

A photograph of a lumber mill. In the foreground, there are several large stacks of light-colored wood planks. The background shows the industrial structure of the mill, including metal beams and pipes. A blue rectangular overlay with a green border is centered over the wood stacks, containing the title text. The floor is a reddish-brown color.

ENGENHARIA
DE PROJETOS
APLICADA A
INDÚSTRIAS
FLORESTAIS

IVAN TOMASELLI



ENGENHARIA
DE PROJETOS
APLICADA A
INDÚSTRIAS
FLORESTAIS

Imagem da Capa
smspsy/Shutterstock.com

Imagem da Quarta Capa
Paulo Vilela/Shutterstock.com



ENGENHARIA
DE PROJETOS
APLICADA A
INDÚSTRIAS
FLORESTAIS

IVAN TOMASELLI

Depósito legal junto à Biblioteca Nacional, conforme Lei nº 10.994
de 14 de dezembro de 2004

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária responsável: Luzia G. Kintopp - CRB/9 - 1535
Index Consultoria em Informações e Serviços Ltda.
Curitiba - PR

Tomaselli, Ivan
T655 Engenharia de projetos aplicada a indústrias florestais /
Ivan Tomaselli. — Curitiba : STCP, 2019.
284p. : il. ; 23cm.

ISBN: 978-85-68814-05-5

1. Projetos industriais. 2. Projetos industriais florestais.
3. Engenharia de projetos. I. Título.

CDD: 620.0042

IMPRESSO NO BRASIL/PRINTED IN BRAZIL

Revisão

Luciana Eastwood Romagnolli

Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica

Glauce Midori Nakamura

AGRADECIMENTOS

Diversas pessoas contribuíram para que pudesse, durante minha carreira profissional, obter conhecimentos e acumular experiência.

Agradeço especialmente aos meus mestres, tanto do curso de graduação como de mestrado e doutorado, que compartilharam a sabedoria acumulada e disponibilizaram a base para meu aprendizado. Menciono particularmente o meu orientador de mestrado, Dr. Hans George Richter (Universidade de Hamburgo, Alemanha), que contribuiu decisivamente para minha formação na ciência da madeira. Não poderia deixar de mencionar também meus orientadores de doutorado, Mr. John Harding Chinner (University of Melbourne, Austrália) e Dr. Paul Grossman (CSIRO, Austrália).

Sou grato também a meus alunos dos cursos de graduação e de pós-graduação da Universidade Federal do Paraná – UFPR, que colaboraram decisivamente para meu aprendizado. Os questionamentos que fizeram me ajudaram a pensar estrategicamente e buscar a melhor resposta. Colegas da Universidade e de outras instituições nacionais e internacionais proporcionaram trocas de experiências que foram importantes para meu aperfeiçoamento e desenvolvimento profissional.

Agradeço ainda aos diversos profissionais da STCP Engenharia de Projetos Ltda., com os quais convivi e convivo, que, gerando desafios todos os dias, têm sido fonte de inspiração e motivação para inovar e crescer. Não poderia ainda deixar de agradecer aos clientes da STCP, pela oportunidade de participar em projetos ao longo dos últimos 38 anos. Cada projeto tem sido um novo aprendizado.

O apoio dos colegas da STCP foi fundamental na preparação deste livro. Meu sócio, Joésio D.P. Siqueira, teve a paciência de revisar o texto e colaborar com melhorias. A colaboração de Sofia Hirakuri, no aprimoramento do conteúdo e na revisão crítica, foi de extrema valia.

Outros profissionais da STCP também apoiaram, entre eles Gabriel Penno Saraiva, Alexandre Elias Esper, Janina Castro Mosci, Rafael de Oliveira Dias, Juliana Kreische e Adriano de Souza. Agradeço a todos pela colaboração, que incluiu o compartilhamento de conhecimentos fundamentais na preparação, na revisão dos textos e seleção de ilustrações, bem como na formatação.

Finalmente não poderia deixar de agradecer o apoio recebido de Marcia Teresinha Andreatta Dalledone Siqueira, Glauce Nakamura e Giselle Sigel na revisão e edição final deste livro.

O AUTOR

Ivan Tomaselli é Engenheiro Florestal (1972) e Mestre em Ciências Florestais (1974) pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Em 1977 concluiu o PhD na Universidade de Melbourne, Austrália, e em 1980 realizou especialização em nível de Pós-Doutorado na Universidade de Hamburgo, Alemanha. Foi professor da UFPR de 1977 a 2010, tendo assumido a posição de Professor Titular em 1981.

Como professor, lecionou diversas disciplinas em cursos de graduação e pós-graduação nas áreas de Tecnologia da Madeira, Secagem da Madeira, Relação Água Madeira e Projetos de Indústrias Florestais. Orientou alunos de mestrado e doutorado e coordenou o curso de Graduação em Engenharia Industrial Madeireira e de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFPR.

De 1978 a 1981, exerceu o cargo de Diretor da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Nos anos 1980 a 1982, coordenou o Projeto de Desenvolvimento Florestal do Niassa, em Moçambique. Entre 1984 e 1990, foi superintendente do Comitê Brasileiro de Madeiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT/CB-31 Madeiras. Foi ainda Vice-Presidente de Tecnologia da Associação Brasileira da Indústria de Produtos de Madeira Sólida – ABIMCI e membro do Comitê Assessor do CNPq e da CAPES.

Participou, entre 1990 e 2002, de reuniões do Conselho Internacional de Madeiras Tropicais – CIMT da Organização Internacional de Madeiras Tropicais – OIMT, como membro da Delegação Brasileira, representando o setor privado. Foi diretor técnico de fábricas de compensado e de lâminas de madeira. Em 1981, fundou a STC Engenharia Ltda., atualmente

STCP Engenharia de Projetos Ltda., empresa de consultoria, engenharia e gerenciamento.

Tem atuado como consultor na área de indústrias florestais, planejamento industrial e projetos e de programas estratégicos de desenvolvimento do setor florestal, apoiando empresas do setor privado e outras organizações, tanto no Brasil como no exterior. Tem dado apoio ao setor público/governos, organizações nacionais e internacionais, incluindo ITTO, FAO, ITC, BIRD, IIED, BID, CAF, UNFF e outras.

Possui mais de 250 artigos técnicos e científicos publicados no Brasil e no exterior e é coautor do livro “**Gerenciamento de Projetos – Conhecimentos e Habilidades**”, publicado em 2016.

Atualmente, é Presidente da STCP Engenharia de Projetos Ltda. Atua também como consultor, é membro de conselhos de empresas nacionais e internacionais e apoia diversas outras organizações.

PREFÁCIO

Fiquei um pouco surpreso quando recebi o convite para escrever um prefácio para este livro. Também confesso que me senti lisonjeado com a confiança depositada em minha capacidade de realizar tal tarefa.

Conheço o autor, Ivan Tomaselli, há mais de 40 anos. Ele foi meu aluno, e eu o acompanhei durante seus estudos de tecnologia da madeira na Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, da graduação até o mestrado. Mesmo como estudante, ele já demonstrava qualidades indispensáveis para seguir o doutorado e sua futura carreira como empresário: determinação, força de trabalho, confiabilidade, entre outras. Alguns anos depois, Ivan retornou da Austrália com título de doutor para então cumprir seus deveres de ensino na UFPR. Já nessa época, ele fundou em Curitiba a STC Engenharia Ltda., precursora da atual STCP Engenharia de Projetos Ltda., empresa renomada de consultoria, engenharia e gerenciamento de projetos industriais e outros.

Para mim é uma grande honra apresentar este livro com o título **“Engenharia de Projetos Aplicada a Indústrias Florestais”**. Certamente não revelo muito quando digo que este livro reflete mais de 40 anos de experiência profissional acumulada, tanto na vida acadêmica bem como consultor e gestor. O livro apresenta uma sequência ordenada das várias fases que definem a realização bem-sucedida de projetos industriais, em particular da indústria florestal e madeireira. Não é tarefa de um prefácio apresentar uma revisão do livro. Em vez disso, deve despertar a curiosidade de um leitor potencial e dar a ele ideia do que tem a oferecer.

O livro nasceu com o objetivo de se tornar uma ferramenta imprescindível para analisar a diversidade dos requerimentos para a concepção de um projeto industrial competitivo e sustentável. Constitui a base fundamental para entender os requisitos gerais do planejamento de um

projeto, entre eles o estudo de mercado, a disponibilidade de suprimentos, a tecnologia a ser aplicada, a logística, a mão de obra, a legislação, as condições locais, o meio ambiente e os aspectos sociais (Capítulos 1 e 2). O autor descreve as etapas individuais em uma sequência lógica: o desenvolvimento do conceito de um projeto industrial florestal (Capítulo 3), a engenharia básica (Capítulo 4), a análise de viabilidade do projeto (Capítulo 5), a fase de engenharia detalhada (Capítulo 6), a implantação (Capítulo 7), procedimentos que devem ser considerados na partida e na fase de pré-operação da unidade industrial implantada (Capítulo 8), parâmetros relativos à qualidade de projetos e o uso e desenvolvimento de *softwares* básicos (Capítulos 9 e 10).

O que mais me impressiona aqui é o retrato meticuloso dos muitos aspectos teóricos e práticos que compõem um projeto industrial. É um texto consistente e muito bem acompanhado por figuras autoexplicativas (gráficos, fluxogramas, fotografias) ilustrando o respectivo contexto. O leitor deve contemplar cada capítulo individualmente na sequência proposta, digerindo e compreendendo completamente o seu conteúdo, e então seguir com os capítulos seguintes da mesma maneira.

Talvez seja um bom presságio que este livro tenha sido escrito e publicado no Brasil. Fará bem a este país, cuja história do aproveitamento dos seus vastos recursos florestais é pelo menos controversa. Esta publicação mostra aos atuais e futuros industriais as diversas maneiras e meios de lidar com raciocínio e responsabilidade com essa riqueza natural, para que as gerações futuras também possam se beneficiar da mesma.

Posso até imaginar que uma tradução para o inglês ou francês poderia aumentar significativamente o impacto deste livro, especialmente em relação ao desenvolvimento da indústria florestal nas regiões de florestas tropicais do sudeste da Ásia e da bacia do Congo na África.

Dr. Hans-Georg Richter

*Ex-chefe da Divisão Estrutura e Qualidade da Madeira
Thünen-Institut, Hamburgo, Alemanha*

APRESENTAÇÃO

Este livro trata de conhecimentos necessários ao desenvolvimento, análise e implantação de projetos industriais, com foco na indústria florestal. O conteúdo é resultado de muitos anos de estudos, pesquisas e trabalho, tanto na vida acadêmica, como professor dos Cursos de Graduação e Pós-Graduação de Engenharia Florestal e de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal do Paraná (UFPR), e como consultor e gestor no desenvolvimento de projetos através da STCP Engenharia de Projetos Ltda. Na STCP, estive envolvido na elaboração, análise e implantação de grande número de projetos industriais, principalmente para o setor florestal.

Durante minha carreira profissional, aprendi que, além dos conhecimentos, a experiência é fundamental no desenvolvimento de projetos. Conhecimentos e experiência são importantes para identificar alternativas e selecionar a **melhor solução** para o desenvolvimento e implantação de projetos industriais eficientes e competitivos.

Os conhecimentos são obtidos através de informações e, para tal, é necessária leitura, investigação, análise e reflexão. A experiência é resultado da aplicação de conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de projetos, ao longo dos anos, resultado da avaliação criteriosa dos resultados obtidos, da análise do impacto gerado com a introdução de mudanças e da adoção de novas soluções. As lições aprendidas são importantes para propor novas soluções, ainda mais eficientes e eficazes.

O projeto industrial florestal deve levar em consideração as diversas variáveis que afetam o empreendimento, como o mercado, o suprimento, a tecnologia, a logística, a mão de obra, a legislação, as condições locais, o meio ambiente, os aspectos sociais e culturais. O importante é desenvolver um projeto cuja operação seja técnica, financeira e economicamente viável,

assegurando a geração de recursos para garantir a sustentabilidade da cadeia.

Neste livro são apresentadas informações de base para o desenvolvimento de projetos industriais florestais competitivos e sustentáveis.

O primeiro capítulo é uma introdução ao assunto relacionado a projetos industriais em geral. São definidos os termos projetos e gerenciamento, e são apresentadas as diversas fases de um projeto. Os tipos e particularidades de projetos industriais são apresentados no capítulo 2.

Os demais capítulos apresentam, em uma sequência lógica, os temas mais relevantes relacionados ao desenvolvimento de projetos industriais, incluindo aspectos relacionados à preparação, análise e implantação de projetos industriais florestais.

A primeira fase de desenvolvimento de um projeto industrial é a do projeto conceitual, que é tratado no capítulo 3. São analisados aspectos mais importantes para o desenvolvimento do conceito de um projeto industrial florestal, quais sejam o mercado e o suprimento de matéria-prima, bem como outros aspectos, como a localização e a tecnologia a ser adotada. É também tratado o pré-dimensionamento do projeto industrial florestal, a definição de um fluxograma do projeto e outros aspectos necessários à análise de pré-viabilidade econômica e financeira do empreendimento proposto.

A engenharia básica é coberta no quarto capítulo. Esta fase é somente conduzida se a análise de pré-viabilidade econômica e financeira, baseada no projeto conceitual, demonstrar que o investimento é atrativo. Neste capítulo, são apresentados aspectos relacionados a uma revisão do fluxo do processo, a preparação de um fluxo de massa, uma pré-seleção de máquinas e equipamentos principais, a definição das instalações principais necessárias e dimensionamento das construções e de áreas necessárias ao projeto. Estes aspectos são importantes para preparar o arranjo físico (*layout*) da unidade industrial, definir a organização do empreendimento e a necessidade de mão de obra e ainda quantificar a demanda de matéria-prima, insumos e de utilidades. O objetivo final é criar uma base para estimar com mais segurança os investimentos, custos e receitas, gerando informações necessárias para a preparação de um estudo de viabilidade mais aprofundado.

O capítulo 5 trata da análise de viabilidade do projeto industrial e considera como base as definições e parâmetros definidos no projeto básico. Nesta fase, são coletadas informações adicionais para melhorar as estimativas de investimentos (CAPEX) e dos custos operacionais (OPEX). São ainda definidas as fontes de recursos financeiros (capital próprio, financiamentos e outras fontes) e preparado um fluxo de caixa que serve de base para a geração dos indicadores e a avaliação econômica e financeira do projeto. Adicionalmente, são feitos comentários sobre a necessidade e forma de conduzir uma análise de riscos, incluindo a sensibilidade dos indicadores às flutuações nas variáveis consideradas na avaliação econômica e financeira e riscos associados a outros aspectos (legais, sociais, ambientais).

O capítulo 6 apresenta a engenharia detalhada do projeto. Esta fase somente será conduzida se o resultado da análise econômica e financeira, baseada no projeto básico, demonstrar que o investimento é atrativo e se a decisão for de implantar o empreendimento. A engenharia de detalhe cobre as disciplinas mais relevantes envolvidas em um projeto industrial florestal, incluindo o projeto arquitetônico, estrutural, mecânico, elétrico, tubulação e de automação e controle.

A implantação do projeto é tratada no capítulo 7. Este capítulo apresenta uma série de atividades inter-relacionadas e necessárias para a implantação, incluindo o processo de legalização da empresa e do projeto, os aspectos relacionados à licitação e aquisição (*procurement*) de máquinas, equipamentos, serviços e outros componentes do projeto e as ações necessárias ao financiamento (*“funding”*). São ainda cobertas as atividades de gerenciamento e de fiscalização da construção e instalação, a contratação e capacitação de mão de obra e o cronograma detalhado para implantação.

O capítulo 8 apresenta aspectos relevantes aos testes de desempenho e aceite de máquinas e equipamentos e os procedimentos que devem ser considerados na partida e na fase de pré-operação da unidade industrial implantada. Adicionalmente, são abordados aspectos relativos à coleta e arquivamento de documentação do projeto e de preparação dos projetos *as built* (como implantado).

O capítulo 9 trata dos parâmetros relativos à qualidade de projetos e o capítulo 10 aborda a evolução dos *softwares* aplicados no desenvolvimento

da engenharia de projetos industriais e dos principais *softwares* atualmente utilizados.

Esta obra tem como objetivo principal, através de uma perspectiva interdisciplinar, integrar informações de diversas publicações, sintetizando elementos essenciais ao desenvolvimento, análise e implantação de projetos industriais, tendo como foco principal a indústria florestal. Na preparação desta obra, foram consideradas particularidades relacionadas a investimentos em projetos industriais florestais no Brasil. Uma lista das publicações consultadas é apresentada na parte final do livro.

Uma das riquezas desta obra está no fato de terem sido levados em consideração conhecimentos e experiências acumulados pelo autor em mais de 40 anos de trabalho como acadêmico, gestor de indústria florestal, consultor e gerente de projetos da STCP.

Ao longo de minha carreira, participei no desenvolvimento e na análise de diversos projetos para a indústria florestal, tanto no Brasil como no exterior. Estive ainda envolvido no gerenciamento e na fiscalização da implantação, bem no gerenciamento da operação, de diversas unidades industriais. A experiência acumulada foi fundamental para produzir um texto consistente, ao mesmo tempo simplificado e com forte conotação prática, envolvendo o desenvolvimento e implantação de projetos industriais.

Espero que essa contribuição seja um estímulo para a busca das melhores soluções para implantar indústrias florestais, considerando os aspectos técnicos, financeiros, econômicos, ambientais e sociais. O objetivo básico é colaborar para transformar a matéria-prima florestal em produtos madeireiros competitivos e sustentáveis no mercado.

Este livro foi escrito para executivos de indústria florestal, fabricantes de máquinas e equipamentos, fornecedores de serviços, estudantes de engenharia, professores, engenheiros e consultores trabalhando na área. Espero que seja também uma ferramenta valiosa para empresários do setor e investidores.

