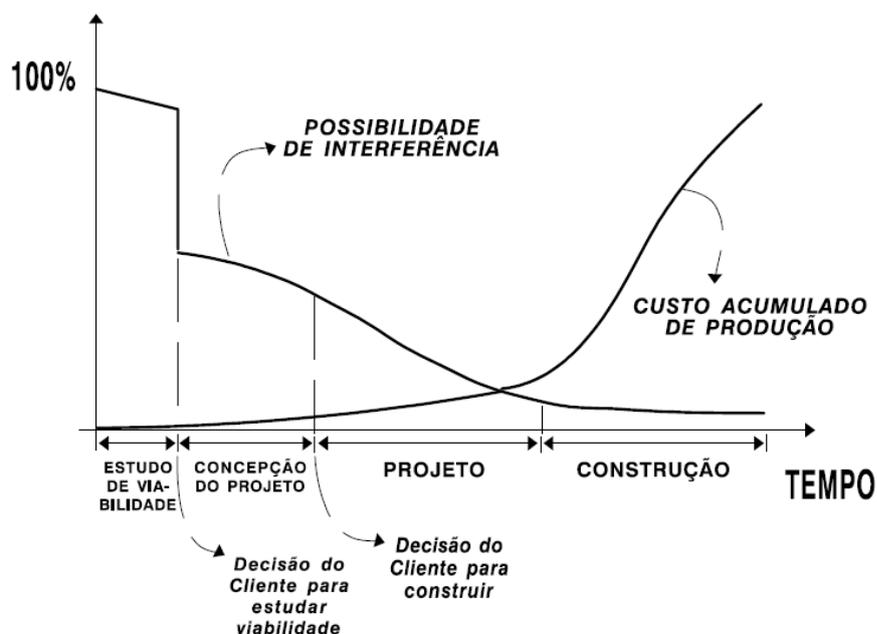
Segundo Silva e Melhado (2014), há poucos trabalhos desenvolvidos e publicados sobre o tema de processo de projetos industriais, os quais, devido à sua complexidade e diversidade associadas às exigências do mercado, demandam melhorias nas práticas de gestão do processo de projeto.

Pode-se considerar o processo de projetos como um dos processos mais importantes na indústria da construção, sendo parte das etapas iniciais e propiciando a base para as tomadas de decisão, tendo forte influência na concepção do empreendimento e, conseqüentemente, no seu custo, prazo e qualidade (CASTRO, 2013). E é por sua influência direta nos resultados econômicos dos empreendimentos,

como instrumento de decisão, que o processo de projeto se destaca como elo fundamental da cadeia produtiva de uma construção (MELHADO *et al.*, 2005).

Fabricio (2002) ressalta, através da referência à diversos autores, que a capacidade de se influenciar nos custos totais da construção é muito maior nas fases de estudo de viabilidade e de projeto do que nas demais etapas do empreendimento, como ilustrado na Figura 1. O autor conclui ainda que o processo de projeto é a etapa mais estratégica de um empreendimento no que diz respeito a gastos de produção e a melhoria de qualidade do produto.

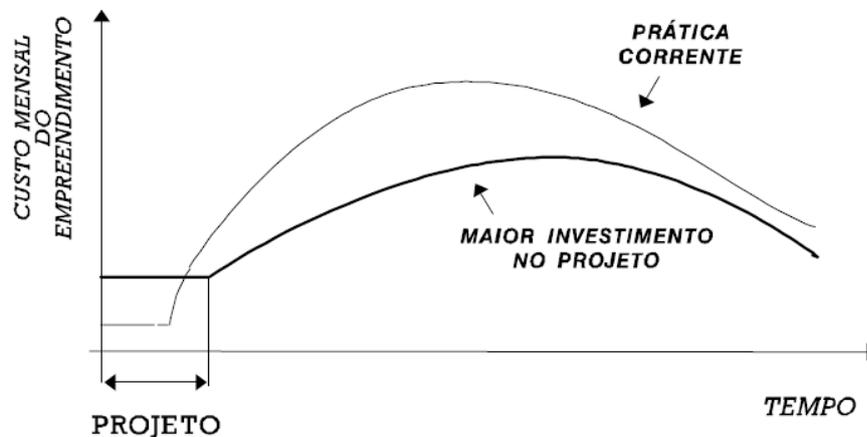
FIGURA 1 – Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo das fases (HAMMARLUND e JOSEPHSON (1992) *apud* FABRICIO, 2002).



Dessa forma, a fase de concepção e a fase de projeto devem ser entendidas como um investimento, e não como custo, que gera retorno de forma vantajosa através da maior eficiência ao longo da produção e na melhor qualidade dos produtos gerados. A Figura 2 ilustra o potencial de redução de custos e de prazos de obra que podem ser alcançados com um maior investimento na fase de projeto (FABRICIO, 2002).

A falta ou adiamento de decisões nas etapas iniciais dos empreendimentos potencializa uma grande quantidade de desvios e de retrabalho para todos os agentes envolvidos, impactando negativamente na qualidade do produto final e constituindo uma fonte significativa de desperdícios (MELHADO *et al.*, 2005).

FIGURA 2 – Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento ao longo das fases (BARROS e MELHADO (1993) *apud* MELHADO, 1994).



O processo de projeto tem ainda grande importância em relação à sustentabilidade, principalmente no que diz respeito à racionalização dos recursos de empreendimentos, uma vez que a falta de coordenação do projeto pode gerar desperdícios através dos seguintes fatos (RODRIGUEZ, 2005):

- superdimensionamento ou subdimensionamento dos sistemas;
- paradas e retrabalhos por interferências entre os projetos, ou por falta de informações, ou por informações incorretas;
- paradas e retrabalhos por indisponibilidade dos projetos nas obras;
- baixa produtividade pelo emprego de componentes não padronizados;
- maior uso de recursos materiais e de mão-de-obra pela falta de construtibilidade;
- maior uso de recursos materiais e de mão-de-obra para a operação e manutenção.

A indústria da construção é o maior mercado global consumidor de recursos e matérias-primas, sendo um grande gerador de resíduos, resultando em uma perda significativa de materiais. De modo crescente, a sustentabilidade vem se tornando um requisito, e não apenas uma característica desejável, e sua busca afetará tanto os processos da construção, incluindo o processo de projeto, quanto o próprio ativo construído (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016).

Segundo Melhado *et al.* (2005), deve ser dado um papel relevante à coordenação de projetos no empreendimento, devido ao seu potencial para fornecer subsídios que eliminam incertezas na execução da obra, possibilitando uma execução mais racionalizada e eficiente, reduzindo custos e aumentando a competitividade dos empreendimentos.

Uma coordenação de projetos eficiente e eficaz garante um produto resultante com qualidade, justificando a adoção de procedimentos metodologicamente estabelecidos com objetivo de orientar, de forma simultânea e integrada, os vários profissionais envolvidos, estabelecendo o fluxo de informações entre eles e conduzindo as decisões a serem tomadas durante o processo de projeto (MELHADO *et al.*, 2005). A gestão eficaz do processo de projeto depende em grande parte da implementação da coordenação técnica, sendo, portanto, importante a sua caracterização de forma a possibilitar a sua aplicação prática (RODRIGUEZ, 2005).

Silva e Melhado (2014) identificam, através de estudos de casos, que a maioria dos desvios no processo de projeto identificados nos projetos industriais possui a participação da coordenação de projetos como a responsável pelo resultado obtido. Dificuldades e falhas da coordenação, comuns aos casos analisados, significaram prejuízos quanto ao prazo, custo e qualidade, comprometendo o sucesso do empreendimento.

Desse modo, o presente trabalho pretende realizar estudo de caso de um empreendimento industrial do setor de mineração, na etapa de projeto básico, a fim de avaliar possíveis desvios na qualidade das entregas dos projetos e apontar diretrizes para melhoria na coordenação de projetos, discutindo a sua importância para o sucesso de empreendimentos industriais.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo geral do trabalho é, a partir de revisão bibliográfica dos conceitos relacionados à gestão de processo de projeto e de estudo de caso de projeto básico de um empreendimento industrial do setor de mineração, avaliar possíveis desvios na qualidade das entregas de projetos e apontar diretrizes de melhoria na coordenação de projetos em novos empreendimentos similares.

### **2.1. Objetivos Específicos**

O trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar os conceitos relacionados à gestão do processo de projeto na literatura;
- Documentar o macro fluxo do processo de projeto para empreendimentos industriais a partir de estudo de caso;
- Por meio do estudo de caso, avaliar possíveis desvios na qualidade das entregas de projetos e apontar diretrizes de melhoria na coordenação de projetos em novos empreendimentos similares.

### 3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica, de caráter exploratório, por meio de livros técnicos, artigos, monografias, dissertações e teses relacionados ao tema. O estudo revisa os conceitos relacionados à gestão de processo de projetos e revisa conceitos relacionados ao fluxograma do processo de projeto e às suas etapas.

É então apresentado um estudo de caso de empreendimento industrial do setor de mineração, na etapa de projeto básico, para o qual são descritas as suas principais características, analisadas as equipes envolvidas e documentado o macro fluxo para o processo de projeto. No desenvolvimento do estudo, foram utilizadas a análise documental e a observação participante, sendo o pesquisador um integrante do processo analisado, com participação como coordenador de disciplina na equipe responsável pela gestão do empreendimento na empresa empreendedora.

Dados e informações foram coletados durante o desenvolvimento do projeto básico, tais como propostas técnicas, contratos, padrões de documentação, relatório de controle de documentos, documentos e desenhos técnicos e atas de reunião. A partir dos dados coletados, o processo de projeto foi analisado à luz da bibliografia revisada neste trabalho, avaliando possíveis desvios na qualidade das entregas de projetos e apontando diretrizes para melhoria na coordenação de projetos em novos empreendimentos similares.

Nesse trabalho, a ênfase será dada à gestão do processo de projetos, no nível de desenvolvimento de projetos (no inglês, *design*) de arquitetura e engenharia, e não à gestão de projetos (no inglês, *project management*) no sentido amplo de gestão de empreendimentos, como muitas vezes encontrado na literatura para outros setores.

## 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Conceitos de Projeto

Fabricio (2002) expõe, em sua revisão bibliográfica, que uma das principais ideias expressa para o conceito de projeto é o seu significado como antevisão abstrata de um produto que se deseja realizar. No contexto da indústria da construção, projeto é tradicionalmente percebido como um produto composto de desenhos, memoriais, maquetes, etc. Esses documentos apresentam informações qualificadas as quais propiciam a antevisão do produto e subsidiam o processo produtivo da construção.

A norma NBR 16636-1 (ABNT, 2017), em um contexto de projetos arquitetônicos e urbanísticos, define projeto como:

“representação do conjunto dos elementos conceituais, desenvolvida e elaborada por profissional habilitado, necessária à materialização de uma ideia, realizada por meio de princípios técnicos e científicos, visando à consecução de um objetivo ou meta, adequando-se aos recursos disponíveis, leis, regramentos locais e às alternativas que conduzem à viabilidade da decisão.”

Porém, Melhado *et al.* (2005) considera como questão crucial o entendimento do projeto não apenas como entrega dos produtos materializados em forma de desenhos e memoriais, mas também como prestação de serviços, de natureza intelectual, orientada à compreensão das expectativas e resolução de problemas dos clientes, sejam eles contratantes, construtoras ou usuários do empreendimento.

Em diversos setores, o termo projeto também é utilizado no sentido de “empreendimento” (do inglês, *project*), e que não deve ser confundido com o termo projeto de engenharia, ou engenharia de projeto, (do inglês, *engineering design*), utilizado no contexto de empreendimentos industriais.

Ertas e Jones (1996) abordam o projeto de engenharia como processo, definindo-o como processo de tomada de decisão, quase sempre iterativo, para conceber um sistema, componente ou processo para atender às necessidades desejadas, no qual as ciências básicas, matemática e ciências da engenharia são aplicadas para converter recursos de forma otimizada para atingir um objetivo declarado.

No contexto de empreendimentos industriais, Tamietti (2011) define o conceito de engenharia de projetos como o conjunto integrado de técnicas formais pelas quais instalações ou equipamentos industriais são concebidos, a partir de uma base de conhecimentos obtidos através de pesquisas técnicas e tecnológicas, elaborando-se especificações e desenhos, além de se estabelecer os padrões e as exigências relativas ao empreendimento.

A engenharia de projeto constitui uma das etapas da implantação de um empreendimento industrial, caracterizando-se pelo elevado grau de interação com as demais etapas. A engenharia de projeto de instalações industriais é o serviço que utiliza conhecimentos científicos e tecnológicos, através de equipes multidisciplinares, para conceber novos produtos, equipamentos, unidades industriais produtivas parciais e inteiras, bem como aperfeiçoar as existentes (TAMIETTI, 2011).