O Autor

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
O AUTOR	7
PREFÁCIO	9
APRESENTAÇÃO	11
SUMÁRIO	15
LISTA DE ACRÔNIMOS	19
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	23
1.1 PROJETO	26
1.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS	27
1.3 FASES DO PROJETO	28
1.3.1 Fase 1: Iniciação/Concepção	29
1.3.2 Fase 2: Planejamento	30
1.3.3 Fase 3: Execução e Controle/Monitoramento	30
1.3.4 Fase 4: Encerramento	31
CAPÍTULO 2 - PROJETOS INDUSTRIAIS	33
2.1 PROJETO CONCEITUAL	34
2.2 PROJETO BÁSICO	36
2.3 PROJETO DETALHADO OU EXECUTIVO	38
2.4 PROJETO <i>AS BUILT</i>	41
CAPÍTULO 3 - PROJETO CONCEITUAL	43
3.1 ANÁLISE DO MERCADO	46
3.1.1 Tendências e Perspectivas	48

3.1.2 Particularidades do Produto	51
3.1.3 Comercialização, Canais de Distribuição e Termos Comerciais.....	52
3.1.4 Concorrentes	53
3.2 SUPRIMENTO DE MADEIRA E INSUMOS	53
3.2.1 Madeira	54
3.2.2 Insumos	56
3.3 UNIDADE INDUSTRIAL E LOCALIZAÇÃO	56
3.3.1 Fatores Quantitativos	59
3.3.2 Fatores Qualitativos	61
3.4 DIMENSIONAMENTO E TECNOLOGIA	62
3.5 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DO PROJETO CONCEITUAL.....	66
3.6 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	68
3.7 ANÁLISE DE PRÉ-VIABILIDADE	69
3.7.1 Fluxo de Caixa	70
3.7.2 Indicadores	73
3.7.3 Análise de Sensibilidade	74
3.7.4 Outros Aspectos Afetando a Viabilidade do Projeto	75
CAPÍTULO 4 - ENGENHARIA BÁSICA	77
4.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO	80
4.2 FLUXO DE MASSA	80
4.3 TECNOLOGIA, MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E INVESTIMENTOS	85
4.3.1 Seleção da Tecnologia	86
4.3.2 Seleção de Máquinas e Equipamentos	92
4.3.3 Investimentos em Máquinas e Equipamentos	99
4.4 ARRANJO FÍSICO	100
4.4.1 Tipos de Arranjos Físicos	102
4.4.2 Preparação de Arranjo Físico	107
4.5 CONSTRUÇÕES, INSTALAÇÕES E INVESTIMENTOS	118
4.6 MATÉRIA-PRIMA, INSUMOS E CUSTOS	120
4.7 DEMANDA DE UTILIDADES E CUSTOS	122
4.8 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL, MÃO DE OBRA E CUSTOS	124

4.8.1	Organização do Empreendimento	126
4.8.2	Mão de Obra Requerida e Custos	128
4.9	PROGRAMA DE PRODUÇÃO	135
4.9.1	Curva de Aprendizado	136
4.9.2	Produtos e Programa de Produção	138
4.10	MEIO AMBIENTE E OUTROS ASPECTOS LEGAIS	139
 CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DE VIABILIDADE		149
5.1	INVESTIMENTOS E FONTES DE FINANCIAMENTO	151
5.1.1	Investimentos	152
5.1.2	Fontes de Financiamento	157
5.2	INCENTIVOS E SUBSÍDIOS	160
5.3	CUSTOS	162
5.3.1	Custos Fixos	163
5.3.2	Custos Variáveis	164
5.3.3	Custos Totais	166
5.4	RECEITAS	166
5.5	FLUXO DE CAIXA	168
5.6	AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA	169
5.6.1	Valor Presente Líquido (VPL)	171
5.6.2	Taxa Interna de Retorno (TIR)	175
5.6.3	Ponto de Equilíbrio (PE)	178
5.6.4	Período de Retorno do Investimento (PRI)	180
5.6.5	Análise de Riscos	181
 CAPÍTULO 6 - PROJETO DE ENGENHARIA DETALHADA		185
6.1	PROJETO ARQUITETÔNICO	188
6.2	PROJETO ESTRUTURAL	191
6.3	PROJETO MECÂNICO	193
6.4	PROJETO ELÉTRICO	198
6.5	PROJETO DE TUBULAÇÕES	206
6.6	PROJETO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE	210

CAPÍTULO 7 - IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	213
7.1 LEGALIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROJETO	214
7.2 GERENCIAMENTO DE OBRAS E FISCALIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO	216
7.3 FINANCIAMENTO DO PROJETO – <i>FUNDING</i>	220
7.4 LICITAÇÃO, NEGOCIAÇÃO E CONTRATAÇÃO DE BENS E SERVIÇOS	226
7.5 COMISSIONAMENTO	231
7.6 ORGANIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO DA MÃO DE OBRA	232
7.7 <i>MARKETING</i> PRÉ-OPERAÇÃO	234
7.8 CRONOGRAMA E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO	236
CAPÍTULO 8 - TESTES, PARTIDA E PRÉ-OPERAÇÃO	239
8.1 TESTES DE DESEMPENHO E ACEITE	240
8.2 PARTIDA	241
8.3 PRÉ-OPERAÇÃO	242
8.4 DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO E ARQUIVOS	244
8.5 PROJETO <i>AS BUILT</i>	245
CAPÍTULO 9 - QUALIDADE DE PROJETOS	247
9.1 CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ENGENHARIA DE PROJETOS	248
9.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE	249
9.3 PROCESSO DE GARANTIA TOTAL	250
CAPÍTULO 10 - <i>SOFTWARES</i> PARA PROJETOS INDUSTRIAIS	253
10.1 DESENVOLVIMENTO DE <i>SOFTWARES</i> BÁSICOS PARA PROJETOS	255
10.2 ANÁLISE DE OPÇÕES DE <i>SOFTWARE</i>	256
10.3 <i>SOFTWARES</i> SELECIONADOS PARA PROJETOS INDUSTRIAIS	259
10.4 <i>SOFTWARES</i> RECENTES PARA PROJETOS INDUSTRIAIS	262
10.4.1 Plataforma BIM	262
10.4.2 <i>Softwares</i> Seleccionados	264
BIBLIOGRAFIA	271
ÍNDICE REMISSIVO	275

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIMCI	Associação Brasileira da Indústria de Produtos de Madeira Sólida
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
API	<i>American Petroleum Institute</i> / Instituto Americano de Petróleo
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
ASME	<i>American Society of Mechanical Engineers</i> / Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i> / Sociedade Americana de Testes e Materiais
BASA	Banco da Amazônia
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BIM	<i>Building Information Modelling</i> / Modelagem das Informações de Construção
BIRD	Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento
BNB	Banco do Nordeste
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
BSI	<i>British Standards Institution</i> / Instituto Britânico de Normas

CAD	<i>Computer Aided Design</i> / Desenho Assistido por Computador
CAE	<i>Computer Aided Engeneering</i> / Engenharia Auxiliada pelo Computador
CAF	<i>Corporación Andina de Fomento</i> / Banco de Desenvolvimento da América Latina
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i> / Manufatura Auxiliada pelo Computador
CAPEX	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i> / Despesas de Capital
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i> / Modelo de Precificação de Ativos Financeiros
CFTV	Circuito Fechado de TV
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CONFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CPC	Comitê de Pronunciamentos Contábeis do Brasil
CPM	<i>Critical Path Method</i> / Método do Caminho Crítico
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
DIN	<i>Deutsches Institut für Normung</i> / <i>German Institute for Standardization</i> / Instituto Alemão de Normatização
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FC	Fluxo de Caixa
FCD	Fluxo de Caixa Descontado
FCDA	Fluxo de Caixa Descontado Acumulado
FCO	Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FNO	Fundo Constitucional de Financiamento do Norte

GED	Gerenciamento Eletrônico de Documentos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBRAOP	Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
INTIB	<i>Industrial and Technological Information Bank</i> / Banco de Informação Industrial e Tecnológica
IR	Imposto de Renda
ISA	<i>Instrumentation Society of America</i> / Sociedade de Instrumentação da América
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> / Organização Internacional de Normalização
ISS	Imposto Sobre Serviços
ITC	<i>International Trade Centre</i> / Centro Internacional Comercial
ITTO	<i>International Tropical Timber Organization</i> / Organização Internacional de Madeiras Tropicais
JIS	<i>Japanese Industrial Standards Committee</i> / Comitê Japonês de Normas Industriais
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MDF	<i>Medium-Density Fiberboard</i> / Painel de Fibra de Média Densidade
MDP	<i>Medium Density Particleboard</i> / Painel Aglomerado de Média Densidade
MEP	Mecânica, Elétrica e Hidráulica
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i> / Instituto de Tecnologia de Massachusetts
NAPS	Notas de Alteração de Projeto
M³	Metro Cúbico
NGC	Necessidade de Capital de Giro
OIMT	Organização Internacional de Madeiras Tropicais
OPEX	<i>Operational Expenditure</i> / Custo Operacional

OSB	<i>Oriented Strand Boards</i> / Painel de Lascas Orientadas
PE	Ponto de Equilíbrio
PERT	<i>Project Evaluation and Review Technique</i> / Técnica de Avaliação e Revisão de Projeto
PIB	Produto Interno Bruto
PIS	Programa de Integração Social
PDMS	<i>Plant Design Management System</i> / Sistema de Gerenciamento de Desenho de Plantas
PMI	<i>Project Management Institute</i> / Instituto de Administração de Projetos
PN	Ponto de Nivelamento
PPCI	Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndios
PRI	Período de Retorno do Investimento
RDC	Regime Diferenciado de Contratação Pública
RI	Retorno de Investimento
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SELIC	Taxas Básicas de Juros do Banco Central
SDAI	Sistema de Alarme de Incêndio
SPDA	Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade.
TON	Tonelada
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNFF	<i>United Nations Forum on Forests</i> / Fórum das Nações Unidas sobre Florestas
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i> / Organização das Nações Unidas para Desenvolvimento Industrial
VPL	Valor Presente Líquido
VPL_N	Valor Presente Líquido Negativo
VPL_p	Valor Presente Líquido Positivo
WACC	Weighted Average Capital Cost / Custo Médio Ponderado do Capital

[CAPÍTULO 1]

INTRODUÇÃO

A atividade florestal envolve uma série de aspectos associados ao manejo e ao uso dos recursos. As florestas são uma fonte de diversos produtos como, a madeira, produtos não madeireiros, alimentos, ervas medicinais e outros. Adicionalmente, elas são importantes na garantia do suprimento de água, na conservação do solo e da biodiversidade e na mitigação do aquecimento global.

As florestas podem ser manejadas para suprir, com base nos princípios da sustentabilidade, produtos e serviços para atender a demanda atual e futura da sociedade. O conceito de desenvolvimento sustentável considera um processo que atende às necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade de atendimento das demandas de futuras gerações.

O manejo sustentável é essencial, portanto, para assegurar que as florestas continuem sendo uma fonte de suprimento de bens e serviços para as futuras gerações. No entanto, para maximizar os benefícios para a sociedade e também garantir a sustentabilidade, é fundamental, além de manejar as florestas, garantir a eficiência no processo de transformação dos bens e serviços da floresta em produtos de mercado.

Portanto, reduzir desperdícios, aumentar a produtividade, mitigar os impactos ambientais do processo de transformação, assegurar a qualidade e agregar valor aos produtos e serviços da floresta são fatores que devem ser considerados. São fatores importantes para garantir a competitividade dos produtos e serviços florestais no mercado e gerar resultados para investir na sustentabilidade da cadeia, que inicia no manejo florestal e termina no mercado.

A transformação dos bens florestais em produtos de mercado é na realidade uma fase crítica. Ela é feita na indústria, que pode ser uma pequena unidade artesanal ou um complexo industrial de grande porte, de capital intensivo e de alta tecnologia, como é o caso de uma fábrica de painéis reconstituídos ou de celulose.

A indústria, independente do porte, pode considerar um processo simples e único de transformação, como o caso de uma serraria produzindo tábuas, ou pode envolver vários processos e diversos outros produtos e insumos, como uma indústria de produtos de valor agregado (PVA), tal qual uma indústria de móveis.

É importante, portanto, considerar que, para a sustentabilidade da cadeia, além de adotar o manejo florestal sustentado, é necessário planejar, projetar e construir indústrias eficientes e competitivas.

O desenvolvimento e a implantação de um projeto industrial florestal normalmente requer equipe multidisciplinar, que pode ser interna (parte da estrutura do próprio investidor) ou externa (empresa especializada). Em função da crescente complexidade dos projetos e da multidisciplinaridade requerida no desenvolvimento, na análise e na implantação de um projeto industrial, é cada vez mais frequente a contratação de uma empresa de consultoria, engenharia e gerenciamento especializada.

A equipe necessária para o desenvolvimento de um projeto industrial florestal envolve especialistas nas áreas de produtos, mercado, suprimento, logística, engenharia de processos, de construções, de instalações e equipamentos, economia, legal, ambiental e outros. Esta equipe necessita ser adequadamente orientada, algo de responsabilidade do gerente ou coordenador do projeto.

O coordenador de projetos deve ter conhecimentos e habilidades para gerenciar as atividades relacionadas ao projeto, assegurando o cumprimento do prazo e o atendimento da qualidade e dos custos definidos na proposta (Tomaselli e Siqueira, 2016).

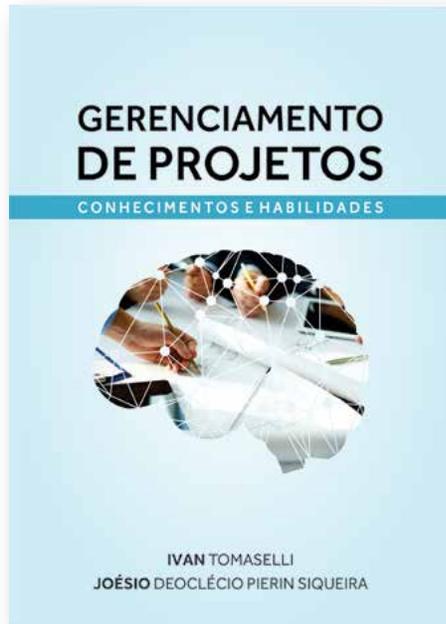
O gerenciamento deve considerar todas as atividades cobertas nas diferentes fases do ciclo de projetos. Um projeto inicia na identificação

do problema e passa pela fase de preparação da proposta, planejamento, execução/monitoramento e ajustes finais. O projeto é concluído com a entrega do produto, seguido por um processo de encerramento.

Para o gerenciamento do projeto, são empregados métodos científicos, e existem diversas ferramentas de apoio. No entanto, as decisões necessárias ao processo de gerenciamento são, em grande parte, baseadas em um alto grau de subjetividade. Por isso o gerenciamento de projetos é considerado, por muitos, como **mais arte do que ciência**.

O conhecimento de alguns conceitos básicos, envolvendo o tema “projetos e gerenciamento”, e também habilidade, é fundamental para profissionais envolvidos no desenvolvimento, análise e implantação de um projeto industrial. Estes conhecimentos e a habilidade facilitam o entendimento de demandas, a promoção de ajustes, a validação das decisões, o armazenamento de informações, bem como a comunicação interna (com a equipe) e externa (com clientes e fornecedores).

Existe grande gama de conceitos importantes envolvidos no desenvolvimento de um projeto industrial. É essencial que os profissionais envolvidos tenham inicialmente claro entendimento do que é um **projeto**, qual a sua origem, qual a função do **gerenciamento de projetos** e quais as **fases e atividades envolvidas**. Este capítulo aborda de forma sucinta esses conceitos básicos.



1.1 PROJETO

O **projeto** é formado por um conjunto de atividades a serem executadas, com base em um esforço temporário, definido numa proposta e tem o objetivo central de resolver um problema. Ele é realizado para criar um produto ou um serviço único, com início e fim definidos, e utiliza recursos financeiros. É dirigido por pessoas e obedece a parâmetros básicos como custo, tempo e qualidade.

Os projetos, independentemente do tipo, são realizados sob regime de pressão por melhores resultados, tendo que obedecer aos padrões definidos pelo cliente e ainda padrões nacionais e internacionais para atender requisitos técnicos, legais e outras determinações de agências reguladoras.

O projeto pode ser executado por equipes próprias (membros da organização ou do investidor) e/ou terceirizadas (apoio de especialistas externos, como fornecedores, consultores, empresas especializadas ou outros) e deve considerar parâmetros técnicos, o meio ambiente em um sentido amplo e diversos aspectos mais.

(Dinsmore e Silveira Neto, 2008)

As informações necessárias ao desenvolvimento de um projeto dependem de uma série de fatores, tais como tipo e objetivo, complexidade e porte do investimento, impacto, localização e condições específicas. Como regra geral em um projeto industrial complexo e de maior porte, é necessário considerar uma análise mais detalhada do que a de um projeto de investimento limitado e de menor complexidade.

Como anteriormente mencionado, o projeto é iniciado com uma proposta para resolver um problema, que em geral é identificado e definido pelo contratante (cliente). O problema pode ser, por exemplo, a necessidade de ampliar a produção, o que demandaria uma linha de produção adicional ou uma nova fábrica. Neste caso, o problema pode ser definido como a necessidade de um projeto industrial para implantação de uma nova linha, ou a construção da nova fábrica, para resolver o problema (ampliar a produção). A proposta de projeto deve buscar a “**melhor solução**”, ou

seja, o objetivo deve ser propor a melhor forma de solucionar o problema considerando os diferentes fatores envolvidos.

Com a obtenção do produto final, o projeto industrial, a “atividade projeto”, é encerrada. O que se espera é que, com ele, possam ser efetivadas as mudanças propostas (implantação do projeto industrial para ampliar a produção ou melhorar a eficiência, por exemplo) e, portanto, resolver o problema.

1.2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

O gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para implementação das atividades definidas na proposta de projeto, de forma eficiente e eficaz. Para gerenciar a implantação de um projeto, é normalmente requerida uma equipe multidisciplinar com conhecimentos especializados e experiência.

O gerenciamento de projetos envolve diversas fases, como iniciação ou elaboração da proposta de projeto, o planejamento da implementação, a execução, o controle e monitoramento das atividades e o encerramento.

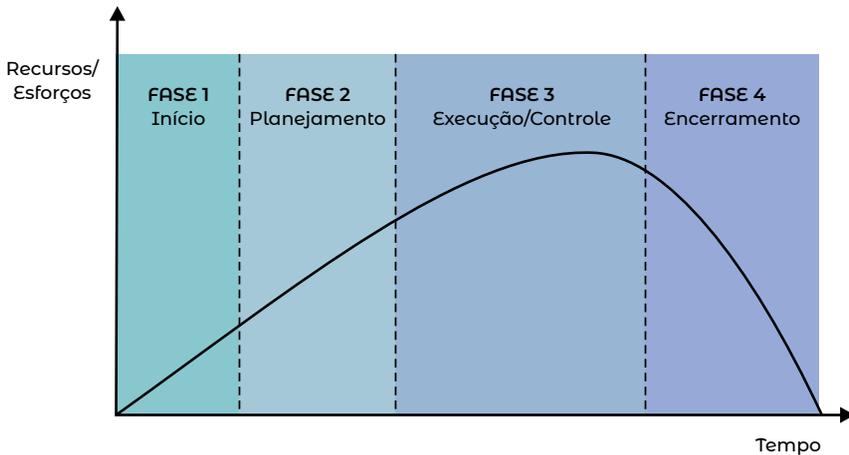
O gerenciamento de projeto considera tradicionalmente como fundamental os componentes de **prazo, custo e qualidade**, estabelecidos na proposta de projeto. O atendimento dos parâmetros definidos para estes três componentes é considerado como base para a avaliação do sucesso do projeto. De maneira simplificada, o gerenciamento busca implantar o projeto no prazo estabelecido, considerando os custos definidos e a qualidade requerida.

Mais recentemente, foram adicionadas novas áreas ou componentes que devem ser considerados no gerenciamento de projeto, incluindo escopo, recursos humanos, comunicações, riscos e aquisições. Considera-se cada vez mais importante a integração entre todas estas áreas.

1.3 FASES DO PROJETO

As fases de um projeto, ou ciclo de vida, considerando a evolução dos esforços ou alocação de recursos necessários à sua execução no tempo, são apresentadas de forma esquemática na Figura 1.

FIGURA 1 - FASES E DEMANDA DE RECURSO NO CICLO DE VIDA DE UM PROJETO



FONTE: Tomaselli e Siqueira (2016)

Como mostrado, o ciclo de vida de um projeto inclui quatro fases:

- (a) Início;
- (b) Planejamento;
- (c) Execução e controle/monitoramento;
- (d) Encerramento.

A implementação do ciclo de vida de um projeto pode ser feita em série, ou seja, uma nova fase é somente iniciada após completada a fase anterior, ou com superposição/sobreposição de fases.

O ciclo de vida de um projeto em série se aplica normalmente quando o tempo de execução não for um fator limitante, sendo cada fase executada e concluída antes de iniciar a fase subsequente. No caso de sobreposição de fases, é possível reduzir os prazos, otimizar o uso de recursos e consequentemente minimizar os custos.

Para adotar a sobreposição de fases na execução de um projeto é necessário um maior esforço de planejamento e de coordenação. Neste caso, o responsável pelo gerenciamento do projeto deve ter habilidades e acumulado experiência suficiente para sua consecução.

A sobreposição de fases pode considerar, por exemplo, que a licitação e aquisição de equipamentos, a contratação de serviços de terceiros e outras atividades coincidam com parte da fase de planejamento. Ou seja, essas atividades são antecipadas e iniciadas antes do término do planejamento, o que não ocorreria no caso de um ciclo de vida de projeto em série.

O objetivo, a abrangência e outros detalhes de cada uma das fases do ciclo de um projeto são apresentados na sequência.

1.3.1 Fase 1: Iniciação/Concepção

Esta primeira fase do ciclo de vida de um projeto considera o entendimento da demanda do cliente, ou seja, do **problema a resolver**. O entendimento é fundamental para definir o objetivo, abrangência, abordagem do projeto, prazo e recursos necessários. Geralmente, o cliente (o interessado no projeto) identificou o problema e possui um objetivo definido. No entanto, ele pode ter uma visão equivocada a respeito, e discussões ou ainda um diagnóstico podem ser necessários para rever o que já foi validado como problema e/ou definido como objetivo.

O produto desta fase inicial é a **proposta de projeto**. Nela é definido o objetivo, os limites (abrangência), como serão executados os trabalhos (abordagem metodológica), o prazo, a equipe técnica, o produto final, os custos, entre outros detalhes.

Na preparação de uma proposta de projeto é importante analisar as diferentes alternativas para resolver o problema, selecionar e propor a **melhor solução**, que não deve ser confundida com a solução ótima. A melhor solução vai depender do caso em análise e comumente inclui uma avaliação de variáveis como custo, prazo e eficiência das ações a serem implementadas para resolver o problema.

1.3.2 Fase 2: Planejamento

O documento base para o planejamento é a proposta de projeto. É fundamental, na fase de planejamento, reanalisar a proposta de projeto para assegurar que exista um claro entendimento do problema e que a proposta de solução apresentada é a mais adequada (melhor solução).

O planejamento requer análise da abrangência e detalhamento das atividades, incluindo a alocação de recursos para a implementação do projeto (humanos, financeiros, materiais e contratações de terceiros), a organização dos trabalhos (definição de pacotes técnicos ou pacotes de trabalho e seus coordenadores), reavaliação dos custos, revisão do cronograma e de marcos essenciais ao projeto, definição da forma de comunicação interna e com o cliente, dentre outros aspectos.

Nessa fase, um **plano de trabalho** é elaborado pelo gerente do projeto com apoio da equipe envolvida e é realizada uma reunião de partida interna (equipe do projeto), seguida de uma reunião de partida externa (com o cliente) para validação. O registro das discussões e decisões em ata, ou notas de reunião, é fundamental.

1.3.3 Fase 3: Execução e Controle/Monitoramento

O objetivo desta terceira fase é **garantir a execução das atividades atendendo as metas** definidas na proposta de projeto e detalhadas no plano de trabalho.

Esta é a fase do ciclo de projetos que requer o maior esforço e recursos. Faz-se necessário um conjunto de ações, tais como controlar e monitorar as atividades, conduzir um processo de validação do progresso, avaliar o desempenho da equipe, realizar ajustes que podem eventualmente ser necessários para garantir o atendimento do prazo, do custo e da qualidade originalmente definidos.

Desvios detectados na fase de implementação do projeto podem requerer uma pronta intervenção. A necessidade de introdução de modificações ou ajustes de percurso, para melhorar o desempenho na implementação, deve ser avaliada continuamente e, se necessário, discutida

internamente e ainda validada com o cliente. Ajustes devem ser introduzidos sempre que representarem ganhos para o projeto.

Em síntese, o processo de acompanhamento da execução e de controle/monitoramento deve promover a interação entre os participantes da equipe do projeto, facilitar a comunicação com o cliente, validar ajustes e promover, se necessário, a introdução de alterações. É importante assegurar o registro das informações e decisões tomadas.

1.3.4 Fase 4: Encerramento

A fase de encerramento tem como objetivo principal a apresentação dos resultados do projeto ao cliente, mas envolve ainda diversas outras atividades.

Considera-se, em geral, uma reunião de encerramento com a apresentação ao cliente da **proposta desenvolvida para a solução do problema**. O encerramento inclui, além da apresentação dos resultados, a identificação das lições aprendidas, que poderão servir para introdução de melhorias na implementação de futuros projetos. Também faz parte do encerramento a identificação e discussão, interna e com o cliente, de novas atividades ou oportunidades para introdução de melhorias adicionais (fase pós-projeto).

Adicionalmente, o encerramento deve ainda considerar a organização de arquivos do projeto (projetos *as built*, contratos, catálogos, garantias e outros) e o armazenamento das informações, realocação da equipe técnica envolvida no projeto, identificação da necessidade de capacitação adicional da equipe técnica, assinatura do termo de aceite do cliente e de encerramento do projeto e um *feedback* do cliente quanto ao seu nível de satisfação com o resultado do projeto.

[CAPÍTULO 2]

PROJETOS INDUSTRIAIS

Os projetos industriais envolvem normalmente quatro etapas principais. Estas etapas consideram a preparação de projetos com diferentes objetivos e níveis de detalhamento, quais sejam:

- (a) Projeto Conceitual;
- (b) Projeto Básico;
- (c) Projeto Detalhado/Executivo;
- (d) Projeto *as built*.

O nível de aprofundamento e detalhamento de um Projeto Industrial depende da fase considerada, complexidade, objetivo, porte do empreendimento, impacto gerado e outras particularidades inerentes a cada caso.

Existem projetos, de pequeno porte e baixa complexidade, que podem ser implantados a partir de um simples conceito (projeto conceitual), uma gama maior de projetos que podem ser implantados a partir da fase subsequente, ou seja, considerando o projeto básico. No entanto, a grande maioria de projetos industriais de maior porte requer estudos mais aprofundados e um detalhamento de engenharia para orientar a implantação, que é apresentado em um projeto detalhado ou executivo, preparado a partir do projeto básico. Na fase final é ainda necessário, em geral, preparar um projeto *as built*, ou seja, como construído, que leva em consideração as alterações introduzidas no projeto durante a implantação.

Portanto, um projeto industrial envolve, na maioria dos casos, quatro etapas distintas, desenvolvidas de forma sequencial, o que é mostrado esquematicamente na Figura 2.

FIGURA 2 – PRINCIPAIS ETAPAS DE PROJETO INDUSTRIAL



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

No desenvolvimento de um projeto, industrial ou não, e independente da etapa, é fundamental ter perfeito entendimento da sistemática envolvida, considerando as fases no ciclo de vida de um projeto anteriormente apresentadas (início, planejamento, execução/monitoramento e encerramento), e em particular as atividades envolvidas, os recursos, os custos e prazos.

Para melhor compreender a diferença entre as etapas de projetos industriais, apresentam-se a seguir os aspectos relevantes que as diferenciam e os principais aspectos que devem ser considerados em cada uma delas. Maiores detalhes de cada tipo de projeto são apresentados nos capítulos seguintes.

2.1 PROJETO CONCEITUAL

O termo conceito, conforme definido nos dicionários, “*é a representação de um objeto pelo pensamento, por meio de suas características gerais*”. Assim, o **projeto conceitual**, ou anteprojeto, é a fase inicial de desenvolvimento de um projeto industrial e pode ser genericamente definido como “**o desejo do que se espera construir**”.

O Projeto Conceitual é a primeira fase de desenvolvimento de um projeto. É uma fase de inovação, na qual se pode pensar em múltiplas alternativas para chegar onde se deseja.

Nesta etapa é importante, a partir da análise de alternativas, validar aquela confirmada como sendo a **melhor solução**, para atender a determinado requerimento ou necessidade para a linha ou indústria que se pretende alterar ou implantar. Na preparação do projeto conceitual são identificadas as possíveis soluções e, a partir delas, selecionada a melhor solução a ser adotada para resolver um problema atendendo uma determinada necessidade.

O envolvimento da equipe do projeto é fundamental desde a fase inicial de desenvolvimento do projeto conceitual, que normalmente se considera um processo de busca de informações e ganhos de conhecimentos, seguido de discussões (*brainstorming*) com o objetivo de identificar alternativas e definir a melhor solução para resolver o problema. O projeto conceitual deve disponibilizar informações preliminares, mas suficientes, de investimentos, custos e receitas, para uma análise da pré-viabilidade econômica e financeira, contemplando ainda, mesmo que superficialmente, uma análise dos aspectos técnicos, legais e ambientais mais relevantes.

Embora o projeto conceitual seja de baixa precisão, sendo admitidos desvios de até 30% em estimativas de investimento, custos, receitas e prazos, ele deve disponibilizar elementos suficientes para subsidiar a análise do projeto já neste estágio. É importante definir se o projeto é viável, sob pontos de vista técnico, legal, econômico e financeiro, ou se deve ser descartado.

O fato do projeto conceitual ter se demonstrado viável não significa, na grande maioria dos casos, que possa ser tomada a decisão final de investir na sua implantação. Na realidade, a análise de pré-viabilidade realizada neste estágio demonstrará se o projeto é em princípio atrativo. Neste caso é tomada a decisão de investir na fase subsequente dos estudos (projeto básico). Se não atrativo, a decisão normalmente considera, já nesta fase, descartar o projeto.



2.2 PROJETO BÁSICO

O projeto básico é uma fase perfeitamente definida de um conjunto mais abrangente de estudos. Trata-se de um projeto com um grau de precisão médio, sendo admitidos desvios de 10% a 15% nas estimativas de investimentos, custos, receitas e prazos, entre o projetado e o que vier a ser executado.¹ Como mencionado anteriormente, o projeto básico é precedido por estudos técnicos preliminares, projeto conceitual ou anteprojeto, que define a melhor opção e que analisa a pré-viabilidade econômica, financeira, técnica e legal.

As definições de projeto básico variam conforme o campo de abrangência de normas específicas e o propósito do projeto industrial, cujo conteúdo deve caracterizar a obra ou serviço, mas todas se assemelham. A definição de projeto básico constante na Lei 8.666/93 está voltada basicamente para contratos de obras e serviços da administração pública, porém se aplica genericamente a obras também do setor privado.

Projeto básico é “um conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares, que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução”.
(Lei 8.666/93, Art. 6º, IX).

A Resolução CONFEA 361/91, em seu artigo 1º e 2º, também dispõe sobre a conceituação de projeto básico em consultoria de engenharia, como “conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o

¹ Resolução 361/91 – CONFEA: Dispõe sobre conceituação de Projeto Básico em Consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. O CONFEA estabelece que o Projeto Básico deve possibilitar a determinação do custo global da obra com margem de erro de mais ou menos 15%.



complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando obter a estimativa de seu custo e prazo de execução”.

O Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP, que dispõe sobre uniformização do entendimento

da legislação e práticas pertinentes à auditoria de obras públicas, define projeto básico em sua Orientação Técnica 001/2006 como “conjunto de desenhos, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamento, cronograma e demais elementos técnicos necessários e suficientes à precisa caracterização da obra a ser executada, atendendo às Normas Técnicas e à legislação vigente, elaborado com base em estudos anteriores que assegurem a viabilidade e o adequado tratamento ambiental do empreendimento”².

De uma maneira geral, os principais elementos que devem ser contemplados em um projeto básico são o desenvolvimento da solução de engenharia escolhida, incluindo soluções técnicas, serviços requeridos e outros aspectos necessários para a licitação de bens e serviços para sua implantação.

O projeto básico deve ainda permitir um detalhamento das informações de investimentos, custos e receitas, definição de métodos, e prazo de execução. Estas informações formam uma base para a melhoria da análise de viabilidade econômica e financeira do empreendimento.

Em um projeto básico de indústria florestal, considera-se importante cobrir os aspectos relevantes a este tipo de empreendimento, incluindo em especial as informações relacionadas ao mercado, ao suprimento de

2 IBRAOP OT – IBR 001/2006: Dispõe sobre uniformização do entendimento da legislação e práticas pertinentes à Auditoria de Obras Públicas.

matéria-prima e à logística. Estes três elementos, em particular, têm grande implicação na viabilidade de um empreendimento florestal industrial. Adicionalmente, o projeto básico deve incluir análise das alternativas de localização, definição da organização do empreendimento, mão de obra e tecnologia para aperfeiçoar a informação de engenharia do projeto. Eles fornecem as bases complementares para a análise de viabilidade técnica, econômica e financeira, dos aspectos legais e ambientais e análise de riscos associados ao empreendimento.

Para o desenvolvimento da engenharia do projeto nesta fase, deve ser adotado como base o conceito (fluxograma) do processo definido no projeto conceitual. Para o projeto básico, é necessário detalhar o fluxo de processo e desenvolver o fluxo de massa, que forma uma base para a seleção e quantificação de equipamentos e máquinas na preparação do arranjo físico das instalações e na definição e dimensionamento de obras e construções.

Todos estes elementos são fundamentais para uma reavaliação técnica do projeto conceitual e aprofundamento das informações necessárias ao estudo de viabilidade. Nesta fase, é ainda importante definir as fontes de financiamento (capital próprio, financiamento e outros), analisar em detalhes os investimentos e custos, preparar um fluxo de caixa mais detalhado, para a geração de indicadores econômicos e financeiros e para possibilitar uma análise e avaliação mais detalhada dos riscos envolvidos.

É na resposta de um projeto básico que normalmente é decidido seguir na sua implantação ou arquivá-lo. Se a decisão for pela implantação do projeto industrial, é em geral necessário um detalhamento. No entanto, podem existir casos em que o projeto básico sirva de base para a licitação do empreendimento, sendo o detalhamento parte do contrato do fornecedor.

2.3 PROJETO DETALHADO OU EXECUTIVO

Os projetos detalhados, também chamados de executivos, destinam-se a fornecer os detalhes dos elementos para a construção e montagem de uma planta industrial. O conjunto de informações necessárias e suficientes na elaboração de um projeto executivo são definidas com base no projeto



básico, que é uma etapa prévia do desenvolvimento do projeto detalhado.

O detalhamento será a fase definitiva para a implantação física do empreendimento. Hoje, utiliza-se a aplicação de tecnologia para montagem de um projeto virtual para análise e subsídio na descrição dos detalhes, visando antecipar a identificação de possíveis falhas e riscos, possibilitando a introdução de correções antes mesmo da montagem física.

O sucesso da engenharia de detalhe é altamente dependente do grau de acerto das decisões tomadas na fase da engenharia básica. O projeto detalhado consiste na elaboração de cálculos, desenhos definitivos, listas de materiais para a construção e montagem da instalação, que permitam a execução dos serviços de fabricação, pré-operação e operação de todos os itens que compõem o empreendimento.

Os documentos produzidos nesta etapa terão nível de detalhe suficiente para a completa execução de todas as atividades de campo necessárias à implantação do empreendimento e conterão os subsídios necessários ao gerenciamento da implantação.

O detalhamento pode ser feito antes do início das obras. No entanto, para reduzir prazos e custos, pode ser considerada uma sobreposição de fases, ou seja, o detalhamento é realizado “praticamente em simultâneo” à realização das obras.

O projeto detalhado é uma fase de maior precisão, por isso são admitidos desvios menores, de no máximo 5% entre o projeto e a execução das obras, tanto nas especificações como no orçamento e prazo.

O projeto detalhado ou executivo é “um conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas”.
(Art. 6º, X, Lei 8.666/93).

O projeto detalhado ou executivo com detalhamento construtivo é, como já mencionado, complementar ao projeto básico. No entanto, o projeto detalhado é também uma fase de criação, quando muitos detalhes construtivos podem ser criados e não simplesmente escolhidos numa biblioteca de opções/detalhes.

Existem, ainda nesta fase, detalhes a serem definidos como materiais estruturais, elementos de fixação, componentes móveis e fixos, acabamentos, montagem e embalagem. Enfim, o projeto detalhado deve apresentar uma especificação completa que, juntamente com os desenhos técnicos, contendo vistas, cortes específicos, detalhes e perspectivas, devem ser claros e perfeitamente compreensíveis para implantação da obra.

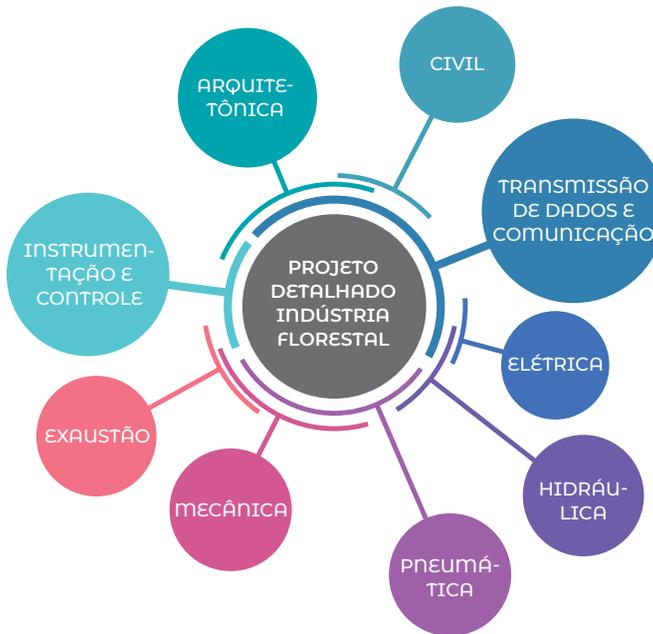
Um projeto detalhado de indústria florestal pode considerar diversas áreas especializadas. Estas áreas são apresentadas de forma esquemática na Figura 3. Os serviços de engenharia relacionados, como são especializados, deverão ser desenvolvidos por uma equipe multidisciplinar, liderada em cada disciplina por profissionais capacitados.

Para levar adiante os projetos detalhados, é necessário ter definido e quantificado, na fase de projeto básico, as necessidades e as especificações básicas ou particularidades de equipamentos, máquinas, construções e outros componentes. Estas definições são necessárias para o dimensionamento de bases, estruturas de apoio, instalações elétricas, hidráulicas, tubulação, bem como para o cálculo da demanda e dimensionamento do suprimento de utilidades (energia elétrica, ar comprimido, água, vapor e outras).

Em projetos industriais, como muitas definições dependem de

especificações de máquinas e equipamentos (peso, dimensão, consumo de energia e outros fatores), é importante nesta fase que a maioria dos componentes e inclusive os fornecedores já tenham sido definidos e selecionados.

FIGURA 3 – ÁREAS ESPECIALIZADAS PARA DETALHAMENTO DE UM PROJETO INDUSTRIAL FLORESTAL



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

2.4 PROJETO *AS BUILT*

Durante a implantação, ou nas etapas de partida e pré-operação da unidade industrial, podem ainda existir a necessidade de fazer alterações, corrigindo ou ajustando os projetos originais (básico e detalhado) ou alterando para considerar uma solução melhorada identificada. Por isso, é importante sistematizar um processo de anotações das alterações feitas nos projetos quando da sua efetiva implantação. Estas alterações devem ser consideradas para a preparação do projeto *as built* (como construído), ou seja, um projeto revisto que reflita a realidade de como foi efetivamente implantado.

O desenvolvimento de um projeto *as built* requer o acompanhamento sistemático da execução da obra, considerando todas as etapas dos projetos, incluindo as atividades de fabricação, construção, montagem e pré-operação. Para preparar o projeto *as built*, é necessário o envolvimento de uma equipe multidisciplinar de engenharia. Ele é baseado em informações emergidas principalmente na fase de execução da instalação, atualizando os documentos de projeto, conforme a situação real encontrada na fase de implantação.

Como base para a atualização dos documentos do projeto da etapa de engenharia básica e/ou detalhada, as alterações e modificações observadas na fabricação, na construção, na montagem e na pré-operação são normalmente registradas em documento denominado **Notas de Alteração dos Projetos – NAPS**. As alterações são posteriormente incorporadas aos documentos de engenharia detalhada.

O projeto *as built* deve ser visto não apenas como boa prática da engenharia, mas como documento fundamental para o usuário da instalação, visando a uma operação segura, à manutenção da planta industrial com solidez e confiabilidade ou ainda facilitando ajustes para ampliações das instalações.

Para iniciar a execução da obra, a empresa ou empresas responsáveis pela execução do projeto recebem do proprietário, ou gerenciador da implantação, o projeto básico ou executivo, cujos documentos são, nesta fase, conhecidos como documentos-base do implantador. Quando o implantador termina a execução das instalações, o projeto executivo deixa de ser o documento-base para o usuário das instalações e deverá receber o projeto como construído (*as built*). Este projeto deve representar fielmente a obra recebida.

O projeto *as built* se torna, portanto, a documentação técnica da planta industrial, que deve ser mantida atualizada ao longo do ciclo de vida do empreendimento, desde o comissionamento até o descomissionamento.

[CAPÍTULO 3]

PROJETO CONCEITUAL

O **projeto conceitual**, como mencionado anteriormente, é a fase inicial de desenvolvimento de um projeto industrial e genericamente definido como o desejo do que se espera construir. É uma **fase de inovação**, pela qual se pode pensar em múltiplas alternativas e a partir delas selecionar a melhor alternativa (solução) para chegar onde se deseja.

Para facilitar a elaboração de um projeto conceitual industrial, podem ser consideradas as seguintes fases:

(a) Diagnóstico Inicial

Esta primeira fase trata da busca de informação para identificar as necessidades ou problema do cliente. O objetivo principal é entender o problema e listar os requisitos que deverão ser considerados para propor uma solução. Nesta fase inicial não existe a preocupação de como será resolvido o problema.

(b) Concepção de Alternativas

A segunda fase é a concepção de alternativas para o projeto industrial. É uma fase de criatividade que trata da busca de ideias envolvendo a pesquisa e identificação de possíveis alternativas. O objetivo é reunir informações e listar as formas possíveis de solução para resolver o problema.

(c) Análise das Alternativas

A terceira fase é a análise crítica das alternativas identificadas, quando são comparadas as diversas possibilidades de solução levando em consideração vários fatores, tais como funcionalidade, impacto ambiental, disponibilidade, eficiência do processo,

produtividade, indicativos de custo e investimento, prazos, espaço físico disponível, requerimentos legais, restrições de processo e outros. Trata-se basicamente da identificação de vantagens e de desvantagens, ou limitações, das alternativas identificadas.

(d) Validação e Definição Final

A última fase é de validação e definição final, que considera uma análise comparativa, com base nos conhecimentos adquiridos nas fases anteriores. Basicamente são avaliadas as vantagens e desvantagens identificadas para cada alternativa e comparadas as opções. Esta comparação pode envolver fatores quantitativos ou qualitativos. O objetivo é descartar as soluções menos aplicáveis e definir o melhor conceito (solução), que será considerado para o projeto industrial.