#### **4.2. Processo de Projeto**

Segundo a norma NBR ISO 9000 (ABNT, 2015), a definição de processo é:

“conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que utilizam entradas para entregar um resultado pretendido, o qual pode ser chamado de saída, produto ou serviço, dependendo do contexto.”

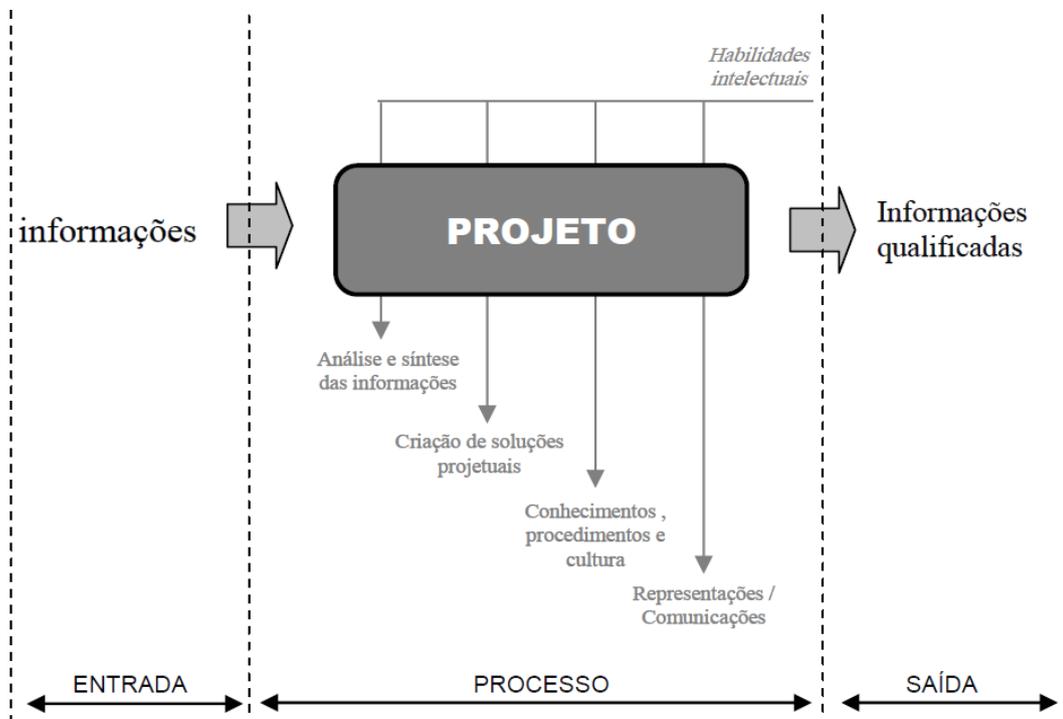
Em um processo, a transformação das entradas (insumos) em saídas (produtos) deve acrescentar valor à percepção de seus clientes, além de exigir um conjunto de recursos (humanos, financeiros, equipamentos, métodos e técnicos) na sua sequência de atividades (MAGES (2004) *apud* BARBOSA, 2013).

Fabício (2002) define o processo de projeto como aquele que envolve todas as decisões e formulações com o objetivo de subsidiar a criação e a produção de um empreendimento, englobando não só os projetos de especialidades de engenharia, mas também a formulação de um negócio e seu programa de necessidades, bem como o detalhamento dos métodos construtivos em projetos para produção, o planejamento da obra, o projeto *as built* e a avaliação da satisfação dos usuários com o produto final.

Ainda segundo Fabício (2002), o projeto envolve um processo intelectual em que informações (entradas) são criadas e tratadas por diferentes estratégias mentais,

mediado por uma série de faculdades humanas, pelo conhecimento e por determinadas técnicas, sendo orientado à formulação de soluções para antecipar um produto (saída), conforme mostra a Figura 3. Ressalta-se ainda a complexidade do processo mental de projeto, que envolve múltiplas habilidades intelectuais, relacionadas à capacidade de análise e síntese de informações e problemas, à criatividade e ao raciocínio, ao conhecimento (ligado ao campo da memória e das técnicas de armazenamento de informação) e à capacidade de comunicação e interação entre diferentes indivíduos.

FIGURA 3 – Processo intelectual de projeto (FABRÍCIO, 2002).



O processo de projeto pode ser definido como o conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que utilizam informações (insumos) como entrada para entregar o projeto (produto), entendido em seus dois sentidos (RODRIGUEZ, 2005):

- sentido restrito: representação necessária à materialização de uma ideia, desenvolvida por meio de princípios técnicos e científicos, composta de desenhos, especificações técnicas, detalhamentos diversos e memoriais descritivos que apresentam informações qualificadas as quais propiciam a antevisão do produto e subsidiam o processo produtivo.

- sentido amplo: processo integrado de elaboração de soluções técnicas, orientado à compreensão das expectativas e resolução de problemas dos clientes, o qual é realizado a partir de informações geradas na concepção e planejamento do empreendimento e a partir de informações de retorno dos processos de execução e uso da construção.

### **4.3. Gestão do Processo de Projeto**

Segundo Melhado *et al.* (2005), a gestão do processo de projeto pode ser definida como o conjunto de atividades coordenadas para dirigir e controlar o processo de projeto, direcionadas para a qualidade final (eficiência e eficácia) do projeto e dos seus produtos. Essa gestão compreende o conjunto de ações envolvidas no planejamento, organização, direção e controle do processo, o que envolve tarefas de natureza estratégica, como captação de investimentos e definição das características do produto, além de tarefas ligadas à gestão de equipes, gestão de custos, gestão de prazos, gestão de riscos e gestão da interface de partes interessadas.

A eficácia na gestão do processo pode ser caracterizada principalmente como o atendimento aos requisitos do cliente, aos requisitos da execução e aos requisitos de desempenho ao longo da operação e manutenção do empreendimento. O atendimento a estes requisitos leva à obtenção de um dimensionamento correto, da compatibilidade entre os componentes construtivos, da construtibilidade e da manutenibilidade (RODRIGUEZ, 2005).

Rodriguez (2005) ressalta ainda que, para realizar a gestão de um processo, é necessária sua divisão em etapas, possibilitando o seu estudo e modelagem. A modelagem do processo de projeto permite que os agentes envolvidos possam realizar a sua gestão com visão sistêmica e detalhada, contribuindo com a sua organização, desenvolvimento e controle. É fundamental que se mantenha a unidade do conjunto delimitado pelas etapas do processo de projeto para garantir o alcance dos objetivos finais do processo, dentre os quais destaca-se a oferta de um produto coerente com os objetivos do empreendimento (MELHADO *et al.*, 2005).

#### 4.4. Coordenação de Projeto

Coordenação de projeto é uma função que faz parte da gestão do processo de projeto, que deve ser exercida por profissional experiente e que represente o empreendedor em primeiro plano, com os seguintes objetivos básicos (RODRIGUEZ, 2005 e MELHADO *et al.*, 2005):

- orientar a equipe de projeto e garantir o atendimento às necessidades do empreendimento e de seus clientes;
- coordenar o desenvolvimento do projeto, distribuindo tarefas e estabelecendo prazos;
- disciplinar e garantir o fluxo de informações entre os participantes e demais partes interessadas do projeto, transmitindo dados e realizando consultas, organizando reuniões de integração e controlando a qualidade do projeto;
- garantir a obtenção de projetos coerentes, completos e compatibilizados, isto é, sem conflitos entre as especialidades, sem pontos de indefinição e com compatibilidade entre as soluções dos sistemas projetados;
- decidir entre alternativas para solução de problemas técnicos, em especial nas interfaces entre especialidades.

A norma NBR 16636-1 (ABNT, 2017) define coordenação de projetos como:

“atividade técnica, realizada por profissional habilitado, voltada a coordenar e efetuar análise crítica das interfaces dos projetos das diversas especialidades voltadas a uma construção e assessorar a gestão do empreendedor e as demandas dos profissionais envolvidos na realização da obra, de modo a alcançar a eficácia e à melhoria da eficiência nesses processos e projetos, gerenciando as áreas de conhecimento, escopo, custo, qualidade, aquisições, recursos humanos, comunicações, riscos, tempo e partes interessadas em sua total compatibilização.”

As principais tarefas da coordenação de projetos estão relacionadas com a organização e planejamento do processo de projeto e à gestão e coordenação das

soluções de projeto desenvolvidas. Melhado *et al.* (2005) detalha as principais atividades envolvidas na coordenação de projetos conforme Tabela 1:

TABELA 1 – Principais atividades envolvidas na coordenação de projetos  
(MELHADO *et al.*, 2005).

<b>Planejamento do Processo</b>	<b>Gestão do processo de projeto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- estabelecer objetivos e parâmetros a serem seguidos no desenvolvimento do projeto;</li> <li>- definir escopo do projeto, segundo especialidades e etapas de projeto;</li> <li>- planejar os custos de desenvolvimento dos projetos;</li> <li>- planejar as etapas e prazos de desenvolvimento das diversas etapas, no todo e por especialidades, para estabelecerem-se cronogramas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- controlar e adequar os prazos planejados para desenvolvimento das diversas etapas e especialidades de projeto;</li> <li>- controlar os custos de desenvolvimento dos projetos em relação ao planejado;</li> <li>- fomentar e garantir a qualidade das soluções técnicas adotadas nos projetos;</li> <li>- validar as etapas de desenvolvimento e os projetos delas resultantes;</li> <li>- fomentar a comunicação entre os participantes do projeto, coordenar as interfaces e garantir a compatibilidade entre as soluções das várias especialidades envolvidas;</li> <li>- integrar as soluções de projeto com as fases subsequentes do empreendimento, particularmente na interface com a execução da obra.</li> </ul>

Melhado *et al.* (2005) destaca que a coordenação do projeto envolve tanto funções gerenciais quanto funções técnicas. Funções gerenciais com intuito de fomentar a integração e a cooperação dos agentes envolvidos. Funções técnicas relacionadas com a solução e integração técnica entre as diversas especialidades e entre o projeto e o sistema de produção da obra, incluindo soluções de problemas de

compatibilização. A coordenação de projetos demanda ainda a articulação e o questionamento das especialidades de projeto em benefício do todo, exigindo do coordenador um amplo conhecimento multidisciplinar, inclusive relacionados à execução, e uma elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar os profissionais envolvidos. Na Tabela 2, são apresentadas algumas competências demandadas para o coordenador de projetos.

TABELA 2 – Competências úteis ao coordenador de projetos (FONTENELLE (2002) *apud* MELHADO *et al.*, 2005).

<b>Competências e Conhecimentos do Coordenador</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Facilidade para lidar com problemas complexos e multidisciplinares;</li><li>- Capacidade de seleção e formação de equipe segundo as capacidades / especialidades demandadas pela natureza do empreendimento a ser projetado;</li><li>- Capacidade de identificação de atividades necessárias ao desenvolvimento do projeto;</li><li>- Conhecimentos de planejamento e programação de processos para distribuição das atividades no tempo;</li><li>- Capacidade de gestão de custos e programação dos recursos para o projeto;</li><li>- Capacidade de previsão e controle de prazos;</li><li>- Capacidade de tomada de decisões de caráter gerencial, como a aprovação de produtos intermediários e liberação para início de etapas do projeto;</li><li>- Formação e experiência para identificação e caracterização das interfaces técnicas entre especialidades;</li><li>- Capacidade para estabelecer diretrizes e parâmetros técnicos relativos às características dos produtos, dos processos de aquisição e dos processos de execução envolvidos;</li><li>- Capacidade para ordenação do fluxo de informações entre os agentes envolvidos;</li><li>- Capacidade para analisar soluções técnicas e o grau de solução global atingida;</li><li>- Liderança e presença de espírito para mediar conflitos e conduzir soluções negociadas;</li><li>- Agilidade nas decisões e na validação das soluções de projeto propostas.</li></ul>

Ainda segundo Melhado *et al.* (2005), a coordenação de projetos também não deve ser confundida com a compatibilização de projetos. A coordenação envolve a interação entre os diversos projetistas desde as primeiras etapas do processo de projeto para viabilizar as soluções, o que não elimina a possibilidade de discrepâncias entre as informações produzidas pelas diferentes especialidades. Já na compatibilização, é feita a sobreposição dos projetos das diferentes especialidades para verificar interferências, e que então a coordenação solucione os problemas evidenciados.