No caso do desenvolvimento de conceito de um projeto industrial para uma indústria florestal é importante, inicialmente, analisar os componentes-base de um projeto industrial florestal e os fatores que estarão afetando a viabilidade do empreendimento.

A Figura 4 apresenta de forma esquemática três componentes-base e os fatores que deverão ser analisados para a preparação de um projeto conceitual de indústria florestal. Os componentes-base de um projeto industrial florestal que deverão receber atenção nesta fase do projeto são:

(a) Floresta

Principal supridora da matéria-prima (madeira).

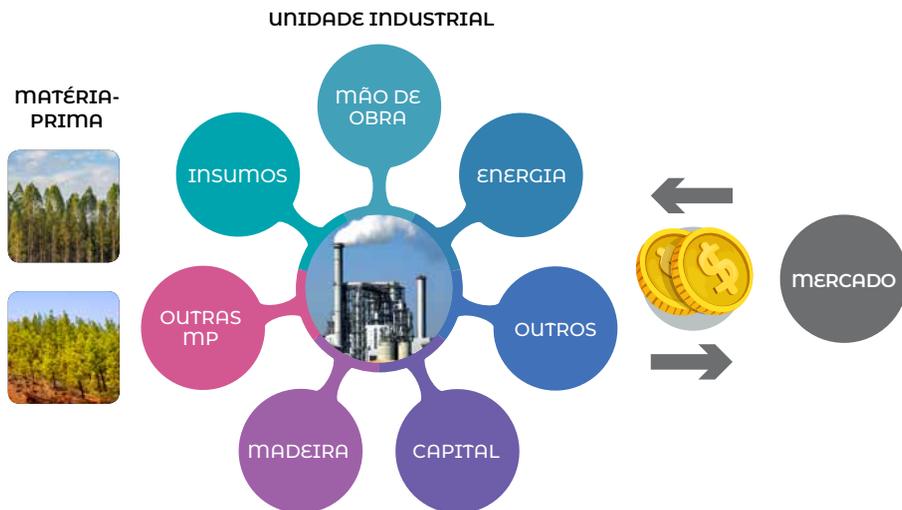
(b) Unidade Industrial e Localização

Responsável pela transformação da matéria-prima em produtos a serem comercializados;

(c) Mercado Consumidor

Responsável pela remuneração de toda cadeia de produção.

FIGURA 4 – COMPONENTES-BASE DE PROJETO INDUSTRIAL FLORESTAL



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Para atender ao suprimento de matéria-prima (abastecer a indústria) e atender o mercado (distribuição de produtos acabados), é importante considerar especialmente a logística necessária. Para transformar a matéria-prima principal (madeira) em produtos de mercado, a unidade industrial florestal necessita também mão de obra, insumos, capital, energia e outros fatores de produção. Todos estes fatores são importantes às análises nesta fase de projeto conceitual.

Na elaboração do projeto conceitual, os três componentes-base de um projeto florestal industrial (floresta, unidade industrial e mercado), bem como os fatores que afetam devem ser criteriosamente analisados, buscando identificar as melhores alternativas passíveis de serem consideradas na formulação de propostas para o projeto.

A fase inicial, como já mencionado, considera a identificação de alternativas, seguida de análise e seleção da **melhor solução** (mais atrativa ao investidor). Isto pode ser feito através de uma análise comparativa (vantagens e desvantagens) de opções envolvendo os diversos fatores relacionados ao mercado, ao suprimento de matéria-prima e à unidade

industrial (tecnologia, escala e localização). A **melhor solução** deverá ser adotada na preparação do projeto conceitual.

Para esta fase do projeto, as informações necessárias são superficiais, e a maioria delas baseada em fontes secundárias. Em geral, o investidor não espera ter um custo elevado na fase de preparação do projeto conceitual, no entanto, não existe uma regra pré-estabelecida, pois a profundidade dos estudos dependerá da complexidade, dimensão, investimento, riscos e outras particularidades do projeto.

Para apoiar a preparação de projeto conceitual de uma indústria florestal, são apresentados na sequência mais detalhes sobre cada componente-base e principais fatores que devem ser considerados.

3.1 ANÁLISE DO MERCADO

O mercado, como já mencionado, é um componente essencial e, na prática, o principal elemento responsável pela viabilidade do projeto. É a partir do mercado que serão gerados os recursos (receitas) necessários para garantir a sustentabilidade econômica e financeira do projeto industrial a ser implantado.

Conhecer o mercado deve ser a primeira atividade a ser considerada na preparação de um projeto conceitual de uma unidade industrial. O mercado é a fonte de recursos financeiros para garantir a sustentabilidade econômica e financeira do projeto.

O mercado não somente define os preços, a demanda e a oferta. O mercado é importante ainda para definir padrões e qualidade dos produtos e também outros fatores, como escala e a produtividade que deve ser considerada em um projeto industrial para garantir a competitividade.

Ofertas competitivas no mercado podem exigir um projeto que considere soluções mais aprimoradas ou sofisticadas para a unidade industrial, assegurando maior eficiência e menores custos, ou ainda a oferta de produtos com qualidade diferenciada. Em função disso, a análise, nesta

fase conceitual, deve considerar uma coleta de informações envolvendo diversos fatores relacionadas ao mercado objeto do projeto, para que possam ser identificadas opções a serem consideradas.

A análise deverá incluir, entre outros, os seguintes fatores ou aspectos:

- (a) Produtos já ofertados no mercado;
- (b) Propriedades e características, dimensões, padrões dos produtos ofertados e embalagens;
- (c) Escala de produção de unidades industriais similares e de linhas de produção já estabelecidas (concorrentes);
- (d) Preços dos produtos ofertados;
- (e) Termos comerciais adotados;
- (f) Canais de distribuição;
- (g) Potencial riscos;
- (h) Outras variáveis necessárias à análise econômica e financeira, em nível de pré-viabilidade.

Em função da importância do mercado, um grande esforço deve ser dispendido na coleta e análise de informações já na fase de engenharia conceitual. Não significa, no entanto, que deixe de ser necessário um aprofundamento dos estudos de mercado nas fases subsequentes de desenvolvimento do projeto industrial.

Uma grande parte das informações necessárias ao estudo de mercado na fase de desenvolvimento do conceito de um projeto industrial florestal são baseadas em dados secundários, como estatísticas oficiais,



publicações especializadas, bancos de dados de associações de classe ou empresas especializadas, organizações nacionais (IBGE, IBAMA e outras) e internacionais (FAO, ITTO, ITC e outras), internet e outras fontes.

Eventualmente consultas pontuais a produtores, distribuidores que atuam no mercado, consumidores e especialistas podem ser realizadas para um aprofundamento das informações. Normalmente trata-se somente de uma coleta expedita de dados primários.

As informações de mercado devem ser abrangentes. Envolvem especialmente aspectos que possam indicar tendências e perspectivas da demanda e da oferta, bem como padrões e preços. Outros aspectos como termos comerciais, canais de distribuição, tipos e características específicas dos produtos e concorrentes também poderão ser considerados.

Uma abordagem sobre as principais informações de mercado a serem coletadas e analisadas na fase de projeto conceitual é apresentada a seguir.

3.1.1 Tendências e Perspectivas

A análise das tendências (evolução) do mercado, considerando um horizonte de médio e longo prazo, é importante para definir as perspectivas. As análises de tendências de mercado de produtos florestais devem ser, na maior parte dos casos, baseadas em séries históricas de médio e longo prazo, cobrindo um período de 10 a 20 anos. Os conhecimentos das tendências são cruciais e ajudam a compreender a dinâmica do mercado.

Os principais elementos que devem ser considerados na análise de tendências do mercado de produtos florestais, nesta fase de projeto conceitual, são:

- (a) Demanda do(s) produto(s);
- (b) Oferta do(s) produto(s);
- (c) Evolução dos preços de mercado;
- (d) Tendências do(s) produto(s): modelos, especificações, acabamentos, propriedades e outros atributos.

Um aspecto essencial é a abrangência geográfica do estudo de mercado. Ele pode considerar uma abrangência local, regional, nacional ou internacional. Ademais a análise pode considerar ainda aspectos



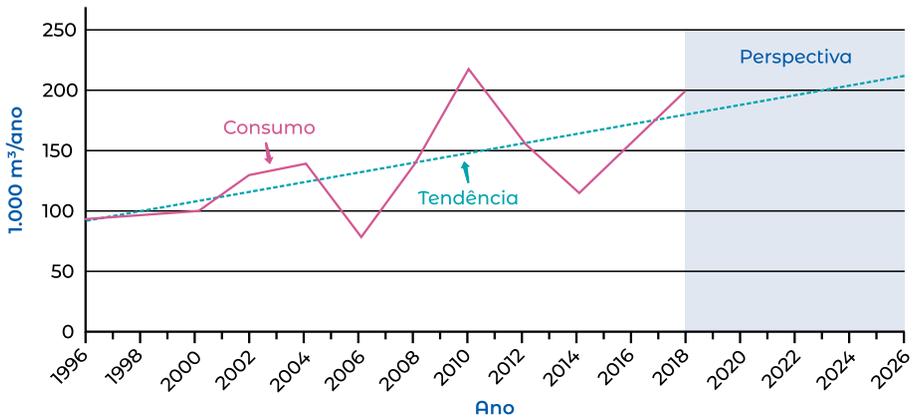
relativos ao produto e a escala de produção, como definições do investidor relacionadas a limites de investimento e outras particularidades do projeto que necessitem ser analisadas.

Embora o mercado atual seja importante, as tendências são mais relevantes, pois elas formam uma base fundamental para definir as perspectivas (mercado futuro). Uma visão de longo prazo é importante, portanto, para evitar desvios na definição das tendências motivadas por efeitos momentâneos (de curto prazo) e que podem distorcer a realidade do mercado.

A Figura 5 mostra um exemplo de tendência de demanda do mercado (medido em volume) para um produto florestal (caso hipotético), cobrindo uma série histórica de mais de 20 anos (1996-2018), com projeção até 2026. Uma curva similar poderia ser desenvolvida para oferta e para preços do produto.

No período analisado ocorreram diversas flutuações na demanda do produto (consumo), as quais podem ser resultantes de períodos de crise ou fatores positivos momentâneos que causaram reduções ou aumentos significativos no consumo em curto prazo, mas que não indicam uma tendência de longo prazo. A tendência de longo prazo é mais importante para o projeto.

FIGURA 5 – TENDÊNCIAS NA DEMANDA DE MADEIRA SERRADA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Embora o impacto das flutuações possam ser momentaneamente importantes, e por isso devem ser considerado numa análise de riscos do projeto, o determinante é a tendência de médio e longo prazo. O exemplo mostra a curva de tendência, indicando, neste caso, que o produto apresentou uma demanda crescente ao longo do período e, portanto, as perspectivas de demanda são positivas. Estas curvas de tendências de demanda do produto no mercado, bem com as curvas de tendência da oferta ou de preços, contribuem para definir as perspectivas de mercado (situação futura).

Na realidade, para o projeto, as perspectivas de médio e longo prazo são mais importantes do que a evolução do passado, ou até mesmo que a situação atual. O que se busca é identificar as oportunidades que o mercado oferecerá no futuro, ou seja, quais serão a oferta e a demanda no futuro, e quais serão os preços quando o projeto industrial que está sendo analisado estiver operando.

A curva de tendência é uma base adequada para projetar a demanda, a oferta e os preços futuros, no entanto não deve ser a única base. No caso apresentado na Figura 5, a projeção da demanda futura, após 2018, é estimada ou projetada simplesmente pela equação da reta, desenvolvida a partir dos dados históricos. Esta abordagem para definir a demanda, oferta e preços futuros é simplista, embora possa ser suficiente para as projeções nesta fase de desenvolvimento do projeto conceitual. No entanto, existem

casos em que a abordagem necessita ser aprimorada e informações adicionais devem ser consideradas na análise.

Assim sendo, a melhoria da base de informações de mercado pode considerar outros fatores para projetar a demanda, oferta e preços futuros.

Entre estes fatores estão:

- (a) Evolução do produto em função P&D, evolução tecnológica e outros fatores;
- (b) Mudanças no poder aquisitivo (renda) da população;
- (c) Crescimento populacional;
- (d) Crescimento do PIB;
- (e) Aumento ou redução na oferta de matéria-prima na região;
- (f) Mudanças na logística;
- (g) Tendências de mudanças relacionadas aos canais de distribuição e à embalagem,
- (h) Alterações na legislação tributária ou ambiental.

3.1.2 Particularidades do Produto

O estudo de mercado deve coletar informações de tendências de oferta, demanda e preços, e também outras informações sobre particularidades do produto. No caso da indústria florestal, os produtos podem ser genericamente definidos como, por exemplo, madeira serrada, painéis ou lâminas. No entanto, em geral e especialmente no caso de produtos de valor agregado, podem ser necessários alguns detalhes adicionais já na fase de projeto conceitual.

Os detalhes que deverão ser coletados relacionados ao produto incluem:

- (a) Tipos/categorias de produtos;
- (b) Forma e detalhes construtivos;
- (c) Propriedades físicas, mecânicas e químicas;
- (d) Dimensões;
- (e) Acabamentos;
- (f) Embalagens;
- (g) Características;
- (h) Padrões e normas.

Outros detalhes da coleta de informações sobre as particularidades dos produtos nesta fase de projeto tem foco em aspectos genéricos e pode ser baseada em anúncios e catálogos de produtos, internet, normas técnicas e outras fontes.

Eventualmente, caso o nível de informação requerido seja maior, poderão ser feitos levantamentos de campo para avaliar particularidades relevantes dos produtos que estão sendo ofertados no mercado (visitas a *showrooms*, centros de distribuição e outros locais). Como já mencionado, pode ser ainda necessário coletar informações sobre as tendências de evolução dos produtos.

3.1.3 Comercialização, Canais de Distribuição e Termos Comerciais

Através do estudo de mercado é possível identificar aspectos relativos às formas de comercialização, os canais de distribuição e os termos de comerciais adotados pelos fabricantes ou por distribuidores que já estão atuando no mercado de interesse.

Entender como os produtos são comercializados e como chegam ao consumidor é importante. As informações necessárias nesta fase de projeto conceitual são relativamente simples e corroboram especialmente para formação de uma base para a preparação do fluxo de caixa, para definição do capital de giro e para quantificação de alguns insumos, como embalagem.

Os principais aspectos relacionados à comercialização, canais de distribuição e termos comerciais a serem levantados na fase de projeto conceitual incluem:

- (a) Distribuição (venda na porta da fábrica, diretamente ao consumidor final, através de centros de distribuição, *tradings* e outras formas);
- (b) Agentes na cadeia de distribuição, margens e custos envolvidos (representantes, distribuidores, exportadores varejistas, instaladores, intermediários);
- (c) Tipos de embalagem;
- (d) Tamanho de lotes;

- (e) Termos comerciais (lista de preços, política de descontos, formas e prazos de pagamento).

Estas informações podem ser coletadas em anúncios, publicações especializadas, na internet e através de contato com representantes, compradores e com os ofertantes atuais dos produtos no mercado. Um aprofundamento destes aspectos pode vir a ser necessário em uma fase mais avançada do projeto.

3.1.4 Concorrentes

Para melhor avaliar a oferta e a competitividade no mercado, é importante também conhecer o perfil dos concorrentes e o seu posicionamento no mercado. Nesta fase do projeto, as informações necessárias são relativamente simples e baseadas principalmente em fontes secundárias, incluindo, entre outras:

- (a) Concorrentes principais atuando no mercado;
- (b) Capacidade e oferta atual dos principais concorrentes;
- (c) Expansões previstas no curto e médio prazo;
- (d) Capacidade de investimentos dos concorrentes;
- (e) Forma de atuação no mercado.

3.2 SUPRIMENTO DE MADEIRA E INSUMOS

A análise de suprimento é muito similar à análise de mercado. É necessário coletar informações, com base em uma série histórica de médio e longo prazos (10 a 20 anos), para projetar a oferta, a demanda, a disponibilidade e os preços das matérias-primas, com ênfase à madeira.

A **garantia do suprimento** futuro, especialmente de madeira (matéria-prima principal em um projeto florestal industrial), é fundamental. A coleta de informação para identificação de opções e análise do suprimento deve considerar basicamente:

- (a) Tendências e perspectivas da oferta de madeira e outras matérias-primas essenciais, no horizonte do projeto;

- (b) Tendências e perspectivas da demanda de madeira e outras matérias-primas, essenciais no horizonte do projeto;
- (c) Garantia de disponibilidade em quantidade e qualidade;
- (d) Preços e termos comerciais.

Em princípio, a garantia de suprimento futuro, particularmente de madeira (juntamente com o mercado), é fundamental para decidir sobre o prosseguimento do desenvolvimento do projeto conceitual da unidade industrial. A viabilidade de um projeto industrial florestal está estreitamente relacionada à identificação de um mercado atrativo, mas a garantia de suprimento de matéria-prima sustentável, em bases compatíveis com o produto selecionado e demanda industrial (quantidade, qualidade e custos), considerando o horizonte do projeto, é também fundamental.

3.2.1 Madeira

Como já mencionado, a madeira é a principal matéria-prima para a indústria florestal. Assim sendo, o suprimento de madeira em bases competitivas e sustentáveis é imprescindível. Garantir um suprimento de madeira competitivo depende geralmente da disponibilidade de madeira na região onde está prevista a instalação da unidade industrial e da logística envolvida.

A indústria florestal depende, em grande parte, de um suprimento sustentável e competitivo de madeira, sua principal matéria-prima, para viabilizar a sua operação e ser competitiva. Portanto, avaliar criteriosamente as perspectivas de suprimento, principalmente de madeira, é fundamental já na fase de projeto conceitual.

O objetivo principal da análise de suprimento é identificar se a oferta de madeira será sustentável e competitiva ao longo da vida do projeto. No entanto, existem ainda outros parâmetros igualmente importantes que devem ser considerados, como as dimensões, a qualidade e propriedades da madeira, aspectos de logística e outros.

Os principais aspectos relacionados ao suprimento que devem ser analisados na fase do projeto conceitual são:

- (a) Oferta atual e futura de madeira (regional);
- (b) Demanda atual e futura de madeira (regional);
- (c) Características da madeira ofertada (dimensões, propriedades e outros aspectos);
- (d) Preços praticados e tendências;
- (e) Canais de distribuição;
- (f) Termos comerciais;
- (g) Logística envolvida;
- (h) Outras particularidades relevantes.

Nesta fase do projeto conceitual, os estudos do suprimento de madeira são baseados em dados secundários, incluindo publicações especializadas, estatísticas de associações e oficiais e outras fontes (mapas, cadastros, inventários florestais). No entanto, em determinados casos, podem ser necessárias informações adicionais, coletadas a partir de contatos com potenciais fornecedores e operadores, para melhor balizar as informações. Isto é particularmente importante, por exemplo, no caso de informações relacionadas a preços.

A avaliação da disponibilidade de madeira, na ausência de informações secundárias confiáveis, poderá requerer um estudo mais detalhado de suprimento, considerando por exemplo a utilização de ferramentas tecnológicas como imagens aéreas (fotos ou de satélite) da região de interesse. Estas imagens permitem o mapeamento de áreas de plantio e auxiliam na geração de informações relacionadas à oferta de madeira, seja nativa e/ou de plantações. Para estes estudos mais detalhados, além das informações obtidas através de imagens, pode ser necessário trabalho de campo para verificação de estoques, espécies, idade, qualidade e dimensões do material. Podem também ser importantes contatos com proprietários de florestas na região de interesse, para obter informação mais apurada sobre a disponibilidade efetiva de madeira, interesse em contratos de venda, preços e termos comerciais.

3.2.2 Insumos

Além da madeira, existem casos de projetos florestais industriais em que os insumos e/ou outras matérias-primas, possam ser importantes. Isto ocorre especialmente em projetos envolvendo painéis de madeira, produtos de valor agregado e outros. Nestes casos é necessário coletar informações sobre o suprimento de insumos e outros materiais essenciais, tais como adesivos, embalagens, acessórios, produtos de acabamento e químicos.

Neste estágio do projeto, normalmente as informações disponíveis em catálogos, publicações, internet e outras fontes são suficientes. Em alguns casos, podem também ser necessários contatos com fornecedores dos insumos e outros materiais essenciais, para melhorar a base de informação relacionada a disponibilidade, garantia de suprimento, qualidade, preços e termos comerciais.

3.3 UNIDADE INDUSTRIAL E LOCALIZAÇÃO

A unidade industrial florestal é uma estrutura estabelecida para receber matéria-prima (madeira e outros insumos) e, através de um processo eficiente que demanda capital (investimentos), utilidades, mão de obra e outros fatores de produção, transformá-la em produtos de mercado.

A estrutura de transformação industrial, bem como a sua localização, necessita considerar aspectos técnicos, econômicos e financeiros, bem como parâmetros legais definidos em leis, normas regulamentadoras e outros instrumentos legais e administrativos. Estes parâmetros incluem aspectos ambientais, sociais, organização territorial, processo, produto e outros.

A análise de alternativas de localização de uma unidade industrial florestal, na fase de projeto conceitual, é essencial. O que deve ser buscado neste estágio é a definição da macrolocalização (região, estado ou município). Essa definição da macrolocalização de um projeto industrial depende da análise de diversas informações e particularidades, cobrindo as possíveis regiões pré-selecionadas para a sua implantação.

As condições regionais podem afetar os investimentos na fase de implantação, os custos na fase operação, a competitividade no mercado,

a rentabilidade do empreendimento e outras variáveis relacionadas ao projeto. Portanto, uma análise criteriosa dos diversos aspectos envolvidos é fundamental já na fase inicial de desenvolvimento do projeto.

A definição da macrolocalização é estratégica, envolvendo a seleção de potenciais municípios, regiões ou estados para instalação do empreendimento e é de grande relevância para a viabilização técnica, operacional, econômica, financeira ou legal do empreendimento.

Os dados e informações que influenciam a análise das opções, e finalmente a seleção da localização de um projeto industrial florestal, são:

(a) Condições Geográficas

As condições geográficas incluem a localização (região/município), coordenadas geográficas de um ponto para medir distância aos principais pontos de referência (centros urbanos, entroncamentos rodoferroviários, sistemas portuários, mercado e outros);

(b) Condições Climáticas

Precipitação, ventos e direção predominante (velocidade máxima, média e mínima); umidade relativa do ar e temperatura (média, mínima e máxima), ocorrência de tempestades, geadas e outros;

(c) Topografia e Solos da Região

Relevo predominante, altitude, tipos de solos, características químicas, físicas e mecânicas gerais e outras;

(d) Matérias-primas e Insumos

Disponibilidade regional de matérias-primas, qualidade e características, preços e outros aspectos;

(e) Energia, Utilidades e Comunicação.

Supridores dos serviços de energia, utilidades públicas e comunicação, incluindo disponibilidade, condições para acesso, custo, limitações, padrões de oferta, características e outros aspectos;

(f) Infraestrutura/Sistema de Transporte

A análise dos componentes que formam os sistemas de transporte tais como vias, veículos, terminais, instalações de apoio e distâncias é crucial para opções de instalação de um empreendimento

de indústria florestal, em especial de operação. Cada modal apresenta suas vantagens e desvantagens, seus próprios custos e características operacionais.

As principais informações relacionadas a transporte/logística a serem coletadas e analisadas incluem:

- *Transporte rodoviário* – rodovias e padrões/características, obras de arte e limitações, restauração do pavimento, pedágios, planos de expansão e de melhorias, disponibilidade de vias de acesso e distâncias;
- *Transporte ferroviário* – características, restrições das obras de arte, estações ferroviárias e capacidades dos armazéns, disponibilidade e condições do material rodante, planos de expansão e de melhorias previstas para a malha e necessidade de transbordo;
- *Transporte hidroviário (fluvial e marítimo)* – portos, disponibilidade de linhas e de *piers*, instalações portuárias, profundidade, faixa de cais, área e capacidade de armazenamento, instalação para carga e descarga e capacidade dos equipamentos de manuseio e transporte (rebocadores e empurradores), características do canal de acesso e bacia de evolução, distância aos principais portos do país e do exterior, planos de expansões e de melhorias previstos, segurança operacional, custos de movimentação, burocracia portuária e outros aspectos;
- *Transporte multimodal* – envolvem serviços desde a coleta até a entrega da carga, tais como a unitização de cargas, a armazenagem, a manipulação, o transporte e a desunitização, custos/fretes, disponibilidade, entre outros.

(g) Condições Socioeconômicas

Condições de trabalho e exigências, custo, qualificação e disponibilidade da mão de obra para implantação e operação do projeto industrial, condições de recrutamento e de treinamento, serviços de apoio, assistência médico-hospitalar, serviços de assistência social, disponibilidade de opções de

lazer, comunicação, bancos, transporte coletivo, educação, disponibilidades habitacionais e outros;

(h) Oferta Regional de Serviços

Disponibilidade e qualidade de serviços de apoio industrial na região, incluindo atividades de construção, montagem, manutenção e outros.

(i) Economia Regional

Condições econômicas gerais, diretrizes de política econômica para a região, PIB da região e participação dos diversos setores da economia, arrecadação de impostos, diretrizes orçamentárias e outros aspectos.

A pré-seleção da macrolocalização do projeto considera uma análise comparativa expedita para identificação de locais de maior aptidão para instalar o empreendimento, que pode ser um município, uma região ou um estado.

No caso de uma indústria florestal, esta análise inicial considera alguns fatores determinantes, como, por exemplo, disponibilidade de madeira a preços competitivos e logística de acesso a mercados. Nesta fase de projeto, são normalmente pré-selecionados de 3 a 5 macrolocalizações potenciais (regiões). A definição da microlocalização (terreno para implantação do projeto) é uma decisão posterior, geralmente feita na fase de projeto básico.

Uma das alternativas para analisar e definir a macrolocalização é comparar os locais pré-selecionados, com base nos fatores intervenientes mais relevantes, agrupados em:

(a) Fatores ou elementos quantitativos;

(b) Fatores ou elementos qualitativos.

Na sequência são apresentados os fatores de cada um dos grupos, considerados como mais relevantes, para a definição da localização de uma indústria florestal.

3.3.1 Fatores Quantitativos

Os fatores quantitativos a serem considerados na seleção da localização, envolvendo os dois grandes componentes, quais sejam investimentos e custos, são apresentados na sequência.

Investimentos

Os principais fatores que afetam os **investimentos** e que influenciam na definição da macrolocalização incluem:

- (a) Investimento em terrenos (preço);
- (b) Investimentos necessários para construções (custo de construção);
- (c) Incentivos e subsídios afetando os investimentos como doações de terrenos, preparação de infraestrutura local e outros;
- (d) Investimentos requeridos em infraestrutura básica com utilidades como energia e comunicações;
- (e) Incentivos relacionados à redução da carga tributária e impacto nos investimentos;
- (f) Outros fatores.

Custos

Os principais fatores que podem afetar os **custos** industriais, e que necessitam ser avaliados na definição da macrolocalização de uma indústria florestal, são apresentados esquematicamente na figura 6.

Os principais componentes de custo são:

- (a) Matéria-prima e insumos;
- (b) Frete de matéria-prima e outros insumos essenciais à produção;
- (c) Frete dos produtos acabados/acesso ao mercado;
- (d) Mão de obra;
- (e) Utilidades (energia e água);
- (f) Impactos de incentivos na redução de carga tributária nos custos de produção e nos preços da venda de produtos e outros;
- (g) Outros fatores afetando custos e que diferenciam as macrolocalizações.

FIGURA 6 – COMPONENTES DE CUSTOS CONSIDERADOS NA DEFINIÇÃO DA MACROLOCALIZAÇÃO DE PROJETOS DE INDÚSTRIAS FLORESTAIS



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Para cada macrolocalização pré-selecionada para o empreendimento, deverão ser preparadas planilhas de investimentos e custos de operação. Para melhorar a comparação entre as diversas alternativas de macrolocalização, os investimentos e custos devem ser apurados ao longo da vida do empreendimento. Isto se deve ao fato de que os custos podem variar de forma diferente ao longo da vida do projeto, dependendo da alternativa. Recomenda-se preparar um fluxo de caixa para um período de 10 ou 20 anos, de cada alternativa pré-selecionada, e calcular o valor presente considerando uma determinada taxa de desconto.

3.3.2 Fatores Qualitativos

Os fatores de difícil quantificação deverão ser objeto de uma análise qualitativa. Normalmente, é preparada uma matriz para facilitar

a comparação entre as alternativas pré-selecionadas, podendo ser adotada uma metodologia de pontuação para facilitar a seleção.

Os principais fatores considerados em uma análise qualitativa de macrolocalizações para instalação de um projeto de indústria florestal são:

- (a) Qualidade de vida
Mensurada, por exemplo, pelo índice de Desenvolvimento Humano (IDH);
- (b) Infraestrutura local ou regional
Inclui a disponibilidade e qualidade de transporte, hospitais, escolas, centros de formação de mão de obra, comunicação, centros de suprimento de bens e serviços, e outras facilidades;
- (c) Mão de obra
Considera a disponibilidade e a qualificação/capacitação da mão de obra na região;
- (d) Aspectos ambientais e restrições legais
Envolve leis e regulamentos, abrangendo as macrolocalizações e que poderão ter implicações na fase de instalação ou de operação de unidade industrial;
- (e) Outros fatores.

A decisão final quanto à macrolocalização para o projeto vai depender de comparação entre as alternativas pré-selecionadas, considerando tanto os fatores quantitativos (basicamente investimentos e custos) como os qualitativos. Pode ser necessária uma discussão (*brainstorming*) envolvendo os especialistas envolvidos no desenvolvimento do projeto para a seleção final da macrolocalização

3.4 DIMENSIONAMENTO E TECNOLOGIA

O dimensionamento do empreendimento e a definição da tecnologia a ser adotada no projeto industrial são decisões fundamentais, e uma análise preliminar dos diversos fatores afetando estas decisões também deve ser considerada já na fase de projeto conceitual.

Tanto a dimensão, ou escala da unidade industrial, como a tecnologia a ser adotada têm implicações decisivas nos investimentos, nas receitas, nos custos, na produtividade e competitividade do negócio e especialmente no retorno do investimento. Por esta razão, a análise dos diversos fatores que possam afetar é fundamental para definir a escala e a tecnologia a ser adotada.

Escala

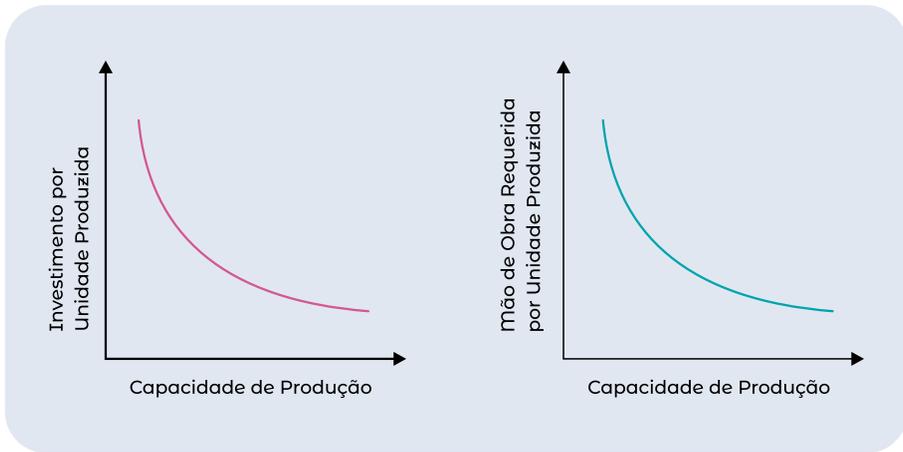
Na maioria dos casos, existem **limites de escala** para o projeto industrial. A identificação dos limites depende de vários fatores/variáveis, que incluem aspectos técnicos, legais, econômicos, financeiros e outros.

Entre os principais fatores que devem ser considerados em uma análise para o dimensionamento de um projeto industrial estão:

- (a) Tamanho do mercado (demanda);
- (b) Suprimento (disponibilidade de matérias-primas);
- (c) Dimensão das linhas de produção operando e das ofertadas no mercado;
- (d) Turnos de operação;
- (e) Impactos do porte do empreendimento nos investimentos, custos e competitividade;
- (f) Capacidade de investimento (recursos próprios, acesso a financiamento e capacidade de alavancagem);
- (g) Limitações legais;
- (h) Particularidades do local de implantação;
- (i) Outros aspectos.

Para a maioria dos projetos industriais, existe uma correlação entre a capacidade de produção e o investimento, bem como entre a capacidade de produção e a demanda de mão de obra, tomando como base a unidade produzida. A figura 7 apresenta esquematicamente esta correlação. Como mostrado, um aumento na escala de produção reduz tanto o investimento como a demanda de mão de obra (custo) por unidade produzida. Estes fatos podem ser importantes para a competitividade do negócio.

FIGURA 7 – CORRELAÇÃO ENTRE A CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E DEMANDA DE INVESTIMENTO E MÃO DE OBRA POR UNIDADE PRODUZIDA



FONTE: ITTO (1991)

Opções Tecnológicas

Para cada projeto existem, geralmente, várias **opções tecnológicas** ou soluções de engenharia industrial que podem ser consideradas. Uma primeira avaliação das opções tecnológicas deve ser realizada já na fase de engenharia conceitual.

As opções tecnológicas podem estar relacionadas a um tipo de equipamento, a um processo (como, por exemplo, de secagem ou de pintura) ou a uma linha de produção completa. A análise, portanto, pode ser segmentada para um determinado equipamento, para partes do projeto (setores) ou para toda a linha de produção.

A decisão quanto à tecnologia a ser adotada deve ser feita com base em uma análise comparativa das alternativas, considerando parâmetros quantitativos, como investimentos, custos ou necessidade de mão de obra, e parâmetros qualitativos, como tipo de acabamento, impacto ambiental (poluição, resíduos, emissões e ruídos), segurança do trabalho e outros.

Os principais fatores que influenciam na definição da opção tecnológica a ser adotada para uma indústria florestal nesta fase do projeto conceitual e que devem ser considerados na análise são:

- (a) Dimensionamento da produção (capacidade do projeto);
- (b) Opções tecnológicas e engenharia do projeto disponíveis no mercado;
- (c) Investimentos;
- (d) Custos de operação;
- (e) Manutenção e custos;
- (f) Produtos a serem fabricados;
- (g) Garantias ofertadas e riscos associados;
- (h) Aspectos ambientais;
- (i) Aspectos relacionados à segurança do trabalho;
- (j) Adequação ao local de implantação da indústria (disponibilidade de utilidades, mão de obra e qualificação, facilidades para manutenção etc.);
- (k) Outros fatores.

As informações necessárias neste estágio do projeto conceitual podem ser obtidas de fontes secundárias como catálogos de fornecedores, literatura técnica, internet ou outras. No entanto, podem haver casos em que se faz necessário consultar especialistas, fornecedores e/ou realizar visitas a unidades industriais em operação para averiguar diferentes opções tecnológicas ou soluções de engenharia adotadas.

As visitas a unidades industriais em operação têm como objetivo realizar observações, discutir possíveis soluções de engenharia adotadas, implicações nos investimentos e custos de operação e manutenção, limitações e os impactos. Trata-se basicamente de um exercício de “*benchmarking*”.

Muitas vezes, soluções tecnológicas estão vinculadas a um determinado fabricante de máquinas ou equipamentos. Assim sendo, pode ser oportuno também entrevistar fornecedores de máquinas e equipamentos para melhor entender as diferenças de tecnologia adotadas e as implicações para o projeto.

Além das visitas a instalações industriais e contatos/discussões com fornecedores de máquinas e equipamentos ou de linhas de produção, a experiência da equipe do projeto traz subsídios importantes para identificar e analisar alternativas a serem consideradas para selecionar a **melhor opção tecnológica**. Em geral, os aspectos financeiros (investimento) e econômicos (implicações no custo) são determinantes na tomada de decisão.

3.5 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DO PROJETO CONCEITUAL

Para preparar o fluxograma do processo do projeto conceitual é necessário ter sido pré-dimensionada a unidade industrial (definida a escala de produção) e ter uma primeira seleção da **melhor opção tecnológica** de tecnologia e engenharia a ser adotada para o projeto.

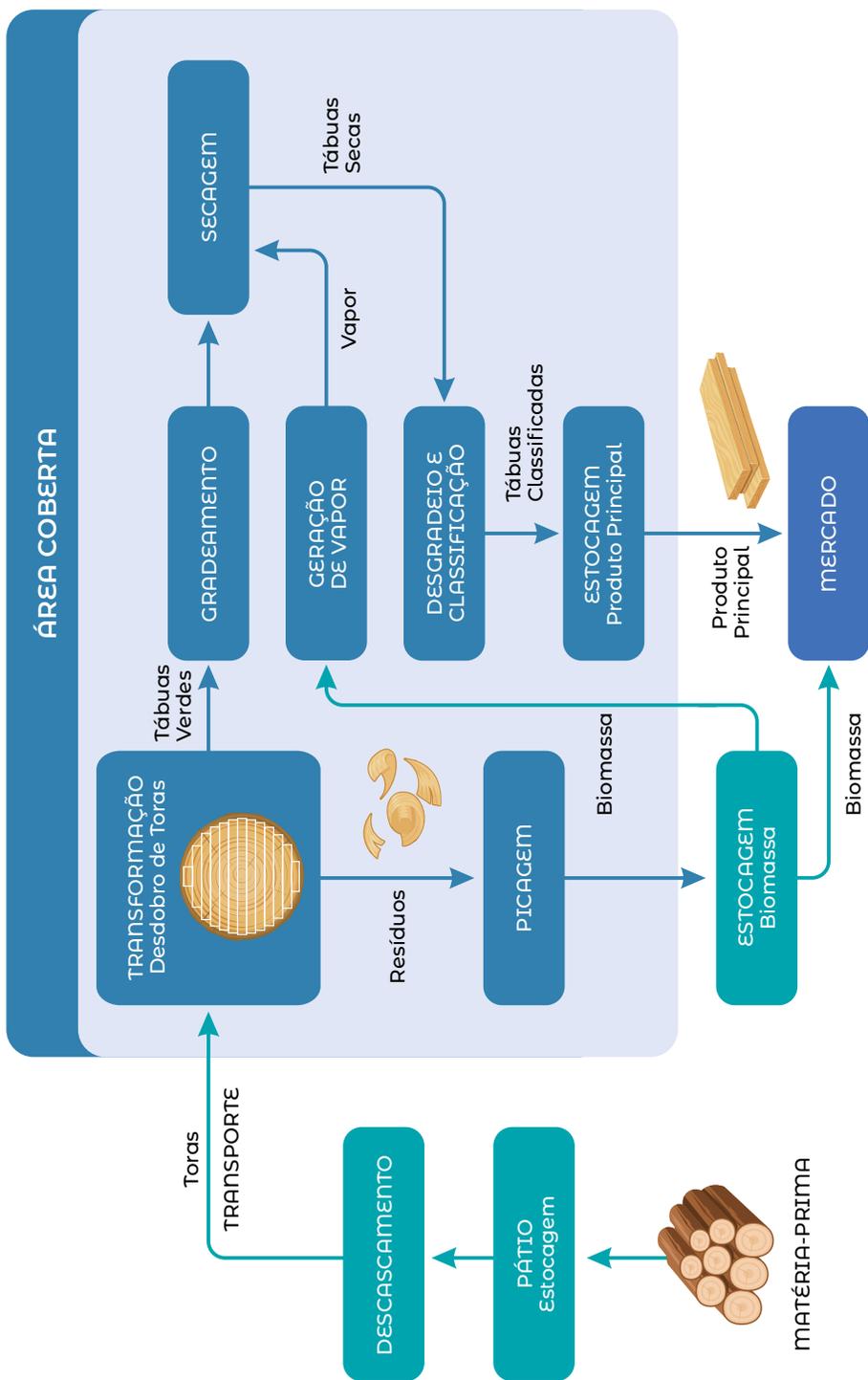
Da mesma forma que no pré-dimensionamento e na definição da tecnologia e engenharia a ser adotada, o desenvolvimento do fluxograma requer conhecimento e experiência por parte da equipe do projeto. Podem ainda ser necessárias visitas a instalações industriais semelhantes para realizar um “*benchmarking*”, bem como contatos/discussões com fornecedores de equipamentos ou de linhas de produção para obtenção de informações adicionais, visando identificar as possíveis alternativas e coletar informações para análise.

Na fase de projeto conceitual, o fluxograma do processo deve considerar a definição das principais áreas ou setores e as operações essenciais da unidade industrial. Assim, é possível identificar os equipamentos e máquinas chaves e definir construções e outros elementos essenciais para gerar informações necessárias à análise de pré-viabilidade do projeto.

Um exemplo simplificado de um fluxograma do processo do projeto industrial florestal é mostrado na Figura 8. O exemplo considera um projeto de uma serraria, considerado como um processo industrial de baixa complexidade.