Para privilegiar a racionalização e a qualidade das soluções do projeto, a compatibilização deve ser posterior à coordenação de projetos, no momento em que os projetos já estão concebidos, mas podem conter possíveis incoerências (MELHADO *et al.*, 2005). A compatibilização também é facilitada à medida que acontece a partir dos estudos preliminares e em cada uma das etapas do projeto: anteprojeto, projetos legais e projeto executivo (RODRÍGUEZ e HEINECK (2011) *apud* RODRIGUEZ, 2005).

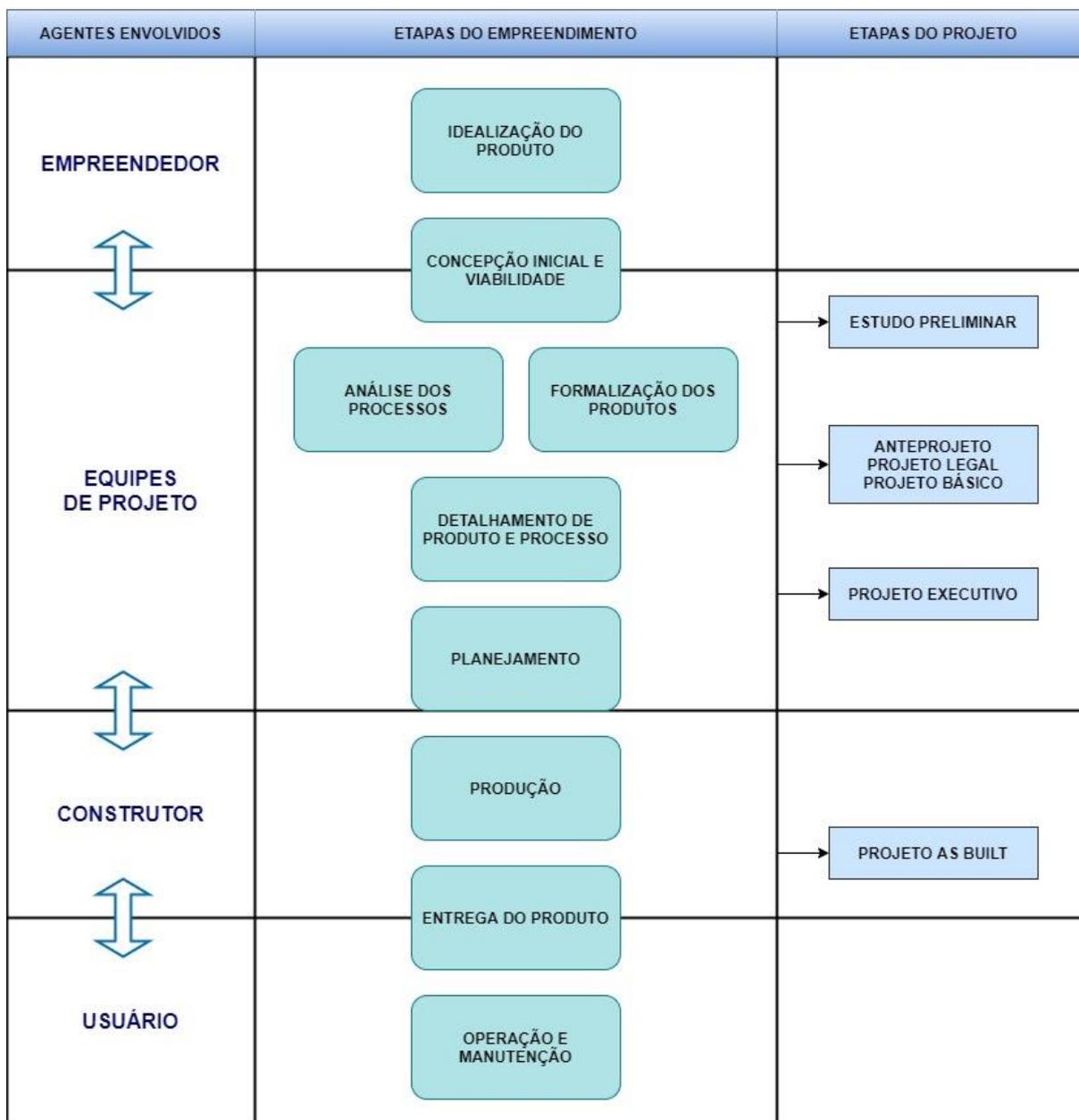
#### **4.5. Fluxograma do Processo de Projeto**

O processo de projeto se caracteriza pelo caráter de detalhamento progressivo, que ocorre em paralelo com interações dinâmicas, a partir da sucessão de diferentes etapas em níveis crescentes de detalhamento, onde a liberdade de decisão entre alternativas é gradativamente substituída pelo amadurecimento e detalhamento das soluções adotadas (FABRICIO, 2002 e MELHADO *et al.*, 2005).

A modelagem do processo de projeto em forma de fluxograma, indicando etapas e atividades, é necessário para o gerenciamento do processo e entendimento do fluxo de informações, definição dos participantes, planejamento do processo e alcance do processo (RODRIGUEZ, 2005).

A Figura 4 apresenta o processo de projeto no fluxograma geral de atividades do empreendimento da construção, mostrando os principais agentes e principais etapas do projeto.

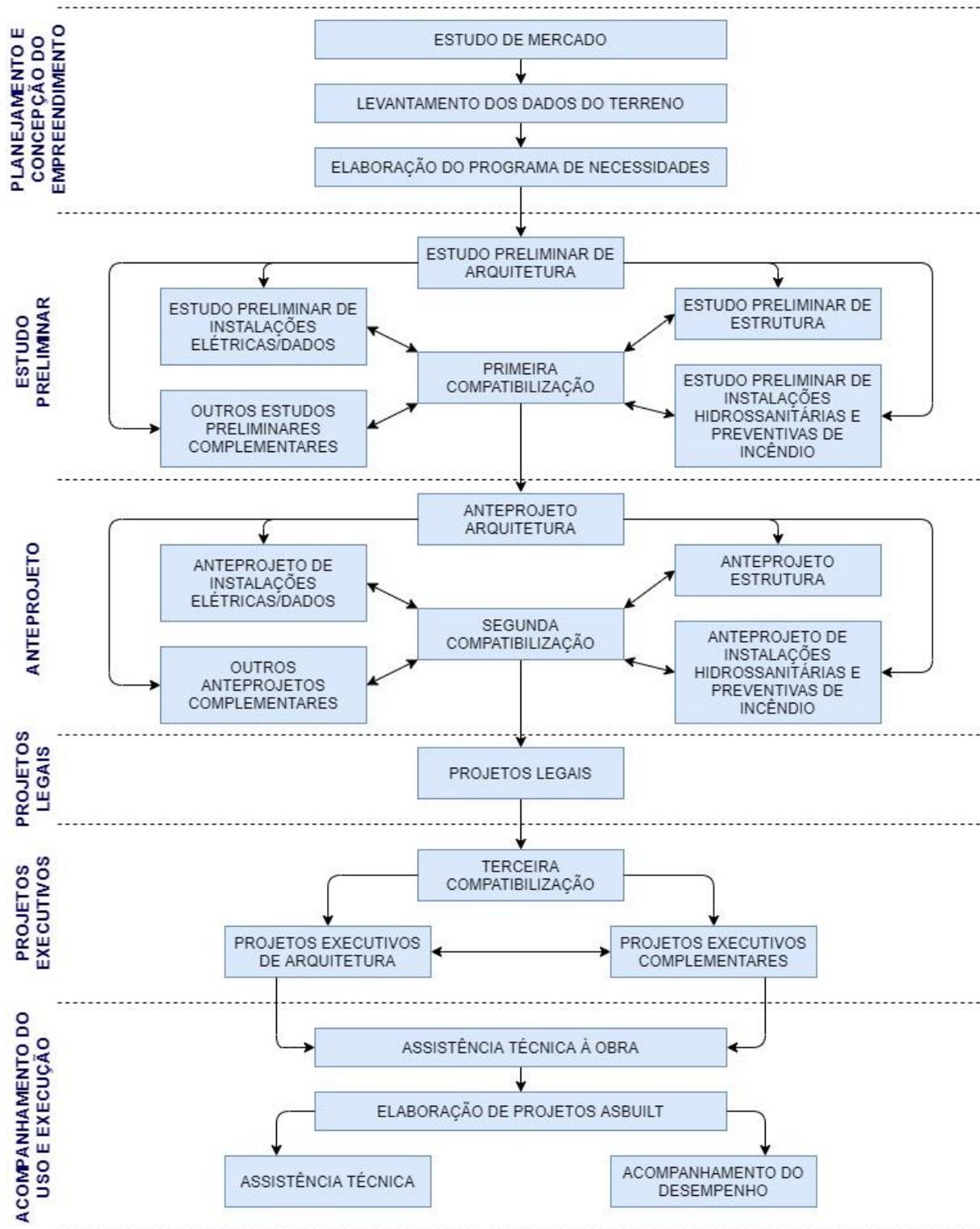
FIGURA 4 – Processo de desenvolvimento de projeto (MELHADO *et al.*, 2005).



Rodriguez (2005) apresenta em seu trabalho, realizado através de estudos de casos, o macro fluxo do processo de projeto da Figura 5, indicando as etapas de projeto e atividades gerais mais comumente identificados em empreendimentos do mercado imobiliário, similares às etapas indicadas no fluxograma geral de atividades de Melhado *et al.*, 2005: estudo preliminar, anteprojeto, projetos legais, projeto executivo e projeto *as built*. Trata-se de um modelo geral de referência que deve ser adaptado conforme as características particulares de cada projeto de edificações e a

partir do qual devem ser gerados novos fluxogramas específicos para cada etapa do projeto.

FIGURA 5 – Macro fluxo do processo de projeto (RODRIGUEZ, 2005).



No macro fluxo apresentado, pode-se observar que os dados de entrada do processo de projeto veem inicialmente do planejamento e concepção do empreendimento e que os dados de saída se destinam à execução e ao uso da edificação, cujo desempenho deve atender às expectativas inicialmente formuladas. Destaca-se o papel do projeto de arquitetura como definidor das diretrizes a serem seguidas pelos projetos das demais disciplinas envolvidas em uma edificação, chamados projetos complementares ou projetos de engenharia.

É evidenciado o caráter multidisciplinar e interativo do processo de projeto, para o qual é necessária a coordenação do processo e a compatibilização dos projetos, buscando a integração das disciplinas e a geração de um conjunto de produtos e serviços harmônicos que convergem em torno dos objetivos do empreendimento (MELHADO *et al.*, 2005).

#### **4.6. Etapas de Projeto**

No contexto de empreendimentos imobiliários, Rodriguez (2005) apresenta em seu trabalho um resumo contendo as etapas do processo de projeto, segundo diferentes autores nacionais, conforme Tabela 3. Cabe ressaltar que o resumo foi atualizado com a norma NBR 16636-2 (ABNT, 2017), substituta da antiga norma NBR 13531, e com as etapas conforme Melhado *et al.* (2005).

Quando comparadas as etapas apresentadas, observa-se que, além de diferentes nomenclaturas para as mesmas etapas, não há uniformidade geral entre os autores. Mas existe uma concordância quanto às etapas da fase de desenvolvimento de projetos e há algumas divergências nas etapas das fases concepção e de acompanhamento da execução e uso. Fabricio (2002) constata que as referências normativas e bibliografias apresentam diferentes subdivisões e etapas para o desenvolvimento do projeto na construção de edificações, diferenciando-se na nomenclatura utilizada, no número de etapas e até mesmo na abrangência do processo de projeto.

TABELA 3 – Etapas do processo de projeto de edificações segundo diferentes autores nacionais (adaptado de RODRIGUEZ, 2005, NBR 16636-2, 2017 e MELHADO *et al.*, 2005).

FASE	ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO			
	Melhado (2005)	Tzortzopoulos (1999)	Rodríguez e Heineck (2002)	NBR 16636-2 (2017)
Concepção	Definições preliminares	Planejamento e concepção do empreendimento	Planejamento e concepção do empreendimento	Levantamento de informações preliminares
	Programa de necessidades			Programa geral de necessidades
	Levantamento de dados			Estudo de viabilidade do empreendimento
Desenvolvimento de projetos	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudo preliminar	Estudos preliminares (arquitetônico e complementares)
	Anteprojeto e Projeto Básico	Anteprojeto	Anteprojeto	Estudo de viabilidade de arquitetura
	Projeto legal	Projeto legal	Projeto legal	Anteprojetos (Arquitetônico e complementares)
	Projeto executivo e projeto para produção	Projeto executivo	Projeto executivo	Projeto para licenciamento
Acompanhamento da execução e uso	Elaboração do plano de ataque da obra, simulação de soluções alternativas	Acompanhamento de obra	Acompanhamento de obra	Projetos executivos (arquitetônico, complementares e completo)
	Projeto <i>as-built</i>	Acompanhamento de uso	Acompanhamento de uso	

Melhado *et al.* (2005) apresenta, de forma sucinta, os produtos e respectivos conteúdo de cada etapa do projeto, descritos na Tabela 4 juntamente com as definições pela norma NBR 16636-2 (ABNT, 2017).

TABELA 4 – Produtos e conteúdo das etapas do processo de projeto de edificações  
(MELHADO *et al.*, 2005 e NBR 16636-2, 2017).

<b>ETAPA: Idealização do produto</b>	
<b>PRODUTO DA ETAPA</b>	<b>CONTEÚDO DO PRODUTO</b>
<b>Definições preliminares</b>	Definições dos objetivos do edifício, dos prazos e recursos disponíveis para o projeto e obra, dos padrões de construção e acabamentos pretendidos. Critérios e parâmetros de projeto, restrições técnicas, tecnológicas, legais, ambientais e econômicas, aprovações e licenças requeridas.
<b>Programa de necessidades</b>	Conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidos pela edificação a ser concebida, tais como: características funcionais do edifício; as atividades que irá abrigar; a compartimentação e o dimensionamento preliminares; a população fixa e variável; o fluxo (interno e externo) de pessoas, veículos e materiais; e as instalações e equipamentos básicos a serem utilizados. Programa geral de necessidades (NBR 1636-2, 2017): conjunto sistematizado de necessidades humanas, socioambientais e funcionais do contratante, objetivando a materialização do projeto.
<b>ETAPA: Desenvolvimento do produto</b>	
<b>Levantamento de dados</b>	Informações legais sobre o terreno, levantamento planialtimétrico detalhado, caracterização do solo, dados geoclimáticos e ambientais locais, informações sobre o entorno (uso e ocupação do solo), levantamento da legislação relacionada (arquitetura, urbanística, segurança, etc.) em nível municipal, estadual, federal e concessionárias. Levantamento de informações preliminares (NBR 1636-2, 2017): etapa destinada à coleta das informações de referência que representem as condições preexistentes, de interesse para instruir a elaboração do projeto.
<b>Estudo preliminar</b>	Concepção e representação gráfica preliminar, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo avaliar o partido arquitetônico adotado e a configuração física das edificações, inclusive a implantação no terreno. Estudo preliminar (NBR 1636-2, 2017): etapa destinada ao dimensionamento preliminar dos conceitos do projeto da edificação ou dos espaços livres públicos e privados a ser realizada por profissional habilitado.
<b>ETAPA: Fomalização</b>	
<b>Anteprojeto</b>	Representação intermediária da solução adotada para o projeto, em forma gráfica e de especificações técnicas, incluindo definição de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e de fundação, concepção de sistemas de instalações prediais, com informações que permitam avaliações preliminares da qualidade do projeto e dos custos das obras. Anteprojeto arquitetônico (NBR 1636-2, 2017): etapa destinada à concepção e à representação das informações técnicas provisórias de detalhamento do projeto arquitetônico da edificação, ou dos espaços urbanos e de seus elementos, instalações e componentes, a ser realizada por profissional legalmente habilitado. Anteprojetos complementares (NBR 1636-2, 2017): etapa destinada ao dimensionamento preliminar dos conceitos dos projetos a serem elaborados pelas especialidades envolvidas e decorrentes dos projetos arquitetônicos que definiram os espaços.

<b>Projeto legal</b>	Apresenta informações técnicas suficientes na forma padronizada para aprovação do projeto com autoridades competentes. Estas, baseadas nas informações apresentadas e nas respectivas exigências legais (municipais, estaduais ou federais), expedem alvarás e licenças para execução de obras. Após vistoria do Corpo de Bombeiros também há o Certificado de Vistoria e Conclusão de Obras (CVCO). Projeto para licenciamentos (NBR 1636-2, 2017): Etapa destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação do projeto arquitetônico ou urbanístico, pelas autoridades competentes, com base nas exigências legais (municipal, estadual e federal), e à obtenção do alvará ou das licenças e demais documentos indispensáveis para as atividades de construção.
<b>Projeto Básico ou pré-executivo</b>	Projeto para licenciamentos: Etapa destinada à representação das informações técnicas necessárias à análise e aprovação do projeto arquitetônico ou urbanístico, pelas autoridades competentes, com base nas exigências legais (municipal, estadual e federal), e à obtenção do alvará ou das licenças e demais documentos
<b>ETAPA: Detalhamento</b>	
<b>Projeto executivo</b>	Representação final e completa das edificações e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para perfeita e abrangente compreensão do projeto, elaboração do orçamento e contratação das atividades de construção correspondente (ressalta-se que, no setor privado, as obras têm sido comumente contratadas antes do detalhamento do projeto). Enfim, representa a caracterização do produto em seu mais elevado grau de fidedignidade. Pode incluir cadernos, em formato A4, com detalhes de acabamentos, serralheria, marcenaria, rochas ornamentais, caixilhos e outros. Projeto executivo (NBR 1636-2, 2017): Etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas dos projetos arquitetônicos, urbanísticos e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação ou contratação e à execução dos serviços de obra correspondentes.
<b>Projeto para produção</b>	Conjunto de elementos de projeto elaborado de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de disposição e sequência das atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; entre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.
<b>ETAPA: Planejamento para a execução</b>	
<b>Elaboração do plano de ataque da obra, simulação de soluções alternativas</b>	Simulação de alternativas técnica e econômicas propostas pelo construtor ou pelo representante do cliente, com o intuito de permitir a racionalização da produção ou adequar o projeto à cultura construtiva da construtora, favorecendo a gestão de custos e prazos do projeto e a conformidade com os requisitos do cliente.
<b>ETAPA: Entrega</b>	
<b>Projeto <i>as-built</i></b>	Atualiza as informações contidas no projeto executivo que tenham sido modificadas ao longo do período de execução da obra. Cadastro como construído ( <i>as built</i> ) (NBR 1636-2, 2017): Etapa destinada a documentar tecnicamente e de forma fiel os resultados da obra executada a partir dos projetos e eventuais alterações realizadas, com anuência dos autores e respectivos responsáveis técnicos dos projetos.

## 4.7. Etapas de Projeto – Empreendimentos Industriais

No âmbito industrial, segundo Tamietti (2011), um projeto de implantação de uma instalação industrial é um processo contínuo e interativo, desde a sua ideia inicial até o início de sua operação, e se desenvolve através de fases sucessivas. A engenharia de projeto constitui uma das etapas da implantação de um empreendimento industrial, caracterizando-se pelo elevado grau de interação com as demais etapas. No contexto de empreendimentos industriais, Tamietti (2011) organiza a engenharia de projetos em quatro etapas: projeto conceitual, projeto básico, projeto executivo e projeto *as built*.

### 4.7.1. Projeto Conceitual

A etapa de projeto conceitual é a etapa inicial da engenharia de projeto de um empreendimento, sendo a ligação entre as diretrizes estratégicas empresariais com os projetos de engenharia. Ela permite a verificação das condições de viabilidade técnica e econômica do empreendimento, através da transformação de uma série de dados em uma solução de engenharia, e fornece os parâmetros gerais do empreendimento para iniciar a etapa seguinte do projeto básico (TAMIETTI, 2009).

O projeto conceitual é formulado paralelamente a outros estudos, tais como estudos de mercado, estudos de tamanho, estudos locacionais, análise de requisitos legais, análise de custos e receitas e análise de rentabilidade, com os quais se relaciona de forma ativa para definir a concepção do empreendimento, incluindo as seguintes informações (TAMIETTI, 2011):

- premissas básicas e características gerais do empreendimento;
- mix de produtos no estudo de mercado;
- capacidade de produção no estudo do tamanho do empreendimento;
- análise dos fatores que afetam o estudo locacional do empreendimento;
- dimensionamentos básicos iniciais;

- balanços de massa e entálpicos da unidade industrial.

A etapa de projeto conceitual compreende, em geral, as seguintes atividades (CII, 2020 e TAMIETTI, 2011):

- análise das alternativas de processos de produção e seleção das melhores abordagens de projeto identificadas;
- elaboração dos fluxogramas de processo;
- elaboração do plano diretor preliminar;
- elaboração do arranjo preliminar das unidades industriais;
- especificações sumárias dos equipamentos;
- elaboração do cronograma preliminar de implantação, através de um plano inicial de execução;
- estimativas de custo para confirmar a viabilidade do projeto.

#### 4.7.2. Projeto Básico

Segundo a resolução 361 do CONFEA (1991), projeto básico é:

“Art. 1º - O Projeto Básico é o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução.

Art. 2º - O Projeto Básico é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos e projetos, precedido por estudos preliminares, anteprojeto, estudos de viabilidade técnica, econômica e avaliação de impacto ambiental, e sucedido pela fase de projeto executivo ou detalhamento.”

A etapa de projeto básico visa reunir as informações iniciais relativas ao empreendimento, estudar as alternativas existentes e apresentá-las de forma ordenada sob o aspecto de desenhos preliminares, memoriais descritivos e critérios de projeto. Os documentos produzidos nesta etapa devem ter o nível de detalhe suficiente para a completa definição do escopo do processo e de fornecimento de equipamentos; os subsídios essenciais ao desenvolvimento

da etapa posterior de engenharia detalhada; e informações adequadas para apoiar efetivamente as fases de aquisição e construção para a implantação do empreendimento (CII, 2020 e TAMIETTI, 2009).

Antes que se efetuem dispêndios importantes com a aquisição de componentes e execução de obras, o projeto básico consolida, a partir das informações resultantes do projeto conceitual, diversos aspectos de engenharia de uma planta industrial, tais como (CII, 2020 e TAMIETTI, 2009):

- seleção da alternativa tecnológica adequada aos objetivos do empreendimento;
- definição e especificação das características técnicas finais dos produtos e processos de produção;
- informações para requisições técnicas de compra dos equipamentos, materiais e sistemas e para contratação de serviços necessários à implantação do empreendimento;
- informações para obtenção das diversas aprovações em órgãos públicos ou financeiros;
- cronogramas de implantação e estimativas de orçamento, através de um plano de execução do empreendimento.

A etapa de projeto básico compreende, em geral, as seguintes atividades (TAMIETTI, 2009):

- definição de critérios de projeto, de padrões técnicos e comerciais, levando em consideração o atendimento à normas pertinentes;
- elaboração dos fluxogramas de engenharia;
- elaboração dos arranjos das unidades de produção e sistema de utilidades;
- dimensionamento geral dos equipamentos;
- concepção de sistemas de utilidades;
- elaboração dos diagramas elétricos unifilares e de instrumentação;
- pré-dimensionamento estrutural e de fundação;

- especificação e seleção de materiais e componentes;
- elaboração das especificações técnicas de compra dos equipamentos, serviços e materiais;
- elaboração das memórias de cálculo.

Geralmente em empreendimentos industriais, a etapa de projeto básico engloba ainda os projetos legais, que podem ser caracterizados a partir de Melhado *et al.* (2005):

“representação de informações técnicas suficientes na forma padronizada para aprovação do projeto com autoridades competentes, as quais, baseadas nas informações apresentadas e nas respectivas exigências legais (municipais, estaduais ou federais), expedem alvarás e licenças para execução e operação do empreendimento.”

Nessa etapa são também elaborados os estudos de licenciamento ambiental para a implantação e operação do empreendimento, a depender das características do projeto: estudo de impacto ambiental (EIA), relatório de impacto do meio ambiente (RIMA), relatório de controle ambiental (RCA), plano de controle ambiental (PCA), plano de utilização pretendida (PUP), estudos de outorga de recursos hídricos, estudos de compensações ambientais, estudos de fauna, estudos de hidrologia, estudos de arqueologia e estudos de espeleologia, entre outros.

#### 4.7.3. Projeto Detalhado

Projeto detalhado, também chamado de projeto executivo, é a etapa subsequente ao projeto básico, e compreende a realização das atividades de detalhamento para as múltiplas disciplinas e a produção dos documentos de suporte à aquisição, fabricação, construção e montagem, comissionamento e início de operação de todos os itens que compõem o empreendimento. As principais entregas dessa etapa são os documentos para construção e documentos de aquisição (CII, 2020).

Os documentos de engenharia produzidos nessa etapa, a partir das informações resultantes do projeto básico e dos desenhos de fornecedores,

devem ter todos os parâmetros de engenharia da planta e ter nível de detalhe suficiente para a completa execução de todas as atividades de campo necessárias à implantação do empreendimento e devem conter os subsídios necessários ao gerenciamento da implantação. O detalhamento do projeto é a fase definitiva para a implantação física do empreendimento e o seu sucesso é altamente dependente da assertividade das decisões tomadas na etapa de projeto básico (TAMIETTI, 2009).