O fluxograma do processo, nesta fase de desenvolvimento do projeto, deve ser preparado considerando os principais processos envolvidos e o fluxo de atividades nas diversas fases da produção. Deve ainda indicar esquematicamente a necessidade de áreas construídas (industrial, escritório, manutenção e portaria) e outras áreas (e.g. pátios, áreas de circulação, ajardinamento e estacionamento).

FIGURA 8 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO SIMPLIFICADO DE UM PROJETO CONCEITUAL-INDUSTRIAL PARA SERRARIA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Adicionalmente, o fluxograma do processo pode incluir informação geral sobre o fluxo de matéria-prima e de produtos. Ele pode ser simples, mas deve ser suficiente para gerar uma primeira estimativa de investimentos e custos, que são necessários para a análise de pré-viabilidade do projeto.

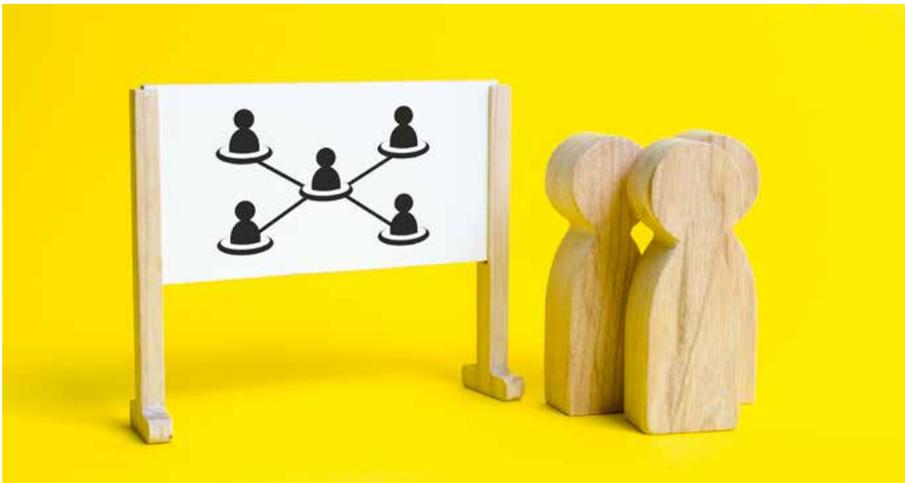
Através do fluxograma apresentado, é possível ter uma visão geral do processo produtivo, e ainda visualizar o conjunto com o objetivo de identificar melhorias possíveis de serem consideradas no processo.

Na realidade, o fluxograma de um projeto industrial conceitual é uma primeira definição para o desenho da engenharia do projeto e forma uma base para uma primeira estimativa dos investimentos e custos. Ele é também uma base de informação para o desenvolvimento do projeto básico.

3.6 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A organização do empreendimento define uma estrutura necessária para gerenciar, operar e controlar a unidade industrial. A estrutura estabelece a forma de organização, os cargos e funções e permite estimar o número de pessoas a serem envolvidas.

Portanto, a informação gerada com a definição da estrutura organizacional forma uma base para quantificar a necessidade de pessoal envolvido na gestão, operação e manutenção da unidade industrial (quantidade e qualificação) e serve de base para estimar os custos de mão de obra, informação necessária para a análise da pré-viabilidade econômica e financeira do projeto.



A organização do empreendimento e a demanda de recursos humanos são influenciadas pelos custos, dimensão da unidade industrial, solução tecnológica adotada, tipo de produto e forma de operação, mas também dependem do ambiente social (disponibilidade, capacidade e habilidade da mão de obra). Aspectos relacionados a legislação trabalhista, acordos sindicais e outros fatores também podem influenciar na definição da organização.

Na fase de projeto conceitual, a estrutura organizacional proposta pode ser simplificada. Para a grande maioria das unidades industriais florestais nesta fase, considera-se uma estrutura formada por 3 ou 4 níveis hierárquicos, quais sejam:

- (a) Gerência geral: administração superior;
- (b) Gerência de operações: industrial, administração/finanças, manutenção, vendas e suprimento;
- (c) Supervisores ou encarregados: pátio, transformação, secagem, classificação e despacho;
- (d) Operadores especializados e auxiliares.

A demanda de mão de obra alocada e os custos anuais correspondentes podem ser apresentados na forma de uma tabela, contendo os cargos (níveis), quantidades, salários, encargos, benefícios e outros custos.

As informações sobre níveis salariais, encargos sociais e benefícios para cada nível podem ser obtidas a partir de consultas a associações de classe, legislação, sindicatos, publicações especializadas ou empresas de recrutamento.

3.7 ANÁLISE DE PRÉ-VIABILIDADE

A análise de pré-viabilidade é baseada nas informações coletadas e resultados gerados na preparação do projeto conceitual. O principal foco da análise pré-viabilidade são os aspectos econômicos e financeiros, embora outros aspectos, como técnicos ou legais, possam também ser considerados.

A preparação de um fluxo de caixa é necessária para analisar a pré-viabilidade econômica e financeira do projeto, pois servirá de base para a geração de indicadores. Adicionalmente, é importante conduzir uma análise de sensibilidade do projeto à flutuação de variáveis de maior impacto ao projeto. Esta análise de sensibilidade é importante para avaliar a exequibilidade de um projeto e também para melhor identificar e quantificar os potenciais riscos associados.

A análise de pré-viabilidade se baseia principalmente nos indicadores econômicos e financeiros do projeto, no entanto, como já mencionado, existem outros aspectos que podem ser considerados, como particularidades regionais, limitações legais/ambientais e outros.

3.7.1 Fluxo de Caixa

A análise de pré-viabilidade econômica e financeira de um projeto conceitual industrial é normalmente baseada principalmente em um fluxo de caixa. Nesta fase, trata-se de um fluxo e caixa simplificado cobrindo um período de 15 a 20 anos, dependendo do projeto. A Tabela 1 apresenta um exemplo da estrutura de um fluxo de caixa que pode ser considerado para análise de viabilidade do projeto conceitual de uma serraria.

O fluxo de caixa preparado nesta fase deve considerar um período de implantação, geralmente denominado como “ano zero”. Neste ano, são considerados basicamente os investimentos em ativos fixos. Para os anos subsequentes, consideram-se como entradas em caixa os investimentos em capital de giro e as receitas da operação (vendas), bem como as despesas (saídas de caixa), cobrindo um período mínimo de 10-15 anos.

Em projetos de maior porte, com investimentos elevados, como de uma fábrica de celulose, e que exijam períodos maiores para o retorno dos investimentos, são considerados fluxos de caixa por períodos mais longos.

TABELA 1 – FLUXO DE CAIXA SIMPLIFICADO PARA ANÁLISE DA PRÉ-VIABILIDADE DO PROJETO CONCEITUAL

ITEM	ANO/VALOR (R\$ 1.000)										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	15
ENTRADAS DE CAIXA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Capital Inicial/Próprio	-										
a) Investimentos Fixos	-										
b) Capital de Giro		-	-								
• Vendas (Receitas)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SAÍDAS DE CAIXA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Investimentos	-	-	-								
• Custos de Produção		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a) Matéria-Prima		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b) Mão de Obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
c) Energia		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
d) Manutenção		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
e) Outros		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Custos de Vendas		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
a) Impostos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
b) Comissões		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALDO ANUAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALDO ACUMULADO		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Na preparação do fluxo de caixa são consideradas como fontes de informação as bases definidas nos itens que compõem o projeto conceitual, ou seja:

(a) Entrada em caixa/capital inicial

Em geral, nesta fase, considera-se somente capital próprio para cobrir as necessidades dos investimentos fixos e de capital de giro.

(b) Investimentos

Trata-se do capital necessário para a implantação do empreendimento, incluindo os relativos a despesas pré-operacionais (estudos, projetos, licenciamento e outras), e as relacionadas

a aquisição e preparação de terreno, aquisição de máquinas e equipamentos, construções, instalações, formação de estoques, contratação de serviços e outros componentes. Inclui o capital necessário para atender a necessidade de capital de giro.

(c) Custos de produção

Envolve os custos com a aquisição de matéria-prima e insumos definidos no suprimento, pagamento de mão de obra definida na estrutura organizacional, energia, manutenção e outros itens.

(d) Custos de vendas

Despesas variáveis relacionadas a impostos e comissões.

(e) Receitas (vendas)

Calculadas com base nos preços médios de mercado e volumes vendidos, definidos nos itens mercado e dimensionamento da produção.

As informações preliminares relacionadas aos investimentos podem ser obtidas junto a empresas de engenharia e projetos, aos fornecedores de máquinas, de equipamentos e de serviços, considerando por exemplo os investimentos estimados em uma linha de produção. Adicionalmente, podem ser utilizados indicadores regionais de preços de terras e de custo de construções e obras. Os investimentos em equipamentos secundários, bem como nas instalações, são normalmente estimados com base em experiência da equipe do projeto e com apoio de fornecedores.

O capital de giro pode ser estimado com base em estoques de matéria-prima e prazos de venda. Geralmente, considera-se 60-70% do valor necessário ao capital de giro no primeiro ano de operação, em função da curva de aprendizado, e o restante no segundo ano.

Adicionalmente, podem existir outros itens relevantes que podem afetar tanto o componente investimentos (e.g. investimentos em instalações elétricas e hidráulicas, impacto de incentivos fiscais e outros), como o componente custos (e.g. embalagens, seguros, impacto dos incentivos fiscais, transporte e outros). Neste caso, além do conhecimento e experiência da equipe do projeto, pode ser necessária coleta de informações adicionais, através de contatos com fornecedores, consulta com unidades industriais

similares em operação e especialistas, análise de legislação e programas de incentivos ou outras fontes.

Para análise de pré-viabilidade, conduzida na fase de projeto conceitual, em geral não é necessário considerar algumas particularidades ou detalhes, como as condições de financiamento do projeto (*funding*) ou curva de aprendizado. Estes aspectos são importantes, mas serão analisados em mais detalhes na análise de viabilidade a ser conduzida com base no projeto básico. Na fase de projeto conceitual, em geral, o investimento pré-operacional, fixo e para capital de giro, é usualmente considerado como sendo 100% capital próprio.



3.7.2 Indicadores

O fluxo de caixa preparado na fase de projeto conceitual é a base para a geração dos indicadores necessários à análise preliminar da atratividade do negócio. Os principais indicadores que podem ser considerados na análise de pre-viabilidade econômica e financeira, nesta fase, são:

- (a) Valor Presente Líquido (VPL)
- (b) Taxa Interna de Retorno (TIR)

Definição e particularidades relevantes destes indicadores, para avaliar a atratividade de um projeto, são apresentados no Box 1. Informações mais detalhadas sobre estes indicadores e indicadores adicionais são apresentados no Capítulo 5, que trata da análise econômica e financeira baseada no projeto básico.

BOX 1 – PRINCIPAIS INDICADORES PARA ANÁLISE DA ATRATIVIDADE DE PROJETO CONCEITUAL

VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL

O VPL é o valor presente, calculado a partir do saldo do fluxo de caixa descontado a uma taxa de juros, normalmente definida como a Taxa Mínima de Atratividade – TMA. Se o VPL for positivo, o investimento é considerado como atrativo; se for igual a zero, o investimento é indiferente, pois o valor presente das entradas é igual ao valor presente das saídas de caixa. Por outro lado, se o VPL for menor do que zero, o investimento não é considerado, em princípio, como economicamente atrativo, já que o valor presente das entradas de caixa é menor do que o valor presente das saídas de caixa.

TAXA INTERNA DE RETORNO – TIR

A TIR é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, sejam iguais aos valores dos retornos (entradas em caixa) do investimento, também trazidos ao valor presente. Ou seja, é a taxa de desconto que resulta em um VPL igual a zero. O conceito básico é de que projetos que possuem um TIR acima da TMA são atrativos.

3.7.3 Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma das formas de analisar os riscos econômicos e financeiros de um projeto. Tal análise é importante em gerenciamento de riscos de projetos, especialmente nesta fase, devido à fragilidade das informações, resultante da abordagem mais expedita adotada na coleta de preços (receita) e nas estimativas de custos e investimentos.

Na análise de sensibilidade são consideradas estimativas otimistas e pessimistas sobre um grupo de variáveis que tem impacto significativo no retorno do investimento medido pela TIR. No caso de projetos industriais florestais, são importantes para a análise de sensibilidade variações de:

- (a) Custo da matéria-prima principal (madeira);
- (b) Custo de insumos relevantes;
- (c) Custo de mão de obra;

- (d) Taxa de transformação ou conversão da matéria-prima (rendimento);
- (e) Preço de venda resultante de flutuações de mercado;
- (f) Efeito da variação da receita com alteração do *mix* de produtos e da qualidade;
- (g) Investimento;
- (h) Taxa Mínima de Atratividade – TMA.

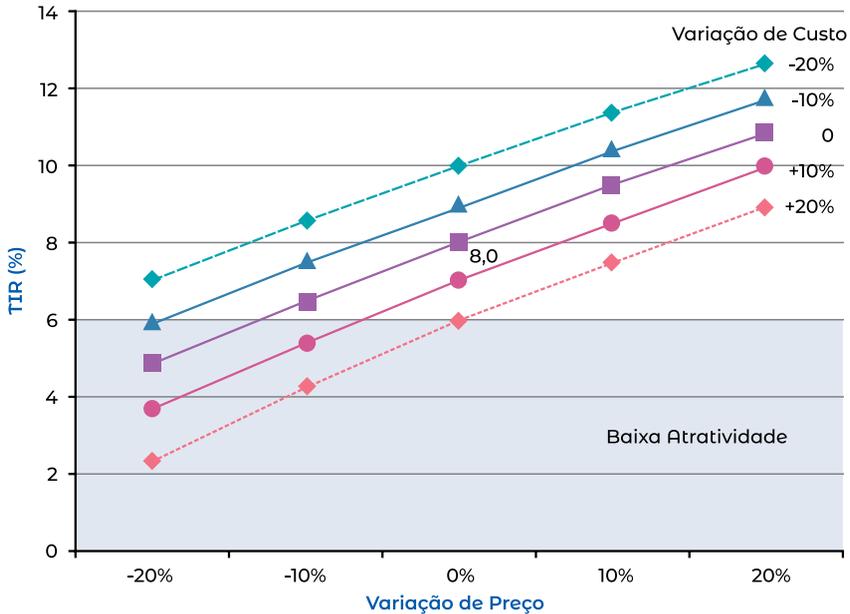
Para a análise de sensibilidade econômica e financeira na fase de projeto conceitual, recomenda-se concentrar em variáveis mais relevantes (de maior impacto na TIR). No caso específico de uma serraria, as alterações mais impactantes na Taxa Interna de Retorno – TIR são em geral as relativas ao custo da matéria-prima (madeira) e as do preço de venda (receita).

Um exemplo de análise de sensibilidade, considerando flutuações dos fatores preço de venda e custo da matéria-prima, é mostrado na Figura 9. No exemplo apresentado, o projeto é mais sensível à flutuação de preços que a de custo da matéria-prima. Como pode ser observado, mantendo os custos constantes, uma redução dos preços de 10% a 15% tornaria o negócio pouco atrativo (TIR abaixo de 6%).

3.7.4 Outros Aspectos Afetando a Viabilidade do Projeto

A análise de outros riscos potenciais do projeto deve envolver além dos aspectos econômicos e financeiros, aspectos técnicos, operacionais, legais, ambientais ou outros. Estes aspectos adicionais devem também ser analisados, embora em menor detalhes, já na fase de projeto conceitual. Em geral esta análise complementar, na fase de projeto conceitual, é baseada em aspectos qualitativos.

FIGURA 9 – ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DO PROJETO CONCEITUAL - EFEITO DA VARIAÇÃO DO PREÇO DE VENDA E DO CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Uma das alternativas para realizar essa análise é construir uma matriz de riscos, identificando:

- (a) Riscos potenciais;
- (b) Probabilidade destes riscos ocorrerem;
- (c) Efeitos negativos ou impactos que poderão gerar caso os riscos ocorram;
- (d) Possíveis formas de mitigação.

A matriz de riscos pode fornecer subsídios para diferenciar os potenciais riscos, mensurar os possíveis impactos e auxiliar no processo de mitigação. O controle e acompanhamento dos riscos podem evitar ou mitigar problemas resultantes de eventos que poderão ocorrer quando da implantação ou operação do empreendimento.

[CAPÍTULO 4]

ENGENHARIA BÁSICA

O **projeto básico** é em princípio desenvolvido se, após a análise de pré-viabilidade realizada na fase do projeto conceitual, for identificada que a opção de investimento é atrativa. Como mencionado anteriormente, o projeto básico tem um maior grau de precisão, existindo uma expectativa de desvios limitados entre 10% a 15% em termos de investimentos, custos e prazos, entre o projetado e o executado.

No desenvolvimento de um projeto básico, é definido um conjunto de elementos necessários e suficientes para caracterizar a obra ou serviço, que permite partir para a fase de detalhamento e implantação do projeto.

Além de caracterizar a obra ou serviço, o projeto básico tem também como objetivo:

- (a) Disponibilizar uma base sólida de informações e dados necessários para analisar a viabilidade técnica, econômica e financeira e os riscos do projeto;
- (b) Oferecer subsídios e informações mais consistentes para o processo de licitação, visando à aquisição de bens e serviços (*procurement*) necessários à implantação;
- (c) Facilitar a análise e decidir quanto as opções e formas de financiamento (*funding*) do empreendimento proposto.

O projeto básico inclui um conjunto de desenhos, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamento, cronograma e demais elementos técnicos necessários e suficientes para uma caracterização mais precisa da obra a ser executada.

Na fase de projeto básico, é necessário:

- (a) Detalhar a engenharia selecionada quando da preparação do projeto conceitual e apresentada esquematicamente no fluxograma do processo;
- (b) Definir com maior precisão (especificação e quantificação), considerando o fluxo de massa, os equipamentos, máquinas e instalações;
- (c) Dimensionar e especificar as construções;
- (d) Quantificar e qualificar, com maior precisão, a demanda de matéria-prima, de insumos e de utilidades;
- (e) Definir em maior detalhe o programa de produção;
- (f) Propor uma estrutura organizacional mais detalhada, quantificar e qualificar a necessidade de mão de obra;
- (g) Rever as informações sobre investimentos, custos, receitas e outros elementos necessários para uma análise consistente de viabilidade técnica, econômica e financeira do empreendimento.

Como mencionado anteriormente, existe uma legislação específica (Lei 8.666/93) que define o projeto básico. De uma maneira geral, o projeto básico deve contemplar o desenvolvimento da solução de engenharia selecionada, incluindo soluções técnicas, serviços e elementos para propiciar a licitação de bens e serviços necessários para sua implantação.

Em mais detalhes, os principais elementos que devem ser contemplados em um projeto básico são:

- (a) Desenvolvimento da solução de engenharia
Detalhar a solução de engenharia selecionada após a análise de alternativas na fase de projeto conceitual, fornecendo uma visão mais precisa das obras e identificando os seus elementos construtivos;
- (b) Soluções técnicas globais e localizadas
Detalhar soluções técnicas principais de forma a minimizar a necessidade de reformulação na fase de elaboração do projeto executivo de obras e montagem;
- (c) Serviços, materiais, máquinas e equipamentos
Definir, com base na solução de engenharia e soluções técnicas,

as especificações e quantidades de serviços, materiais, máquinas, equipamentos e instalações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento;

(d) Métodos, instalações e organização

Definir métodos construtivos, as instalações provisórias e as condições organizacionais para a obra na fase de execução;

(e) Licitação, gestão da obra e fiscalização

Estabelecer os parâmetros para orientar o processo de licitação (*procurement*) de bens e serviços necessários para a gestão e fiscalização da obra;

(f) Investimentos, custos e receitas

Melhorar e detalhar as informações de investimentos (CAPEX), incluindo necessidades e fontes de recursos, de custos de operação (OPEX), de receitas e fontes, para subsidiar a análise de viabilidade do empreendimento.

A análise de viabilidade do empreendimento conduzida com base no projeto básico é de fundamental importância. Ela deve ser detalhada e incluir uma análise técnica, econômica e financeira de riscos e de outros fatores, mais criteriosa. É com o resultado desta análise de viabilidade que é tomada a decisão de avançar para a fase seguinte, qual seja a de detalhar e implantar ou arquivar (cancelar) o projeto.