A partir do conteúdo do projeto executivo de edificações apresentado por Melhado *et al.* (2005), pode-se caracterizar o conteúdo do projeto executivo industrial como: representação final e completa das instalações industriais e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para a perfeita e abrangente compreensão do projeto, elaboração do orçamento, aquisições, fabricação, construção e montagem, comissionamento e operação; representando a caracterização do produto em seu mais elevado grau de fidedignidade.

#### 4.7.4. Projeto *As Built*

O projeto *as built*, ou “como construído”, contempla os dados do projeto inicial acrescido pelas informações das alterações ocorridas ao longo da fase de execução do empreendimento. Ou seja, consiste na atualização dos documentos elaborados nas etapas anteriores conforme a real situação implantada. A base para a atualização dos documentos são as alterações e modificações observadas através do acompanhamento multidisciplinar de engenharia durante as fases de fabricação, construção e montagem e pré-operação (TAMIETTI, 2009).

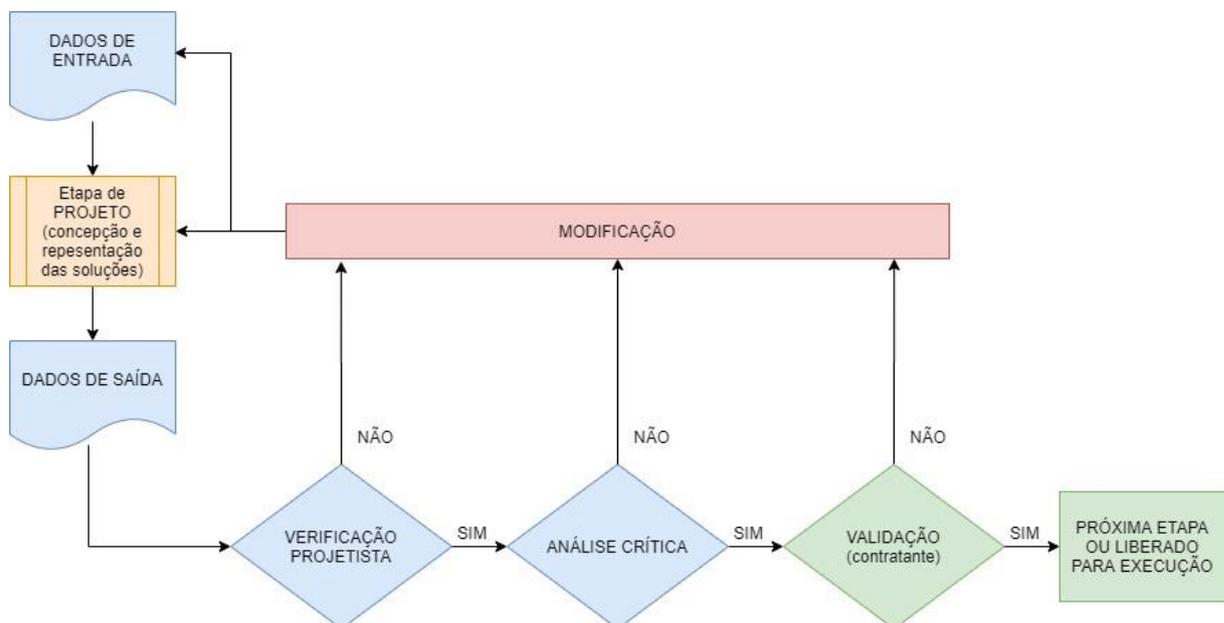
A definição de projeto *as built* conforme a NBR 16636-2 (ABNT, 2017) também é aplicável aos projetos industriais:

“etapa destinada a documentar tecnicamente e de forma fiel os resultados da obra executada a partir dos projetos e eventuais alterações realizadas, com anuência dos autores e respectivos responsáveis técnicos dos projetos.”

#### 4.8. Controle no Processo de Projeto

Em cada etapa de projeto, dados de entrada (informações) alimentam o desenvolvimento do projeto gerando dados de saída (produtos). Segundo Melhado *et al.* (2005), os dados de saída devem ser submetidos a um processo de controle que inclui um circuito de verificação, análise crítica e validação que pode demandar modificações no desenvolvimento do projeto. No caso de ocorrer a não aceitação durante o processo de controle, o processo de projeto deve ser retomado e a solução de projeto revisada e modificada. Uma vez validadas as saídas produzidas, os elementos de projeto seguem para a etapa seguinte ou, no caso de etapas finais, seguem para execução. A Figura 6 apresenta o diagrama de controle das etapas do processo de projeto.

FIGURA 6 – Diagrama de controle das etapas do processo de projeto (adaptado de MELHADO *et al.*, 2005).



Os dados de entrada podem ser requisitos do planejamento e concepção do empreendimento, requisitos do usuário, requisitos de construtibilidade e manutenibilidade, normas e exigências legais, recomendações de normas técnicas e eventuais elementos de projeto já desenvolvidos em etapas anteriores.

Segundo Melhado e Silva (2016), a disponibilidade e confiabilidade dos dados de entrada estão diretamente relacionadas ao grau de incerteza envolvido no

processo de projeto, podendo afetar a qualidade dos produtos gerados. Visando mitigar riscos e assegurar resultados favoráveis, é necessário realizar a avaliação das informações de entrada do processo de projeto quanto à sua suficiência para atender às necessidades do empreendimento, em todas as suas etapas.

Já a verificação do projeto é uma atividade de responsabilidade do projetista que faz parte do próprio desenvolvimento do projeto. A análise crítica é entendida como avaliação do projeto ou de suas partes para propor alterações ou complementações, com o intuito de atender uma determinada diretriz ou objetivo ou quaisquer outros que contribuam para incrementar a qualidade do produto final. A análise crítica pode ser desenvolvida ou contratada pelo cliente e deve ser realizada ao final das principais etapas de projeto, sendo conduzida, preferencialmente, por profissional experiente, imparcial e independente da equipe projetista. Por último, a solução de projeto apresentada deve ser submetida à validação pelo contratante (MELHADO *et al.*, 2005).

Melhado *et al.* (2005) ressalta ainda que, para a coordenação do processo e para criação de mecanismos de controle, faz-se necessária a utilização de indicadores que permitam garantir a obtenção dos resultados pretendidos e a correção de eventuais desvios, adequando o projeto à finalidade e destinação do empreendimento e às necessidades do construtor e cronograma. Os indicadores a serem avaliados ao final de cada etapa do processo de projeto devem ser definidos pelo coordenador de projeto em conjunto com os líderes das diferentes especialidades.

## **5. ESTUDO DE CASO – PROJETO BÁSICO NA MINERAÇÃO**

### **5.1. Caracterização do Empreendimento**

O empreendimento objeto do estudo de caso é a expansão de uma unidade industrial de beneficiamento de minério de ferro, parte do plano de investimentos e do planejamento estratégico de uma indústria brasileira que atua no ramo de siderurgia e mineração, tanto no mercado nacional quanto no mercado internacional. Com o objetivo de manter seus ativos e expandir sua capacidade produtiva, a empresa destina altos valores de investimentos nos chamados projetos de capital, empregando diversas ferramentas de gestão em seus processos de engenharia e obras.

A principal justificativa para a implantação do empreendimento é preservar o abastecimento de minério de ferro para as operações industriais do empreendedor, fazendo-se necessária a expansão de sua unidade de beneficiamento de minério de ferro existente em Minas Gerais. Para isso, foi concebida uma nova rota de processo que inclui as etapas de britagem, peneiramento, moagem, deslamagem, flotação, espessamento, sistemas de bombeamento de concentrado e rejeito e respectivas filtragens, prevendo uma capacidade de produção acima de 5,0 milhões de tonelada por ano.

A etapa de projeto básico do empreendimento foi desenvolvida ao longo do ano de 2020, com o objetivo principal de consolidar o escopo do empreendimento, através da definição das soluções tecnológicas, e consolidar a estimativa de orçamento e o cronograma de implantação, além da obtenção das aprovações em órgãos públicos, principalmente nos órgãos ambientais. Uma vez consolidadas essas informações, será realizada a análise de viabilidade do empreendimento para avaliação conforme governança e diretrizes corporativas da empresa, resultando na autorização, ou não, do investimento para implantação.

### **5.2. Análise das Equipes Envolvidas**

Para o desenvolvimento do projeto básico, na estrutura organizacional da empresa empreendedora, ou proprietária, está alocada a Equipe de Engenharia, responsável pela gestão dos contratos necessários ao desenvolvimento de estudos

conceituais e projetos básicos de todos os empreendimentos relacionados à área de mineração da empresa, sendo o pesquisador um integrante dessa equipe. Cabe ressaltar que os profissionais da Equipe de Engenharia têm como papel principal especificar, contratar, coordenar e gerenciar os contratos de empresas de projeto e consultorias especializadas necessários ao desenvolvimento dos estudos sob sua responsabilidade. Dessa forma, a Equipe de Engenharia tem como meta a conclusão dos contratos de engenharia dentro do custo, prazo e escopo contratados.

No caso do projeto básico para o empreendimento de expansão da unidade de beneficiamento de minério de ferro, foram contratadas duas empresas locais de engenharia (Empresa A e Empresa B), sendo ambas as empresas consolidadas no mercado e com vasta experiência no desenvolvimento de projetos industriais no setor de mineração.

O escopo do projeto básico foi dividido entre as empresas A e B, de acordo com o conhecimento e experiência de cada uma, ficando a Empresa A responsável pelo projeto básico do pacote de beneficiamento de minério (áreas de britagem, peneiramento, moagem, deslamagem, flotação, espessamento e filtragens); e a Empresa B responsável pelo projeto básico dos sistemas de bombeamento de concentrado e rejeito.

Para o escopo contratado da Empresa A, foi prevista a emissão de 994 documentos em um prazo contratual de 240 dias. Já para a empresa B, foi prevista a emissão de 226 documentos em um prazo contratual de 150 dias.

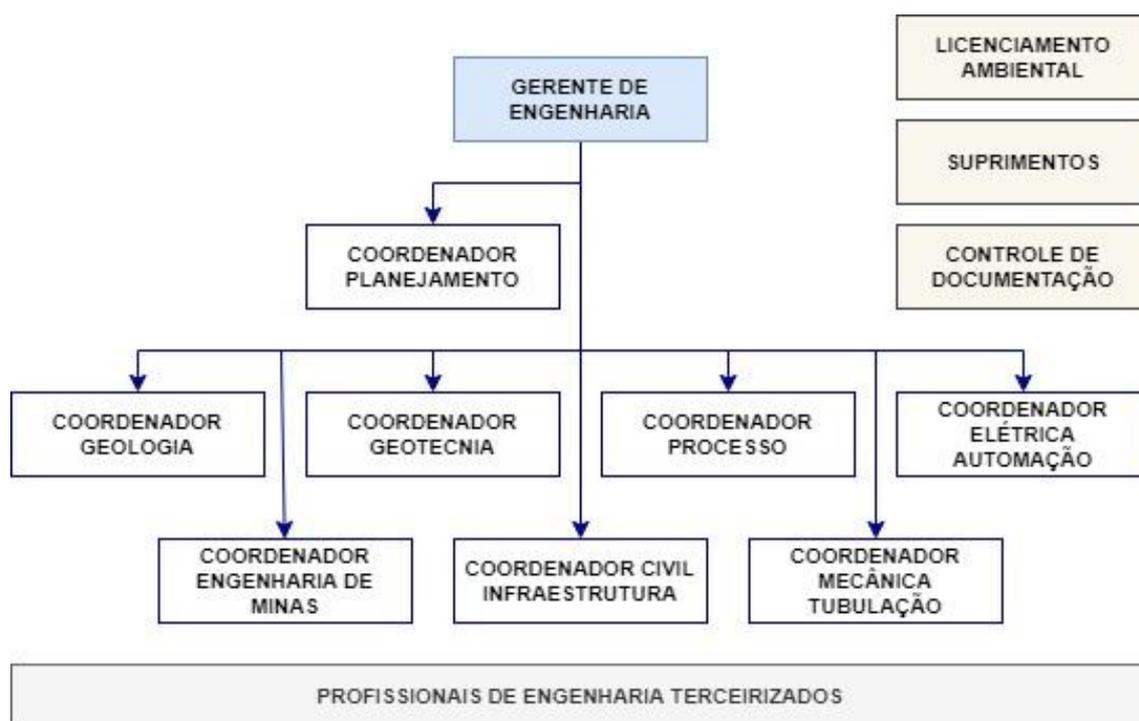
A Figura 7 mostra o organograma da Equipe de Engenharia do empreendedor, que é composta por um gerente, responsável pela gestão da equipe, por um coordenador de planejamento, responsável pelo planejamento e controle das atividades, e por profissionais com perfil técnico, responsáveis pela coordenação das diversas disciplinas envolvidas nos estudos.

Essa equipe tem suporte de recursos da equipe de controle de documentação, responsável pela gestão de documentação técnica da empresa, da equipe de licenciamento ambiental, responsável pelos estudos ambientais e processos de licenciamento junto aos órgãos públicos, e da equipe de suprimentos, responsável pelos processos de aquisição. E conta ainda com o suporte de profissionais terceirizados, como projetistas, técnicos ou engenheiros, que podem ser alocados para apoiar a equipe de forma temporária, para atender demandas específicas ou

quando necessário algum conhecimento técnico não contemplado pelos profissionais próprios.

Já as empresas de projeto de engenharia (Empresa A e Empresa B) contam com equipe própria multidisciplinar composta por profissionais experientes nas principais áreas técnicas de conhecimento necessárias a projetos da indústria mineral, como: processos industriais minerais e metalúrgicos, mecânicos, tubulações e sistemas de utilidades, arquitetura, estruturas de aço, estruturas de concreto, infraestrutura (terraplenagem e drenagem), elétrica, automação e instrumentação, proteção e combate a incêndio, engenharia econômica e SSMA (saúde, segurança e meio ambiente).

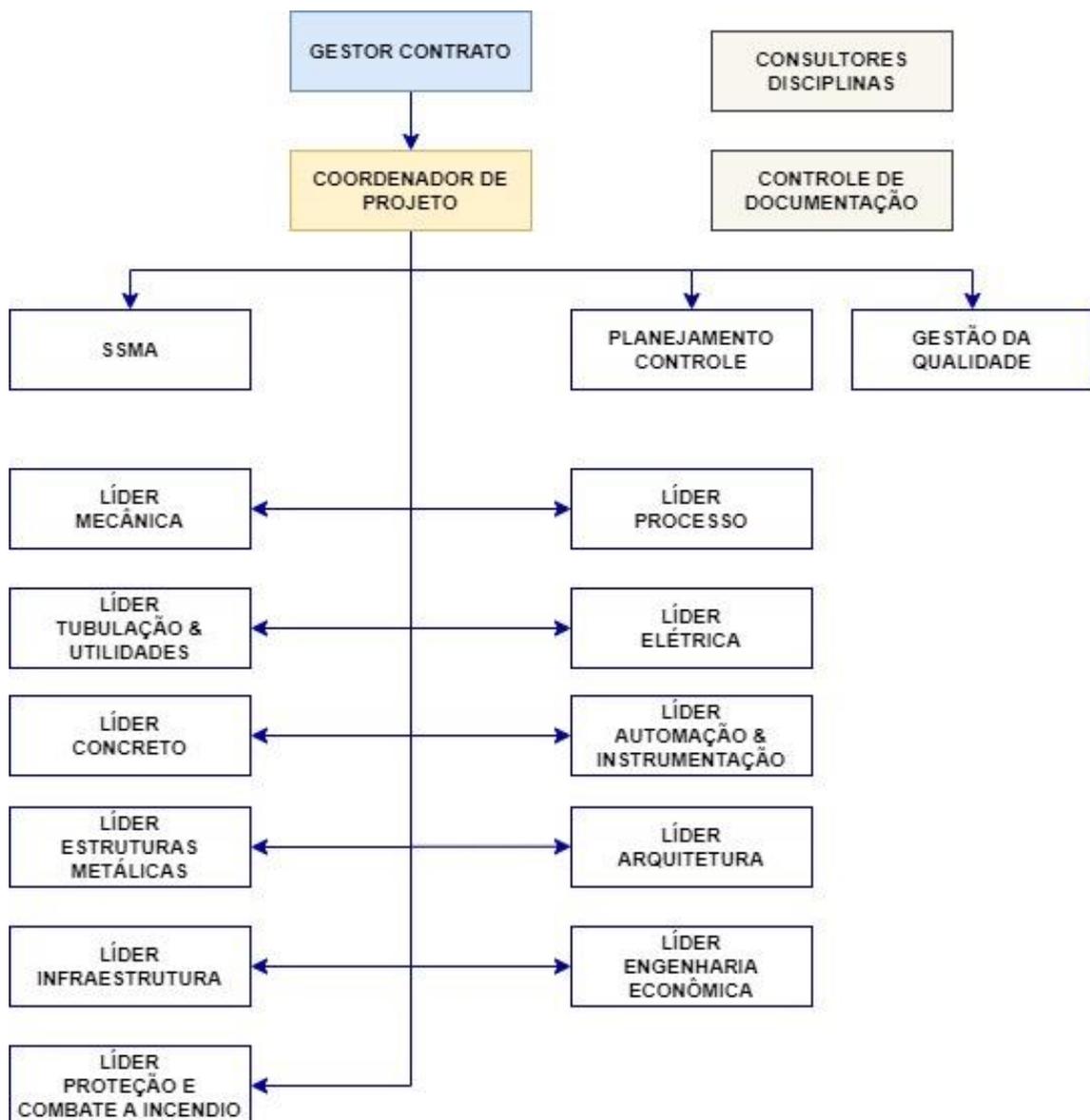
FIGURA 7 – Organograma da Equipe de Engenharia da empresa proprietária (elaborado pelo autor)



A Figura 8 mostra o organograma das equipes das empresas de projetos de engenharia, responsáveis pelo desenvolvimento do projeto básico do empreendimento, e que possuem estrutura semelhante entre si. As equipes são compostas por um gestor do contrato, responsável pela administração e gestão do contrato, por um coordenador de projeto, responsável pela coordenação multidisciplinar, por líderes para as diversas disciplinas, dedicados ao contrato e que

lideram as equipes das respectivas disciplinas, e por recursos das áreas de planejamento e controle, gestão da qualidade e SSMA (saúde, segurança e meio ambiente), também dedicados ao contrato. Além disso, as equipes têm suporte da equipe de controle de documentação e, sempre que necessário, suporte de consultores especializados do quadro próprio das empresas ou de consultores externos.

FIGURA 8 – Organograma das equipes das Empresas A e B (elaborado pelo autor).



Nas Empresas A e B, a responsabilidade da coordenação de projetos é bem definida no papel do coordenador de projetos, que é dedicado a essa função. Já por parte do empreendedor, o papel de coordenador de projetos é acumulado por um dos coordenadores de disciplina, que exerce tanto a função de coordenador de projetos quanto a função de coordenador de disciplina. De qualquer forma, durante o desenvolvimento do projeto básico, para os coordenadores de projeto envolvidos foram percebidas as competências e conhecimentos conforme descritos na Tabela 2.

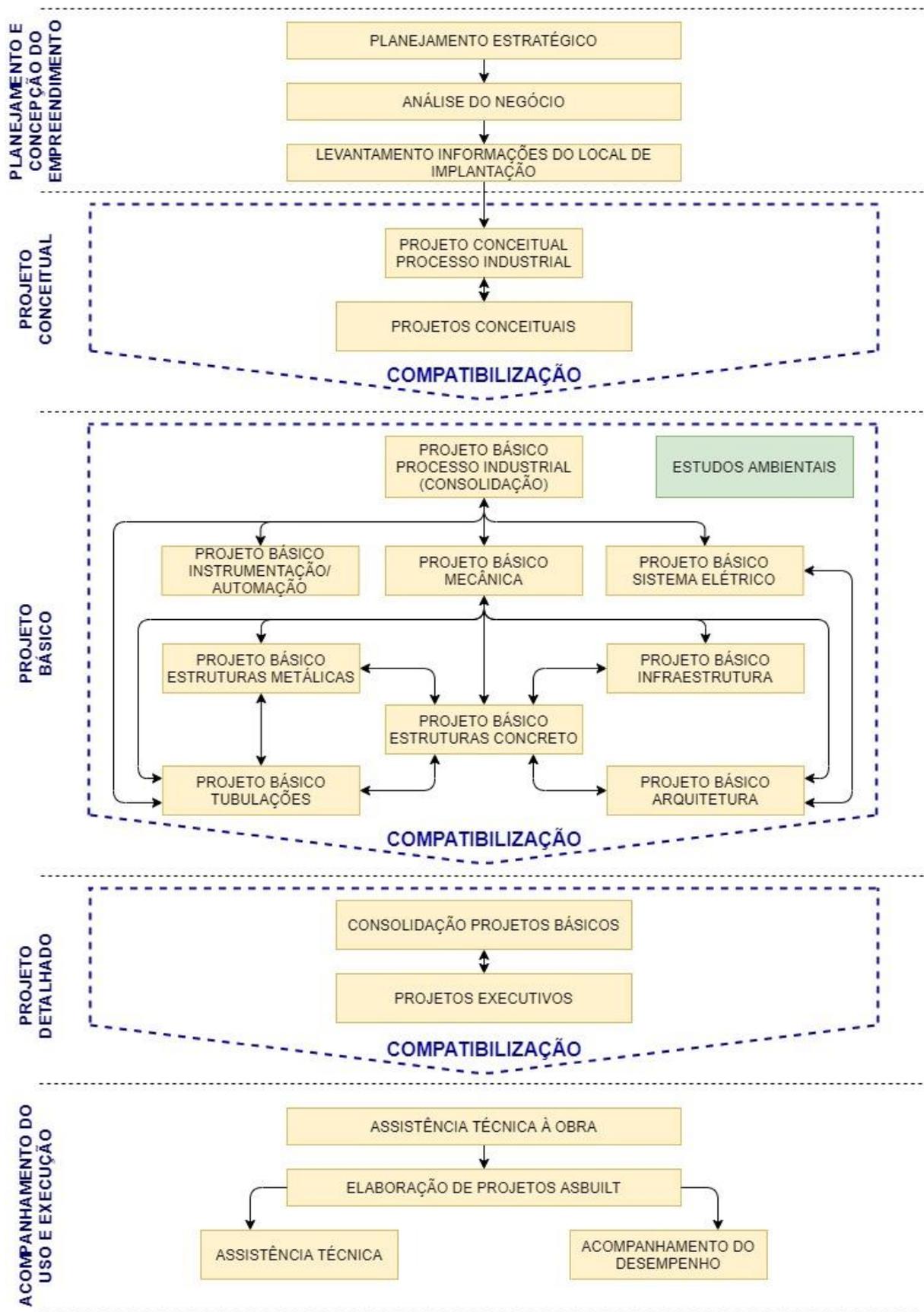
### **5.3. Macro Fluxo do Processo de Projeto**

De forma análoga ao macro fluxo desenvolvido por Rodriguez (2005), apresentado no item 4.5, foi documentado o macro fluxo do processo de projeto para o empreendimento do estudo de caso, apresentado na Figura 9, no qual estão indicadas as etapas de projeto descritas no item 4.7: projeto conceitual, projeto básico, projeto executivo e projeto *as built*. Para a etapa de projeto básico, o fluxo de informações entra as disciplinas foi documentado conforme levantado pelo pesquisador durante o desenvolvimento dos projetos pelas empresas projetistas.

Observa-se no macro fluxo que os dados de entrada do processo de projeto são fornecidos inicialmente pelo planejamento estratégico do empreendedor e da análise do negócio relativa ao empreendimento industrial, cujo desempenho deve atender às expectativas inicialmente formuladas. Os dados de saída se destinam à execução e ao uso das instalações, ressaltando, porém, que a frequência e intensidade da manutenção é muito maior nas indústrias que em edificações.

Importante destacar que é na etapa de projeto básico que são consolidadas as informações resultantes do projeto conceitual, principalmente as informações relativas aos processos industriais, que determinam os processos de transformação das matérias-primas em produtos e são definidoras das diretrizes a serem seguidas pelos projetos das demais disciplinas envolvidas em uma indústria.

FIGURA 9 – Macro fluxo do processo de projetos para o empreendimento do estudo de caso (elaborado pelo autor).



No fluxo da etapa de projeto básico, a partir da consolidação das informações da disciplina de processos industriais, são desenvolvidos os projetos de equipamentos mecânicos, os projetos de sistema elétrico e os projetos de instrumentação e automação industrial. E são, principalmente, os projetos de processos industriais, projetos de equipamentos mecânicos e projetos de sistema elétrico que fornecem informações para o desenvolvimento das demais disciplinas.

Pode se observar que o processo de projeto é caracterizado pela diversidade de especialidades técnicas, sendo uma tarefa multidisciplinar complexa que exige intenso esforço de coordenação e compatibilização para a entrega de produtos e serviços de engenharia com qualidade.