Detalhes sobre os aspectos que devem ser considerados na preparação do projeto básico são apresentados na sequência, que incluem: fluxograma do processo revisado, fluxo de massa, definição da tecnologia, seleção de máquinas e equipamentos, estimativa de investimentos, arranjo físico, definição das construções e instalações, quantificação de matéria-prima e insumos e seus custos, demanda de utilidades e custos, organização, mão de obra e custos, programa de produção e receita, aspectos relacionados ao meio ambiente e outros aspectos legais.

4.1 FLUXOGRAMA DO PROCESSO

A primeira atividade relacionada à preparação do projeto básico de uma unidade industrial é relacionada a uma revisão e aprimoramento do fluxograma do processo, que foi inicialmente desenvolvido na fase de projeto conceitual.

Na fase de projeto básico, para preparação do fluxo de processo, são buscadas informações adicionais necessárias para detalhar cada uma das etapas de produção definidas no projeto conceitual.

A preparação do fluxograma do processo para esta fase requer uma revisão das opções tecnológicas para melhor definir os recursos críticos necessários, incluindo máquinas, equipamentos, instalações e obras principais necessárias para executar as operações industriais propostas visando a obtenção do produto desejado.

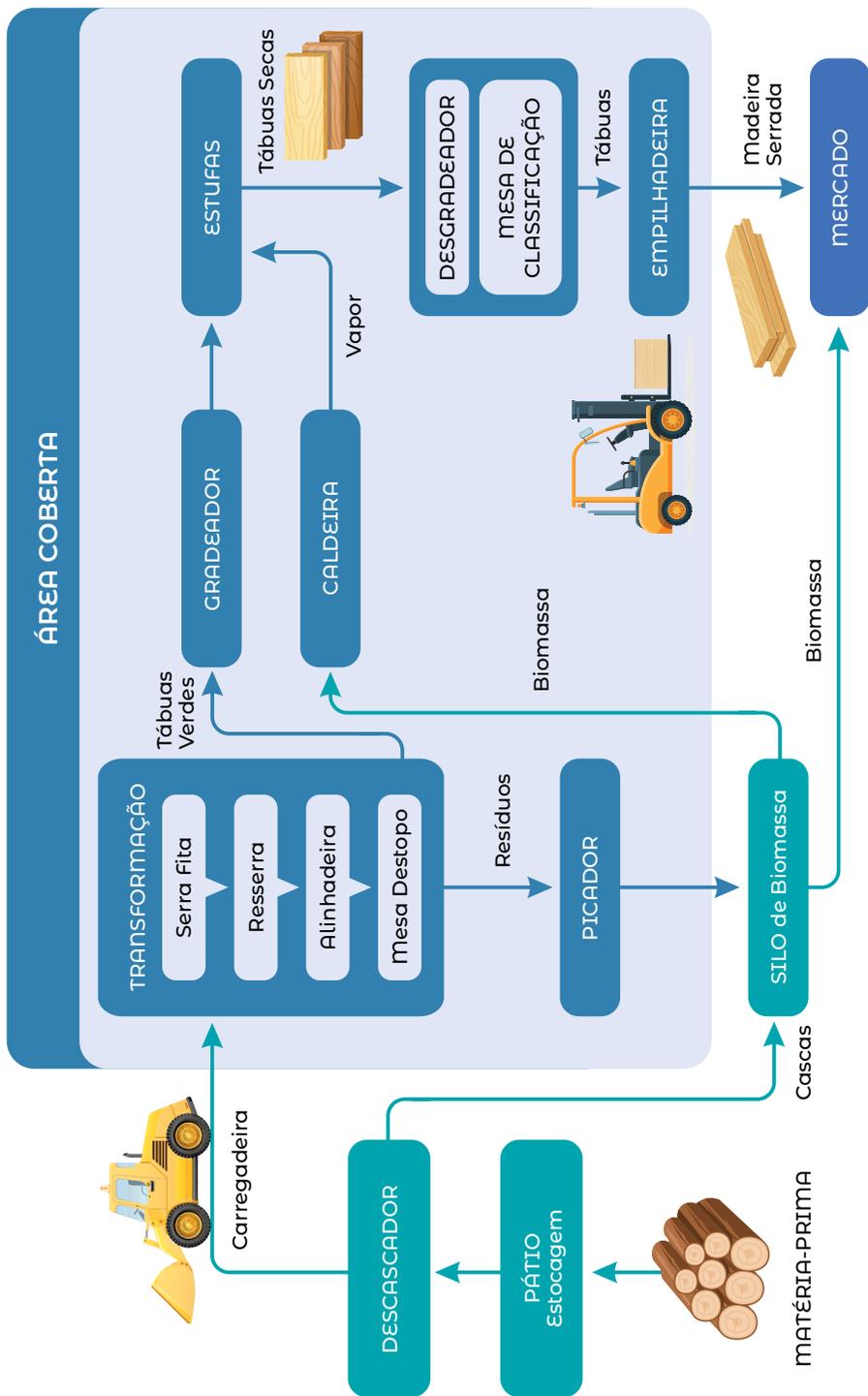
A Figura 10 apresenta um fluxo de processo simplificado do projeto básico de uma serraria, desenvolvido a partir do proposto no projeto conceitual.

Neste fluxograma revisado, são apresentados mais detalhes, incluindo especialmente as máquinas e equipamentos principais. O fluxograma deverá ter informações suficientes para possibilitar a preparação do fluxo de massa e na fase subsequente do arranjo físico do projeto, um dos componentes essenciais do projeto básico. O fluxograma do processo é, portanto, uma ferramenta que contribui para uma visão sistêmica do projeto pela equipe envolvida no seu desenvolvimento.

4.2 FLUXO DE MASSA

O fluxograma do processo, como já apresentado, é detalhado na fase de projeto básico. Ele permite definir com mais precisão os recursos principais necessários (máquinas e equipamentos) para cada etapa de produção.

FIGURA 10 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO SIMPLIFICADO DE UM PROJETO BÁSICO DE SERRARIA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

O fluxograma do processo, no entanto, não dimensiona e nem define as quantidades de máquinas e equipamentos. O dimensionamento e a quantificação de máquinas e equipamentos depende de unidades a serem processadas no tempo (volume de matéria-prima, de produtos em transformação e de resíduos).

Para possibilitar o dimensionamento e a quantificação dos recursos necessários para a unidade industrial, incluindo especialmente máquinas e equipamentos, é necessário conhecer o fluxo de massa em cada uma das etapas do processo.

O fluxo de massa é uma evolução do fluxograma do processo, no qual são adicionadas informações de quantidades e tipo de material que passam por cada etapa da produção em um determinado período, parâmetros estes que servem de base para o dimensionamento e quantificação das máquinas, equipamentos e outros componentes da unidade industrial.

Para preparar o fluxo de massa, é necessário, além de conhecer em detalhes o processo, ter minimamente informações sobre:

- (a) Produto
Tipos de produtos, dimensões e suas características básicas;
- (b) Produção
Escala ou dimensionamento do empreendimento;
- (c) Matéria-prima
Dimensões, qualidade e outras características;
- (d) Rendimento
Relativo ao processo, considerando cada fase de transformação.

O fluxo de massa em projetos de indústrias florestais considera principalmente a madeira, mas outros componentes como insumos e materiais, também poderão ser incluídos na análise, especialmente no caso de produtos de valor agregado, tais como pisos acabados, portas, molduras, móveis e outros, onde a demanda de outros insumos e componentes pode ser relevante.

No caso do projeto de uma serraria, o fluxo de massa é relativamente simples e considera somente a madeira. Para tal situação, o fluxo de massa pode ser baseado em diferentes alternativas, entre elas encontram-se:

- (a) Peso;
- (b) Volume;
- (c) Número de peças;
- (d) Metros lineares;
- (e) Metros quadrados;
- (f) Números de operações,
- (g) Outra alternativa.

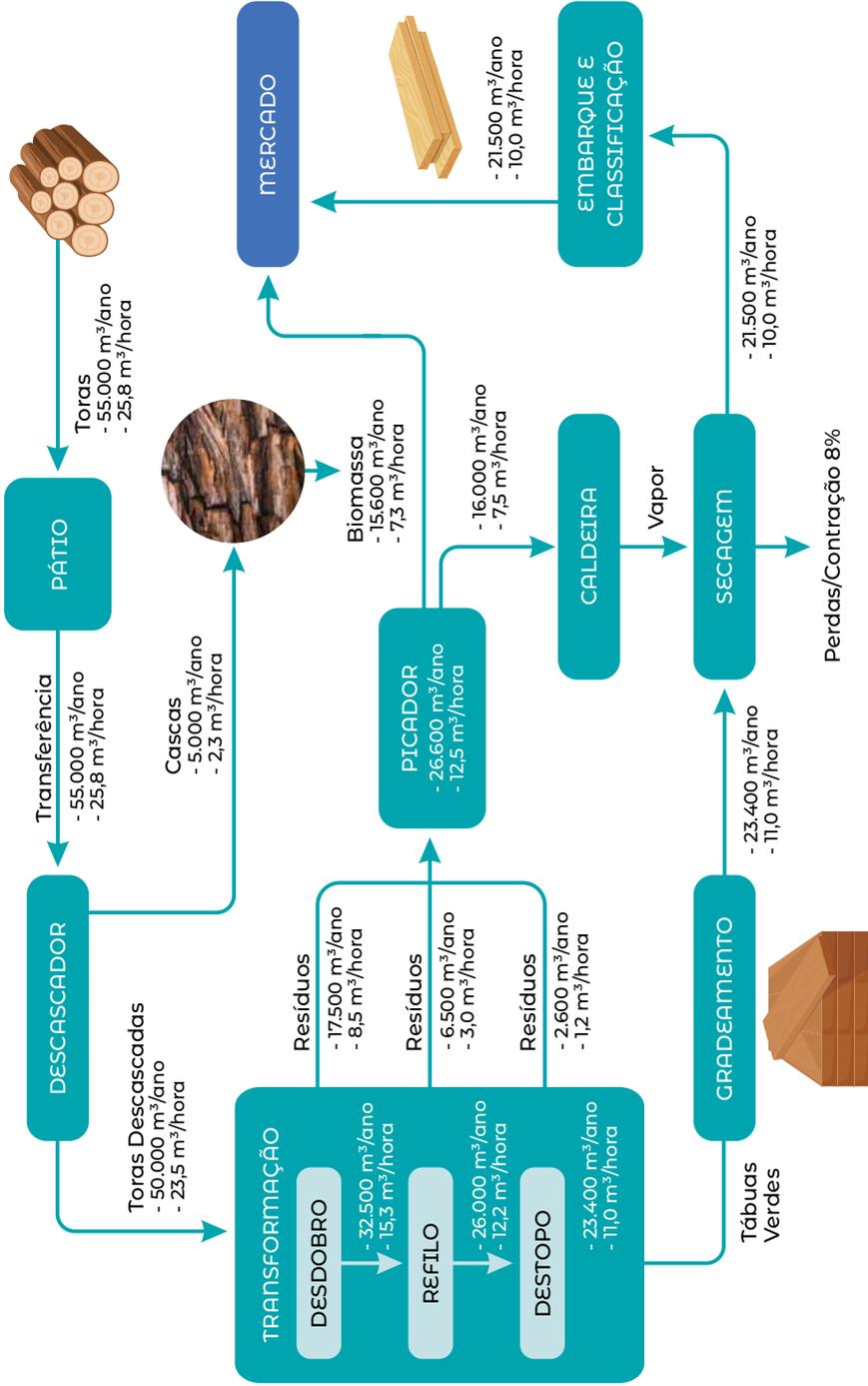
A escolha da alternativa depende da melhor adequação ao tipo de projeto e produto. Como regra geral, se a aquisição e a venda de matéria-prima são feitas com base no volume (o que ocorre na maioria das serrarias), a melhor alternativa é adotar o fluxo de massa por volume. Caso a matéria-prima é adquirida em peso e o produto comercializado em peso (como seria o caso de uma fábrica de pellets), a alternativa mais apropriada é a construção de fluxo de massa por peso.

Existem casos que requerem uma combinação de alternativas. Assim, por exemplo, mesmo no caso da serraria, embora o fluxo de massa seja preferencialmente por volume, pode ser conveniente considerar no processamento industrial o fluxo em metros lineares (em função da velocidade de corte e número de cortes dos equipamentos) e, se necessário, transformar as informações com base nas dimensões das peças em volume (metros cúbicos).

As quantidades podem ser medidas em vários intervalos de tempo (e.g. por ano, por mês, por dia, por hora ou por minuto). Normalmente, para o dimensionamento de máquinas e equipamentos de uma serraria, considera-se a informação de fluxo por hora de operação.

A Figura 11 apresenta de forma simplificada o fluxo de massa para serraria baseado no fluxograma dos processos anteriormente apresentado. No exemplo, é considerada uma operação dimensionada para um consumo de 50.000 m³ de madeira em toras por ano, sendo apresentado o fluxo anual, e por hora em volume, considerando uma operação aproximada de 2.130 horas anuais (um turno).

FIGURA 11 – FLUXO DE MASSA SIMPLIFICADO DE UM PROJETO BÁSICO DE SERRARIA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

O fluxo de massa apresentado é simplificado. Em um detalhamento, poderia ser considerada, por exemplo, a quantificação dos resíduos por tipo (casca, aparas, serragem e destopos) ou ainda os diversos tipos/dimensões da madeira serrada.

A informação obtida a partir do fluxo de massa deve permitir dimensionar e quantificar os recursos principais a serem alocados para o projeto da unidade industrial (equipamento, máquinas, áreas de estoques e outros), tanto no processamento em cada etapa como na transferência de materiais entre as etapas ou no armazenamento.

Em determinados casos, uma maior segregação dos diversos tipos de materiais pode ser necessária. Informações, por exemplo, sobre a quantidade de serragem e resíduos de maior dimensão (aparas, refiles e destopos), ou casca, podem ser relevantes para definir o destino de cada tipo do material, ou seja, mercado, geração de energia ou outro uso.

Cavacos limpos, por exemplo, têm um mercado e um preço diferenciado de casca, e uma separação entre os resíduos pode ser importante para melhorar a rentabilidade do empreendimento, considerando a comercialização segregada de produtos com preço diferenciado. Além disso, esta informação pode ser útil para o dimensionamento e para especificação do picador, considerando por exemplo a instalação de separadores (peneiras) ou de depósitos ou silos para segregação de diferentes tipos de resíduos (cavacos limpos, casca e serragem).

4.3 TECNOLOGIA, MÁQUINAS, EQUIPAMENTOS E INVESTIMENTOS

Como mencionado anteriormente, o fluxograma do processo e o fluxo de massa formam uma base para dimensionar e quantificar as máquinas e os equipamentos principais. Embora aspectos relativos à seleção de tecnologia tenham sido considerados na fase de projeto conceitual, faz-se necessário visitar e aprofundar este assunto.

Para alguns projetos, as alternativas tecnológicas, incluindo tipos de máquinas e equipamentos, ou de fornecedores, são limitadas. No entanto, na maioria dos projetos de indústrias florestais, existem várias opções de tecnologia, máquinas, equipamentos e fornecedores, sendo necessária uma análise criteriosa das opções para a seleção da **melhor solução** para o projeto.

4.3.1 Seleção da Tecnologia

A seleção da tecnologia mais apropriada ao projeto industrial é um fator crítico ao sucesso do investimento e, embora o assunto tenha sido considerado no desenvolvimento do projeto conceitual, deve ser analisado em mais detalhes na fase de projeto básico. O processo de seleção da tecnologia deve considerar uma primeira fase de identificação de alternativas.

Uma tecnologia apropriada tem relação estreita com as condições locais, variando de uma região (ou país) para outra. Por exemplo, uma solução adequada para uma indústria a ser estabelecida em uma região ou país, com alto grau de desenvolvimento, em que a mão de obra é em geral mais qualificada e os custos mais elevados, deve considerar um maior grau de mecanização e automação para melhorar a competitividade do empreendimento no mercado.

O mesmo recurso tecnológico pode não ser a melhor solução para o mesmo projeto industrial a ser localizado em região ou país menos desenvolvido, onde os custos da mão de obra e a qualificação são em geral mais baixos. No entanto, se a indústria for estabelecida em um país em



desenvolvimento, mas o seu foco é competir no mercado internacional, a seleção tecnológica pode ser outra.

A escolha da tecnologia mais apropriada é baseada em uma série de variáveis, incluindo a estratégia definida para o investimento/negócio, o produto, a escala de produção, o mercado, o processo, aspectos econômicos e financeiros, competitividade, ambiente local incluindo aspectos socioambientais e legais, entre outros.

Portanto, além das condições locais, a competitividade no mercado alvo é um fator crítico na escolha da tecnologia. O mesmo conceito, como já mencionado, pode ser aplicado à escala de produção, especialmente se a escala tiver forte influência nos custos dos produtos.

Obviamente existem outros fatores igualmente relevantes e que devem ser considerados no desenvolvimento de projetos industriais. Tecnologias avançadas podem ser necessárias para mitigar o impacto ambiental de uma operação industrial ou para garantir a segurança no trabalho. Por outro lado, a adoção de tecnologias mais avançadas requer maiores investimentos e demanda mão de obra especializada, tanto na operação como na manutenção.

Alguns aspectos relevantes a serem considerados na seleção da tecnologia de um projeto industrial, na fase de projeto básico, são apresentados na sequência. São incluídos aspectos relacionados a tecnologia requerida e disponibilidade, impacto ambiental, evolução da tecnologia e integração local.

Tecnologia Requerida e Disponibilidade

A tecnologia requerida é aquela que está, em princípio, acessível ao projeto e que possa apresentar a **melhor solução** para o empreendimento. A melhor solução tecnológica é selecionada com base em diversos fatores, incluindo especialmente aspectos técnicos, legais, econômicos e financeiros, ambientais e sociais.

As tecnologias podem ser de domínio público ou de acesso restrito, ou seja, pode ser necessária uma licença ou acordo para sua utilização.

No caso de licença, acordo ou aquisição de tecnologia ser necessário, é importante considerar na análise as diferentes formas e as implicações nos investimentos e nos custos para o projeto.

O acesso à tecnologia que não é de domínio público pode ser feito através de:

- (a) Licença de uso com pagamento de *royalties*;
- (b) Compra da tecnologia;
- (c) Participação (*joint venture*) do detentor da tecnologia;
- (d) Absorção e adaptação tecnológica;
- (e) Outras formas.

A avaliação da tecnologia deve levar em consideração não somente o investimento requerido e as implicações no custo, mas também os aspectos ambientais, impactos na viabilidade econômica e financeira do empreendimento, implicações para o produto, para a sociedade e economia nacional. O exercício deve considerar basicamente uma análise econômica e financeira de custo-benefício para o projeto, incluindo a geração de emprego e renda, segurança, satisfação dos empregados, impactos ambientais, entre outros.

A seleção de opção tecnológica passa por uma série de etapas, quais sejam:

- (a) Definição do problema/necessidade;
- (b) Identificação e análise das opções tecnológicas;
- (c) Análise da evolução tecnológica;
- (d) Identificação dos impactos;
- (e) Avaliação ambiental e social;
- (f) Impacto econômico e financeiro;
- (g) Análise das implicações legais.

A identificação da disponibilidade inclui alternativas não só das soluções tecnológicas, mas também de fornecedores e do custo de acesso. O objetivo é identificar diferentes alternativas tecnológicas e de diferentes fornecedores, para que possam ser comparados e para que a melhor alternativa ao projeto seja eleita. Na seleção de fornecedores, é importante considerar outros aspectos, como a solidez financeira e a garantia do fornecimento, incluindo a análise de termos contratuais e das garantias de acesso à tecnologia selecionada.

A oferta de uma determinada tecnologia industrial pode ser limitada para determinados produtos especializados, e a disponibilidade pode estar restrita a um único fornecedor ou a um pequeno número deles, inviabilizando a análise mais detalhada de alternativas.

Existem algumas fontes que podem ser consultadas para identificar alternativas tecnológicas e disponibilidade de suprimento. Estas fontes são bancos de dados de associações, serviços especializados de consultoria e engenharia e publicações especializadas. Além disso, podem ser feitas consultas a empresas industriais operando unidades similares.

No passado, a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (*United Nations Industrial Development Organization* – UNIDO) possuía um banco de informações denominado de Banco de Informação Industrial e Tecnológica (*Industrial and Technological Information Bank* – INTIB) que disponibilizava informações para facilitar a seleção de tecnologias. O serviço, porém, foi descontinuado.

Impacto Ambiental

Os aspectos ambientais podem exercer uma forte influência na seleção da tecnologia em alguns projetos industriais, como é o caso da indústria química, que geralmente opera em condições mais críticas ou faz produtos que podem gerar grande impacto ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores.

A indústria de base florestal, mesmo que não seja considerada como atividade altamente poluidora, também deve levar em conta o impacto ambiental na seleção da tecnologia.