Na etapa de projeto básico, de forma genérica, para cada disciplina ocorre o processo de concepção do projeto e elaboração das soluções, seguido pelo processo de controle, conforme descrito no item 4.8, onde cada disciplina tem seus respectivos dados de entrada e dados de saída. Deve-se garantir que os dados de entrada estão consolidados e os dados de saída, por sua vez, devem ser verificados e analisados de forma crítica antes de serem utilizados como dados de entrada para outras disciplinas ou emitidos no formato de documentos para validação do contratante.

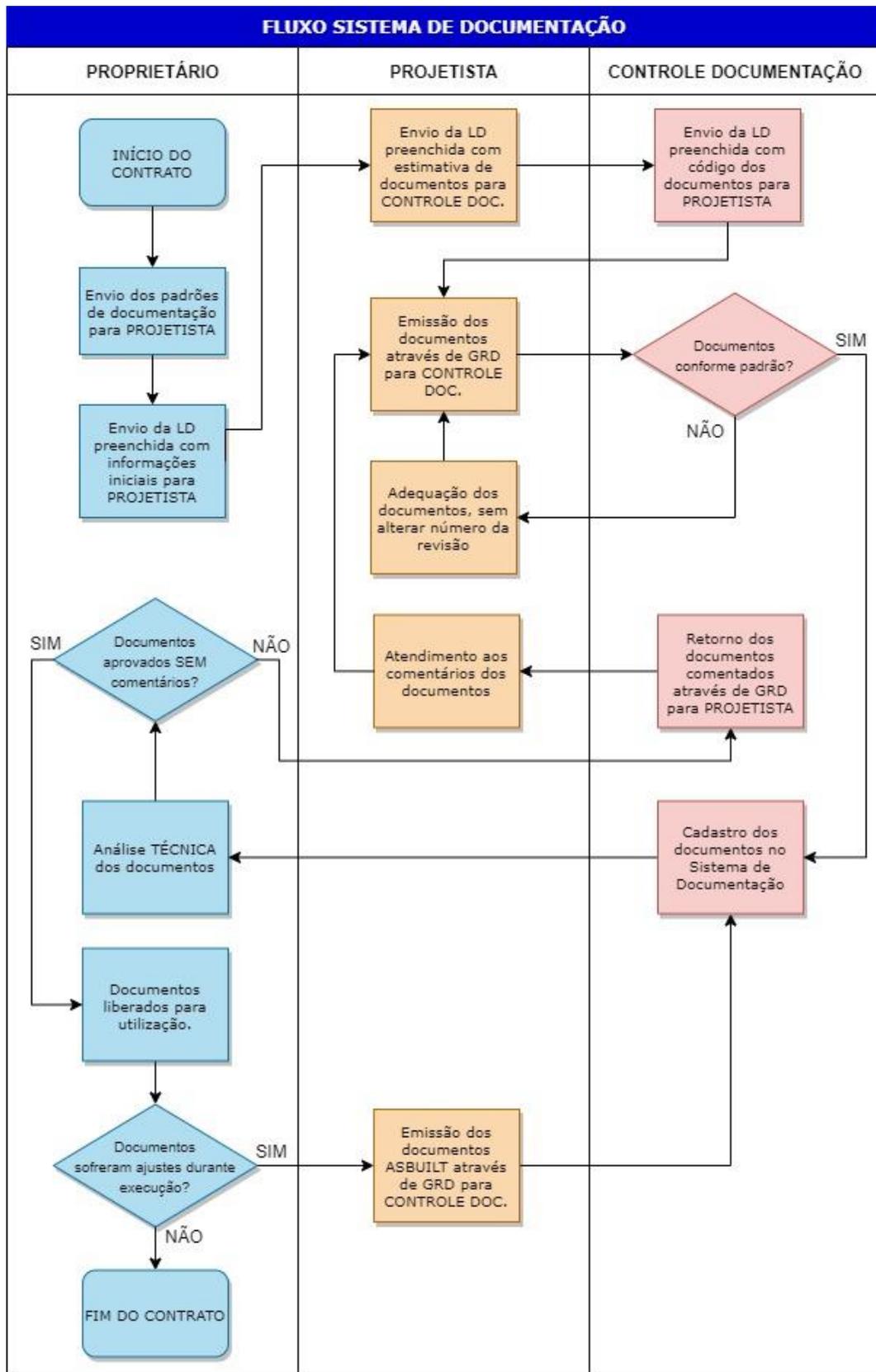
#### **5.4. Fluxo de Documentação Técnica**

Ao final do processo de concepção de projeto de cada disciplina, são emitidos para o empreendedor os produtos dos serviços de engenharia desenvolvidos pelas empresas projetistas no formato de desenhos, relatórios e memoriais.

O processo de emissão de documentos, conforme padrões de documentação da empresa proprietária, está representado no fluxograma da Figura 10, que estabelece as etapas e respectivos responsáveis para aprovação da documentação técnica envolvida em um empreendimento. É através do controle do fluxo de documentação técnica que a Equipe de Engenharia do empreendedor realiza o monitoramento e controle do contrato das empresas projetistas, verificando a emissão dos documentos conforme prazo, escopo e qualidade contratados.

Todo o trâmite de documentação é realizado por meio de um sistema de gestão eletrônica de documentos (GED), sendo que o processo ocorre sem a impressão dos documentos em papel.

FIGURA 10 – Fluxo do sistema de documentação da empresa proprietária (elaborado pelo autor).



As etapas de responsabilidade do proprietário são conduzidas pelo coordenador de projetos e sua equipe. O coordenador de projetos é responsável por garantir, no início do contrato, que a projetista iniciará as atividades com os padrões atualizados de documentação técnica. É também responsável pelo monitoramento e controle do processo de aprovação técnica da documentação emitida pela projetista, onde a análise técnica é responsabilidade dos coordenadores de disciplina e equipes.

Nas etapas de responsabilidade da projetista, é responsabilidade do coordenador de projetos o envio da lista de documentos (LD) com estimativa da quantidade total de documentos previstos para o escopo, que é utilizada como referência para o planejamento das atividades do contrato. A coordenação de projetos deve também coordenar a emissão da documentação técnica para a empresa contratante, bem como o atendimento de comentários recebidos.

Na análise técnica da documentação, os aprovadores da empresa proprietária podem atribuir as seguintes condições a um documento técnico no sistema GED:

- **aprovado:** documento sem restrições e liberado para utilização;
- **comentado:** documento com restrições e liberado para utilização desde que observados os comentários anotados no documento;
- **reprovado:** documento não liberado para utilização;
- **obsoleto:** documento desatualizado, cancelado ou substituído por outro documento e não liberado para utilização.

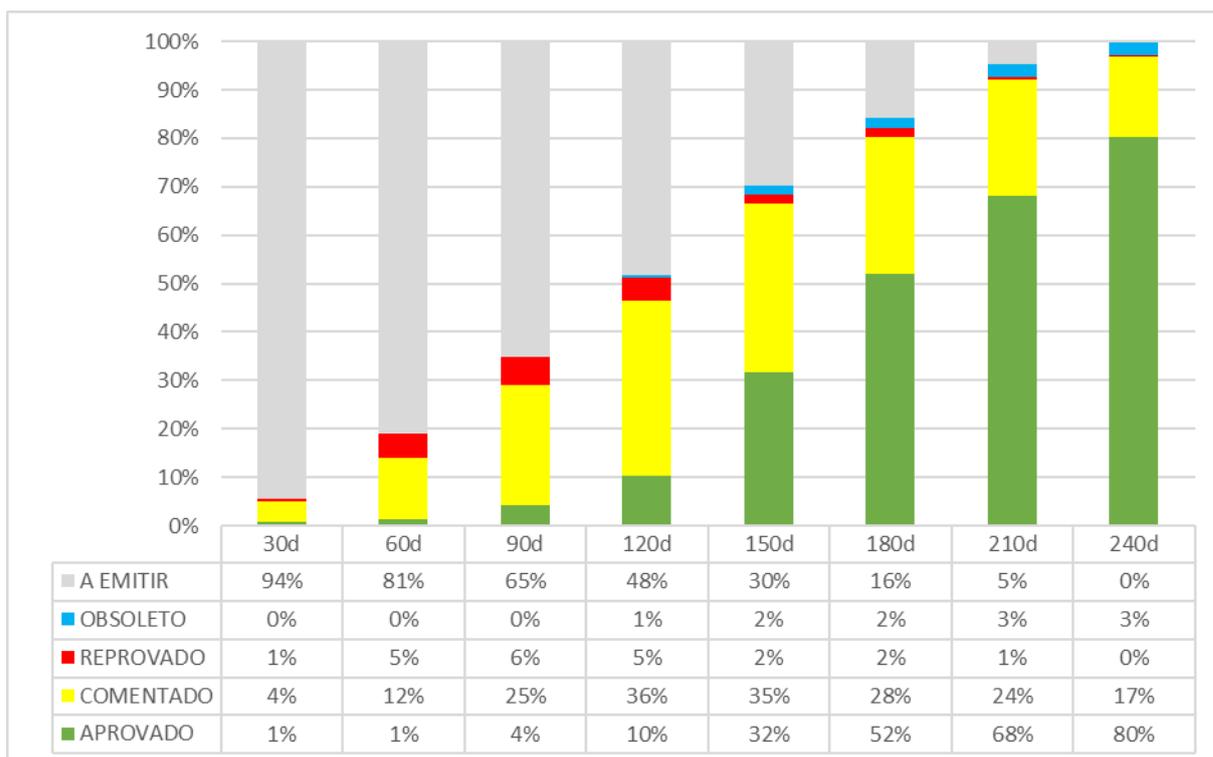
Dessa forma, quando o documento é aprovado, considera-se que foram atendidos os requisitos técnicos do empreendedor, ou seja, foram atendidas as expectativas do cliente. Quando o documento é aprovado com comentários ou reprovado, o produto apresentado pela empresa projetista não atende plenamente aos requisitos, sendo necessária sua revisão.

## **5.5. Desvios de Qualidade nas Entregas de Projetos**

No estudo de caso, com o objetivo de avaliar possíveis desvios de qualidade nas entregas de projetos, foram levantados nos relatórios de controle de documentação do empreendedor os percentuais mensais de documentos aprovados, comentados, reprovados e obsoletados para cada empresa projetista, durante o

desenvolvimento do projeto básico, conforme Figuras 11 e 12. A partir das quantidades de documentos retornados com comentários ou reprovados, pode-se avaliar as entregas das empresas projetistas.

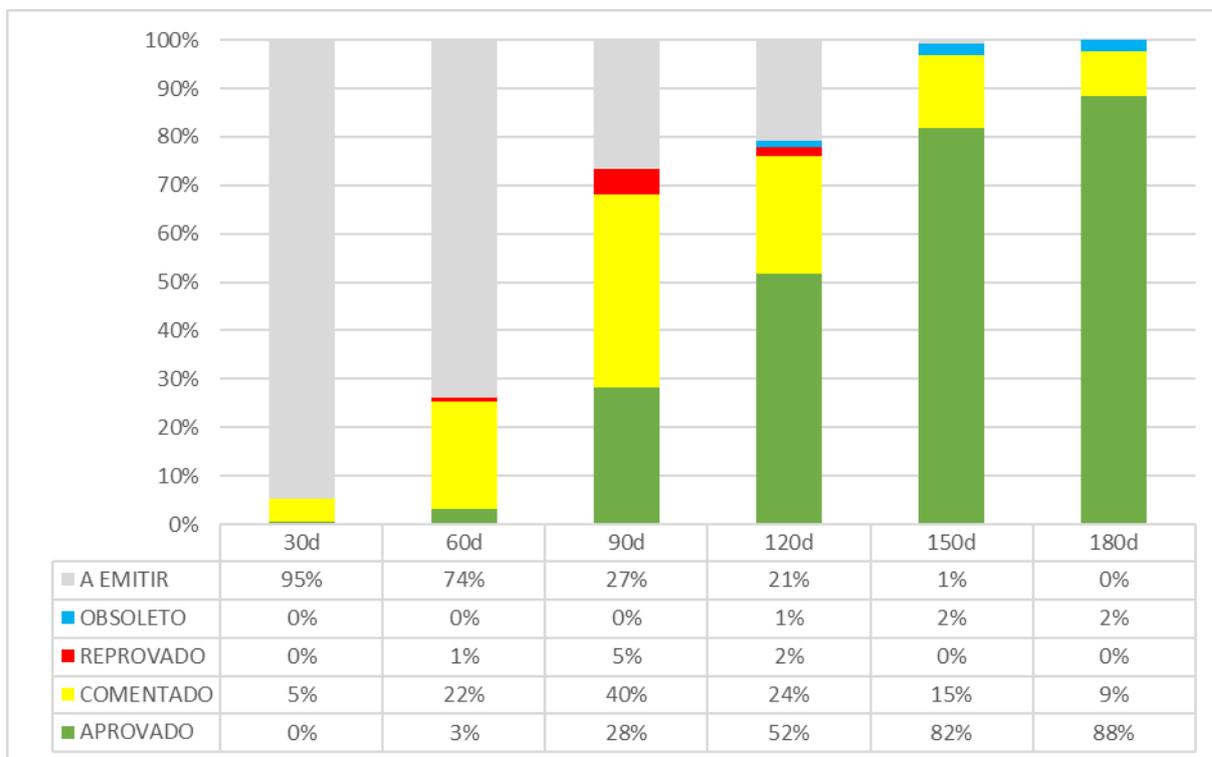
FIGURA 11 – Percentual mensal de aprovação dos documentos emitidos pela Empresa A (elaborado pelo autor).



No caso da Empresa A, ao final de 240 dias, que representa o prazo final previsto do contrato, 17% de documentos continham comentários, sendo que ao longo do contrato, em média, 23% da documentação estavam com alguma pendência para aprovação. E ainda, foram emitidas 2.198 revisões de documentos, o que representa que cada documento foi, em média, emitido 2,2 vezes.

Já no caso da Empresa B, ao final de 180 dias, que representa 30 dias além do prazo previsto de contrato, 9% de documentos permaneciam com comentários, sendo que ao longo do contrato, em média, 19% da documentação estavam com alguma pendência para aprovação. Foram emitidas 495 revisões de documentos, o que representa que cada documento foi, em média, emitido 2,2 vezes, da mesma forma que a empresa A.

FIGURA 12 – Percentual mensal de aprovação dos documentos emitidos pela Empresa B (elaborado pelo autor).



Deve-se levar em conta que, para cada emissão de uma nova revisão de documento, são despendidos recursos das áreas de controle de documentação das empresas projetistas e do empreendedor, além dos recursos técnicos necessários para emissão, verificação e validação do documento.

Observa-se ainda que a quantidade de documentos reprovados não é representativa tanto para a empresa A quanto para a empresa B, indicando que foram poucos os desvios que invalidaram plenamente os documentos emitidos.

A existência de documentos comentados ao final do prazo previsto indica a extrapolação do prazo de ambos os contratos das projetistas, o que pode gerar impactos no cronograma geral do empreendimento. O não atendimento de todos os comentários pode ainda impactar nas etapas de projeto subsequentes, se permanecerem informações pendentes de adequação nos documentos do projeto básico.

Os gráficos mostram a evolução da maturidade do projeto com o avanço da emissão da documentação e o gradativo aumento dos documentos aprovados ao longo dos contratos. Porém, também se mostram como constantes as quantidades de documentos comentados, sendo necessária a emissão de novas revisões para

atendimento aos comentários, resultando em retrabalhos ao longo do processo de projeto e impactando nos custos e prazos do contrato.

Nos procedimentos de gestão e controle de documentos do empreendedor, foi constatado que não existem indicadores que detalham os motivos causadores de comentários feitos para a documentação emitida pelas empresas A e B, impossibilitando assim especificar as fontes das emissões de novas revisões. No entanto, é possível citar, de forma geral, os seguintes motivos de comentários feitos pela equipe do empreendedor durante a validação da documentação do projeto básico:

- desvios nos padrões de documentos (formatos, carimbos, títulos, entres outros);
- desvios na verificação de projetos (correções de notas técnicas, documentos de referência, correções de representações gráficas ou ausência de informações);
- desvios de análise crítica (soluções técnicas inadequadas do ponto de vista de custo, segurança, construtibilidade ou manutenibilidade);
- desvios de compatibilização (incompatibilidade ou interferências entre disciplinas);
- desvios de coordenação de projetos (dados de entrada não consolidados, inconsistência de informações entre disciplinas e inconsistência de informações entre empresas projetistas).

## **5.6. Diretrizes de Melhoria para a Coordenação de Projetos**

Pode-se afirmar que revisões de documentos ao longo do processo de projeto são inerentes a um processo iterativo e dinâmico, sendo parte do amadurecimento das soluções representadas nos projetos de engenharia. No entanto, como oportunidade de melhoria, faz-se necessário controlar os motivos das revisões dos documentos, identificando as etapas onde ocorrem e os respectivos agentes responsáveis, seja nas empresas projetistas ou empresa empreendedora. A gestão e controle dos desvios nas entregas do processo de projeto deve ser de

responsabilidade dos coordenadores de projeto e pode contribuir com a qualidade final dos produtos e, conseqüentemente, do empreendimento.

Como identificado no organograma da equipe do empreendedor, a falta de um coordenador de projetos não dedicado exclusivamente à função de coordenação de projeto pode ser fator de contribuição para ocorrências dos desvios relacionados a padrões de documentos e ao processo de projeto, pois há a concorrência entre as atividades desempenhadas como coordenador de disciplina. A depender da complexidade do empreendimento, deve ser avaliada pelo empreendedor a implantação da função dedicada do coordenador de projetos em seu organograma. É necessário um coordenador de projetos com amplo conhecimento multidisciplinar e com elevada capacidade de gerenciar o processo e integrar os profissionais envolvidos, tornando essa função como crítica para a qualidade das entregas.

Também se mostra fundamental consolidar entre os coordenadores e líderes de disciplina envolvidos, antes do desenvolvimento dos projetos, todos os dados de entrada, entre eles os critérios de projeto e os padrões de documentação, sendo que qualquer modificação posterior é fonte provável de retrabalho. Para isso devem ser estabelecidas práticas formais, entre as partes envolvidas, para avaliar as informações de entrada quanto à suficiência no atendimento às necessidades do projeto, em todas suas etapas.

Com relação aos desvios de verificação e compatibilização, por parte das empresas projetistas, é necessário garantir a verificação e compatibilização de projetos, onde os desvios devem ser solucionados internamente antes da emissão dos documentos à contratante. Sugere-se que as atividades de verificação e compatibilização de projetos sejam formalmente definidas em contrato como parte integrante do escopo das projetistas e parte integrante das entregas a serem realizadas.

Já para a etapa de controle da análise crítica, sugere-se a realização de reuniões formais entre projetista e contratante, de forma a compartilhar as experiências e vivências individuais para melhor tomada de decisão das soluções técnicas. Cabe aos coordenadores de projeto definir no início do contrato os itens de controle por disciplina e planejar os marcos para realização das análises críticas, quando são fundamentais as tomadas de decisão para o empreendimento.

Em resumo, a partir dos desvios de qualidade nas entregas de projeto, são propostas as seguintes diretrizes de melhoria para a coordenação de projetos em novos empreendimentos similares:

- implementação do controle dos motivos das revisões dos documentos nas empresas projetistas e empresa empreendedora, identificando as etapas onde ocorrem as revisões e os respectivos agentes responsáveis, contribuindo assim com a gestão do processo de projeto;
- implantação do coordenador de projetos dedicado no organograma do empreendedor, a depender da complexidade do empreendimento, possibilitando a sua atuação eficaz na gestão do processo de projeto, sem concorrência com outras atividades;
- estabelecer reuniões formais para consolidação dos dados de entrada do processo de projeto, entre eles os critérios de projeto e os padrões de documentação, no início do contrato e quando necessário, com a participação dos coordenadores e líderes de disciplina envolvidos;
- formalização contratual do escopo relativo a atividades de verificação e compatibilização de projetos como parte integrante das entregas a serem realizadas pelas empresas projetistas, garantindo a devida alocação de recursos para essas atividades;
- definição pelos coordenadores de projetos, no início do contrato, dos itens de controle críticos para validação técnica por disciplina e planejamento dos marcos para realização das etapas de análise crítica, de forma integrada entre projetista e contratante.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de projeto em empreendimentos industriais é caracterizado pela diversidade de especialidades técnicas, sendo uma tarefa multidisciplinar complexa que exige intenso esforço de coordenação e compatibilização para a entrega de produtos e serviços de engenharia com qualidade. Há no setor industrial uma demanda por menores prazos e menores custos na implantação de empreendimentos, o que aumenta ainda mais a complexidade e a demanda por melhores práticas na gestão do processo de projeto.

Com o propósito de organizar, desenvolver e controlar o processo de projeto, é necessária a modelagem do processo, indicando fluxo de informações, etapas e atividades, permitindo que os agentes envolvidos possam realizar a sua gestão com visão sistêmica e detalhada, visando a garantia da oferta de um produto coerente com os objetivos do empreendimento.

Como parte da gestão do processo de projeto, está a função da coordenação de projeto, responsável pelas tarefas de organização e planejamento do processo de projeto e de gestão e coordenação das soluções desenvolvidas. A gestão eficaz do processo de projeto depende em grande parte da implementação da coordenação técnica, sendo, portanto, importante a sua caracterização de forma a possibilitar a sua aplicação prática.

Para a etapa de projeto básico de um empreendimento industrial, a partir de um estudo de caso, foi documentado o macro fluxo do processo de projetos industriais; foram identificados desvios de qualidade nas entregas dos projetos de engenharia e foram discutidas diretrizes para melhoria na gestão do processo de projeto para novos empreendimentos similares.

Uma vez entendida a importância estratégica do processo de projeto nos empreendimentos industriais, como instrumento de tomada de decisão com potencial para eliminar incertezas e como forte influenciador dos resultados de custo, prazo e qualidade, justifica-se a busca por melhores práticas na sua gestão e por uma coordenação de projetos mais eficiente e eficaz nesses empreendimentos.

Do ponto de vista da sustentabilidade, considerando o potencial de geração de resíduos do setor da construção, também justifica-se investir em melhorias no processo de projeto, uma vez que um projeto de engenharia com qualidade pode

contribuir para a redução de retrabalhos e desperdícios e para a racionalização de recursos dos empreendimentos.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 9000**: Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015. 59 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-1**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 1: Diretrizes e terminologia. Rio de Janeiro, 2017. 29 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-2**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto Arquitetônico. Rio de Janeiro, 2017. 17 p

BARBOSA, Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes. **Uma contribuição à análise de medidas de construtibilidade em obras de edificações prediais residenciais em alvenaria estrutural**. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CASTRO, Reginaldo Barbosa de. **Gestão de processo de projetos aplicada à modernização de usina siderúrgica**. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

CONFEA. **Resolução nº 361**, de 10 de dezembro de 1991. Dispõe sobre a conceituação de Projeto Básico em Consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/downloads/0361-91.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII). **The Knowledge Base Glossary**. Disponível em: <https://www.construction-institute.org/resources/knowledgebase/about-the-knowledge-base/glossary>. Acesso em: 30 nov. 2020.

DIAS, Ezequiel Rosa. **Análise da modelagem da informação da construção (BIM) em processos de projetos industriais**. 225 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

ERTAS, Atila; JONES, Jesse C.. **The Engineering Design Process**. 2. ed. [S.L.]: John Wiley & Sons, Inc., 1996. 618 p.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 329 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MELHADO, Silvio Burrattino *et al.* **Coordenação de Projetos de Edificações**. São Paulo: Nome da Rosa, 2005. 115 p

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 294 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MELHADO, Silvio Burrattino; SILVA, Tássia Farssura Lima da. Gestão de riscos e riscos de gestão em projetos industriais: estudos de caso. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2016, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Entac, 2016. p. 3348-3359.

RODRÍGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 172 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVA, Tássia Farssura Lima da; MELHADO, Silvio Burrattino. Diretrizes para a Gestão de Projetos Industriais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 37-52, 2014. DOI: 10.11606/gtp.v9i2.81127. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/81127>. Acesso em: 23 jul. 2020.

TAMIETTI, Ricardo Prado. **Empreendimentos Industriais: fundamentos**. Belo Horizonte: Engeweb, 2011. 202 p. Disponível em: <http://www.engeweb.eng.br>. Acesso em: 15 maio 2020.

TAMIETTI, Ricardo Prado. **Engenharia de Projetos Industriais**. 2009. Apostila Disciplina Projetos Industriais. Disponível em: [http://www.eq.ufrj.br/docentes/per/APOSTILA\\_PROJETOS\\_INDUSTRIAIS\(1\).pdf](http://www.eq.ufrj.br/docentes/per/APOSTILA_PROJETOS_INDUSTRIAIS(1).pdf). Acesso em: 20 jul. 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Shaping the Future of Construction: a breakthrough in mindset and technology**. 2016. Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/shaping-the-future-of-construction-a-breakthrough-in-mindset-and-tec>. Acesso em: 30 nov. 2020.