Em projetos industriais florestais, a eficiência pode ser um fator importante para reduzir o impacto ambiental. A adoção de processos que reduzam os desperdícios de madeira, considerem o uso ou descarte apropriado dos resíduos, minimizem o uso de químicos, incluam um sistema de reciclagem de água e reduzam a emissão de efluentes, gases, particulados e ruídos é importante para a indústria florestal mitigar os impactos ambientais.

O uso e descarte de alguns resíduos de insumos químicos ou embalagens na indústria florestal (envolvendo restos de colas, produtos de preservação, tintas e materiais de acabamento) podem oferecer riscos ou



Dobrovizcki/Shutterstock.com

ser potencialmente danosos ao meio ambiente. Outros efeitos prováveis incluem a emissão de gases poluentes ou particulados na atmosfera, poluição sonora e outros danos ambientais e à saúde humana, que podem ser mitigados através de soluções tecnológicas apropriadas.

O ideal é que o projeto industrial não tenha nenhum impacto negativo ao meio ambiente. No entanto, nem sempre é possível desenvolver um projeto industrial sem que ocorram impactos ambientais, mas a busca deve ser pela **melhor solução** para mitigar tais impactos, ou ofertar compensações.

O padrão mínimo a ser considerado em qualquer projeto industrial é a adoção de tecnologia que atenda aos requisitos legais definidos na legislação ambiental vigente para o local da instalação do empreendimento.

É ainda importante considerar tanto a legislação vigente como analisar a possibilidade de alterações na legislação durante a vida do projeto, buscando, sempre que possível, antecipar melhorias de padrões ambientais.

Evolução da Tecnologia

A tendência relacionada à evolução tecnológica é outro fator importante e deve ser considerado na seleção de tecnologia. A análise deve considerar o ciclo de vida do projeto (unidade industrial) e, dependendo da tendência de evolução tecnológica, poderão ser alocados no fluxo de caixa do projeto para fins de análise de viabilidade, por exemplo, recursos

necessários a reinvestimentos em intervalos pré-determinados de tempo, com o objetivo de atualização tecnológica.

A evolução tecnológica é um fator determinante no caso de projetos industriais de linhas altamente inovadoras, como a indústria eletrônica, a indústria de biotecnologia ou a de novos materiais.

A tecnologia adotada na indústria florestal tende a ser mais tradicional, e a evolução tecnológica, em princípio, ocorre em ritmo mais lento. No entanto, existem processos, ou pontos específicos com particularidades, que requerem uma análise mais criteriosa. A evolução tecnológica tem sido mais frequente nas linhas de pintura e de aplicação de materiais de acabamento, em acessórios, nas embalagens, novos adesivos e outros.

Adicionalmente, mudanças em padrões de controle de poluição, de segurança no trabalho e de automação, têm sido frequentes, inclusive na indústria florestal. Estas evoluções podem demandar ajustes, mudanças ou adaptações de equipamentos, e, portanto, reinvestimentos devem ser previstos no fluxo de caixa do projeto.

Integração Local e Outros Fatores

A indústria florestal é em geral localizada em locais mais isolados, podendo envolver pequenas comunidades. A integração com a realidade local se torna, neste caso, ainda mais importante. Existem vários aspectos locais a serem considerados na análise de seleção da tecnologia, destacando aqueles envolvendo o acesso à matéria-prima principal (madeira).

Particularidades em padrões, propriedades e características da matéria-prima/madeira da região podem influenciar notadamente na produtividade, nos padrões e na qualidade dos produtos. Para identificar possíveis impactos no projeto, testes ou ensaios, com o uso de matéria-prima da região, podem ser necessários para buscar a **melhor solução** tecnológica para o projeto.

Apesar da seleção de tecnologia ser fortemente influenciada pela análise de custo-benefício das alternativas envolvendo particularmente aspectos socioeconômicos, outros aspectos, especialmente envolvendo a legislação, também devem ser levados em consideração. Por exemplo, as políticas públicas relacionadas à importação de tecnologias, ou de

máquinas e equipamentos, podem ser um fator limitante para acesso a uma determinada tecnologia.

Existem ainda outros fatores locais que necessitam ser adequadamente avaliados na análise da integração local, como a quantidade e qualidade dos recursos humanos disponíveis ou as restrições criadas por legislações relacionadas ao meio ambiente e à segurança do trabalho. Uma avaliação precisa dos fatores locais é importante, pois pode afetar a seleção de tecnologia ou especificamente de uma determinada máquina ou equipamento.

4.3.2 Seleção de Máquinas e Equipamentos

Como regra geral no desenvolvimento de projetos industriais, é inicialmente definida, com base em análise de diversos fatores, a capacidade de produção (escala) e selecionada a tecnologia a ser adotada. Estas definições são determinantes na seleção do tipo e quantidade de máquinas e equipamentos e, na sequência, na seleção dos fornecedores.

A seleção de tecnologia e a de máquinas e equipamentos são interdependentes. Existem casos em que a seleção de tecnologia está associada ao fornecimento de um determinado equipamento ou máquina ou vinculada a um fornecedor específico. No entanto, para a indústria florestal, esta situação é menos frequente, existindo em geral diferentes opções de fornecedores a serem considerados.

Na prática, as definições relacionadas ao dimensionamento e quantidade de máquinas e equipamentos consideram o processo adotado e os volumes a serem processados em cada etapa. A principal base é, portanto, o fluxo de massa do projeto, que indica o processo, a sequência de transformação e determina a quantidade a ser processada em cada etapa do fluxo.

Uma seleção preliminar de máquinas e equipamentos principais é feita na fase do projeto conceitual. No entanto, na fase de preparação do projeto básico, a análise é aprofundada e a seleção é, em geral, definitiva. O objetivo desta etapa, portanto, é realizar uma seleção final, definindo

de forma definitiva o **melhor conjunto** de máquinas e equipamentos para atender a produção requerida de forma competitiva, considerando a tecnologia selecionada.

A Figura 12 apresenta de forma esquemática as quatro fases básicas que devem ser consideradas para esta seleção de máquinas e equipamentos, bem como de elementos complementares e de interligação, durante a preparação do projeto básico.

FIGURA 12 – SELEÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS NA PREPARAÇÃO DO PROJETO BÁSICO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Mais detalhes dos principais aspectos/atividades que devem ser considerados nas diversas fases deste processo final de seleção de máquinas e equipamentos, elementos complementares e de interligação, são apresentados abaixo:

(a) Fase 1: Identificação

Definição do tipo, parâmetros técnicos e características básicas das máquinas e equipamentos necessários para atender as operações de processamento, considerando a tecnologia selecionada;

(b) Fase 2: Dimensionamento

Dimensionamento das máquinas e equipamentos e definição do número necessário para atender o fluxo de massa definido para o projeto;

- (c) Fase 3: Elementos complementares, acessórios e áreas
Definição de componentes e acessórios (alimentadores, unitizadores, extratores, mesas de apoio, transportadores e outros) e áreas (para instalação, operação e manutenção) necessários para cada máquina/equipamento;
- (d) Fase 4: Elementos de interligação
Definição de componentes de interligação entre as máquinas/equipamentos, com base no fluxo industrial (transportadores, sistemas de transferência, mesas de apoio e outros).

Um dos conceitos clássicos na seleção de máquinas e equipamentos considera que, além de assegurar o fluxo de massa definido, deve ser atingida a qualidade requerida para o produto e o nível de produtividade estabelecido para assegurar a competitividade do projeto industrial. Além disso, o processo de seleção deve levar em consideração a necessidade de manter o investimento no menor nível possível.



Na maioria dos casos, não se trata somente de selecionar o tipo de máquina e equipamento e definir a quantidade necessária para atender as diferentes fases de processamento. A seleção passa ainda por uma análise criteriosa de opções de fornecedores.

Máquinas e equipamentos similares em termos de desempenho, porém de diferentes fornecedores, podem ter preços, condições de entrega, garantia, custos de assistência técnica e manutenção, e outros parâmetros distintos, que poderão ter impactos no projeto. Estes são, portanto, elementos adicionais importantes a serem considerados no processo de seleção de máquinas e equipamentos.

Detalhes sobre os critérios relevantes a serem considerados no processo de seleção de máquinas e equipamentos são apresentados a seguir. Entre eles estão aspectos relacionados a outros componentes do projeto; nível de automação; categorias de máquinas e equipamentos; peças sobressalentes e ferramentas; comissionamento dos testes e desempenho; limitações, licitação, tempo de entrega, garantias e assistência técnica.

Categorias de Máquinas e Equipamentos

As máquinas e equipamentos podem ser classificados, genericamente, como de produção e auxiliares. A lista, no entanto, pode ser mais detalhada, com base na sua função específica ou setor, podendo ser enquadradas em um número maior de categorias, como de processamento ou produção, de transporte/transferência, de armazenamento, de automação e controle, de manutenção, de pesquisa e outros.

A seleção de máquinas e equipamentos em projetos industriais na fase inicial de desenvolvimento do projeto básico deve focar prioritariamente nos principais equipamentos de produção. Estas máquinas e equipamento são, normalmente, os de maior porte e valor. Para sua instalação, são necessárias fundações e suportes especiais, alimentadores, utilidades ou outras estruturas e acessórios que envolvem maiores investimentos.

Elementos complementares necessários à linha de produção são agregados durante a elaboração do arranjo físico, e as opções são avaliadas somente após a definição do posicionamento dos equipamentos principais.

Nível de Automação

O nível de automação envolvendo máquinas e equipamentos é fator importante a ser considerado na análise da solução e na seleção de máquinas e equipamentos.

O custo da automação é em geral alto, e a análise deve levar em consideração principalmente os ganhos de produtividade resultantes, que em geral são relacionados à redução de mão de obra e melhoria nos rendimentos (redução de resíduos). Existem, no entanto, outros aspectos relevantes envolvendo a automação, entre eles, os ganhos de precisão da operação, redução no consumo de insumos e de utilidades, ganhos em qualidade e na segurança do trabalho e a possibilidade de redução do impacto ambiental.

O nível de automação a ser considerado depende, em grande parte, das condições locais, particularidades de fases da produção ou da linha industrial. Em geral, se o custo da mão de obra for baixo e se a indústria estiver localizada em locais remotos, com limitações de mão de obra qualificada para operação e manutenção de sistemas sofisticados, não é aconselhável adotar soluções com alto nível de automação.

De qualquer forma, a tendência em projetos industriais é cada vez mais buscar soluções com maior grau de automação. Isso se aplica especialmente no caso de unidades industriais de maior escala e com padronização do produto.

Na indústria florestal, o grau de automação adotado depende do segmento ou tipo de indústria e em alguns casos pode ser limitada a poucos equipamentos ou setores. A indústria de celulose e papel e a de painéis reconstituídos são altamente automatizadas. Em serrarias, a automação é menos intensiva e limitada a determinados processos, como na medição, adoção de *scanners* para posicionamento de toras e peças em processamento visando à otimização de cortes (bitolamento e modelos) para melhoria de rendimentos, na classificação e armazenamento de produtos, no controle de processos como no caso da secagem, entre outros

De qualquer forma, a automação está avançando rápido em vários segmentos da indústria florestal. Projetos industriais envolvendo a indústria de produtos de valor agregado, como pisos, portas, móveis e outras, tendem a investir mais em sistemas de automação.

Peças Sobressalentes e Ferramentas

Em projetos industriais, peças sobressalentes e ferramentas são

importantes, especialmente no caso de projetos localizados em locais remotos e com limitações de logística, como é frequente no caso da indústria florestal.

No entanto, independentemente da localização, é normalmente recomendável preparar uma lista, com o apoio dos fabricantes de máquinas ou equipamentos, de peças sobressalentes e de ferramentas vitais, que deverão ser consideradas no processo de aquisição de máquinas e equipamentos.

O conceito é de que um estoque mínimo, para atender a demanda emergencial, deve estar disponível no local, considerando as peças e partes mais vulneráveis ou de maior desgaste e as ferramentas necessárias à operação e que desgastam com o uso (como serras, facas de plainas e moldureiras e outras). Em casos nos quais existe uma logística otimizada para suprimento de peças sobressalentes e ferramentas, os estoques emergenciais podem ser substancialmente reduzidos.

Comissionamento, Testes e Desempenho

O comissionamento, testes de aceite e parâmetros para avaliação do desempenho devem ser discutidos com os fornecedores durante o processo de negociação para aquisição de máquinas e equipamentos. As condições envolvendo o comissionamento, testes e desempenho devem ser definidas já no processo de licitação para seleção dos fornecedores de máquinas e equipamentos.

A melhor opção é incluir parâmetros acordados no contrato a ser firmado para a aquisição. Da mesma forma, deve ser discutido, considerado na seleção e incluído no contrato, o apoio na partida (que pode ser assistida) e na fase pré-operacional. Também é importante deixar claros os detalhes de garantias e de assistência técnica, principalmente no caso de equipamentos de maior porte.



Nos casos de máquinas e equipamentos de maior porte, deve ser previsto o acompanhamento da fabricação. As condições de comissionamento, testes e procedimentos para avaliação de desempenho, garantias e outros detalhes devem fazer parte da avaliação da oferta das máquinas e equipamentos. Todas estas condições devem ser incluídas, como já mencionado, no contrato de aquisição, que deve contemplar também prazos, eventuais custos, recursos necessários aos testes e as penalidades pelo não atendimento das condições definidas.

Limitações

Existe uma série de limitações que também podem influenciar na seleção de máquinas e equipamentos ou de fornecedores. Elas incluem, por exemplo, limitações de infraestrutura, de acesso ao local de instalação da indústria (importante no caso de grandes equipamentos), da disponibilidade de equipamentos para descarga e montagem, disponibilidade de utilidades e outros elementos.

Podem ainda existir limitações de recursos humanos, tanto em quantidade como em qualidade, para implantação, operação e manutenção da unidade industrial. Outros exemplos de fatores limitantes são acesso ao financiamento, restrições legais (ambientais e outras) ou de liquidez do fornecedor. Estas limitações devem ser identificadas e analisadas, para que sejam tomadas medidas para mitigar os possíveis impactos tanto na aquisição como nas fases de implantação e operação.

Licitação, Tempo de Entrega, Garantias e Assistência Técnica

A fase final do processo de seleção de máquinas e equipamentos, e dos respectivos fornecedores, é a licitação (*procurement*). Para o processo de licitação, é necessário definir em detalhes, já na fase de solicitação de propostas, as especificações técnicas básicas de cada componente a ser adquirido, bem como outras condições que farão parte integrante do contrato.

Estas outras condições que deverão estar incluídas nos documentos de licitação compreendem aspectos como tempo de fabricação e de instalação, testes de performance, condições de garantias, peças sobressalentes, apoio ao processo de partida, treinamentos e assistência técnica, especificidades

em relação ao financiamento ou forma de pagamento do bem ofertado, entre outras. É importante assegurar, como já mencionado, que todos estes elementos constem da solicitação, para que possam ser incluídos na proposta de fornecimento e finalmente no contrato.

Em um processo de aquisição, é fundamental deixar claras as especificações das máquinas e equipamentos, a forma de apresentação da proposta e as demais condições requeridas para o fornecimento, especialmente quando ocorrer uma licitação envolvendo diversos fornecedores. Quanto mais detalhado forem as instruções para apresentação, menor será o tempo necessário para equalização das propostas.

Relação com Outros Componentes do Projeto

Os principais elementos do projeto que podem influenciar na seleção de máquinas e equipamentos são, como já mencionado, a matéria-prima, o processo de fabricação definido para cada fase de produção, a quantidade a ser processada, o produto, a qualidade requerida e as suas características.

Existem ainda outros fatores que devem ser considerados, como a solidez técnica e financeira do fornecedor, as garantias e assistência técnica, a disponibilização de peças de reposição, o nível de automação e outros fatores.

A análise para seleção de máquinas e equipamentos deve considerar ainda:

- (a) Qualidade estabelecida para o produto;
- (b) Precisão requerida em cada fase de processamento;
- (c) Disponibilidade, a demanda e o custo de energia e outras utilidades,
- (d) Custo e qualidade da mão de obra requerida;
- (e) Limitação nos investimentos;
- (f) Restrições legais (como de importação, ambientais e de segurança);
- (g) Outros fatores.

4.3.3 Investimentos em Máquinas e Equipamentos

Com as principais máquinas e equipamentos definidos e pré-selecionados, pode ser preparada uma lista, com base nas cotações recebidas no processo de licitação, das aquisições a serem feitas, especificações básicas e uma estimativa de investimentos, mesmo que ainda preliminar.

As ofertas recebidas no processo de licitação, contendo especificação de máquinas e equipamentos, condições comerciais e outros detalhes, são essenciais para orientar o processo de aquisição e preparar uma estimativa de investimento, informação fundamental para o estudo de viabilidade econômica e financeira.

Um exemplo simplificado de formatação das informações, do tipo e quantidade de máquinas e equipamentos selecionados, incluindo as especificações e uma estimativa de investimento, considerando o projeto básico da serraria, é apresentado na Tabela 2.

A tabela apresenta, por setor, uma lista de máquinas e equipamentos, o número de unidades necessárias, as especificações técnicas básicas de cada componente e uma estimativa de investimentos. As especificações e o valor dos equipamentos são baseados em informações de fabricantes/fornecedores selecionados e são informações importantes para quantificar os investimentos necessários para a análise econômica e financeira e para o desenvolvimento do arranjo físico.

4.4 ARRANJO FÍSICO

O fluxo de massa e as informações dos fornecedores formam uma base inicial para a preparação do projeto básico da unidade industrial e em especial para a preparação do arranjo físico (*layout*). Ele define a escala de produção (dimensionamento da unidade industrial), fornece elementos para selecionar e quantificar as máquinas e equipamentos principais, estimar as áreas necessárias, definir as instalações principais e outros aspectos importantes para o desenvolvimento do arranjo físico.

O arranjo físico industrial define a organização física das máquinas e equipamentos na planta e a relação entre os diversos componentes. Ele é importante para dimensionar os espaços físicos, para o dimensionamento da mão de obra e para a definição de outros elementos necessários ao estudo de viabilidade do empreendimento.

O processo tecnológico, os equipamentos e o arranjo físico estão intimamente ligados. Portanto, o desenvolvimento final do arranjo físico somente poderá ser feito após a definição da tecnologia e da seleção das máquinas e equipamentos principais.

TABELA 2 – MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, ESPECIFICAÇÕES E INVESTIMENTOS POR SETOR

SETOR	MÁQUINA / EQUIPAMENTO (nº Unidades)	ESPECIFICAÇÕES	INVESTIMENTO (R\$)
Recepção de toras	Balança (1)	Para pesagem de caminhões, capacidade de 40 toneladas, registro eletrônico...	150.000
Pátio de toras	Carregadeira de toras (1)	Carregadeira de pneus, capacidade de 10 ton, motor diesel, 220 HP...	.....
Setor de Transformação	Serra fita (1)	Volante de 1,8 m, motor 60 HP, carro pneumático com 6 m, velocidade de avanço mínima de 15 m/min., bitolamento eletrônico...	.....
	Resserra (1)	Volante de 1,60 m, 40 HP, velocidade de avanço de 20 m/min., altura de corte até 400 mm, bitolamento eletrônico...	.....
	Alinhadeira (1)	.....	.....
	Mesa destopo (1)	.....	.....
	Gradeador (1)	.....	.....
	Sistema remoção resíduos (3)	.....	.....

SETOR	MÁQUINA / EQUIPAMENTO (nº Unidades)	ESPECIFICAÇÕES	INVESTIMENTO TOTAL (R\$)
Setor de Secagem	Caldeira (1)	Capacidade de produção 5 ton/ hora de vapor, pressão de operação 10 kg/cm ² , grelha móvel, alimentação mecanizada, controle automático...	.....
	Estufa (3)	Ventilação superior, capacidade de 100 m ³ , carregamento com empilhadeira, aquecimento com serpentinas de vapor, controle automático...	.....
	Empilhadeira (1)	Empilhadeira frontal, diesel, capacidade de carga de 5 toneladas, garfo...	.....
Classificação	Mesa de classificação (1)	.....	.....
Embalagem e Despacho	.....	.....	.....
TOTAL			.....

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

4.4.1 Tipos de Arranjos Físicos

Existem diferentes tipos de arranjos físicos que podem ser considerados para projetos industriais. A seleção da **melhor solução** em termos de arranjo físico depende de vários fatores, incluindo a matéria-prima, o processo, tecnologia e nível de automação adotados, o produto, a escala de produção e outros.

Os principais modelos básicos de arranjos físicos industriais podem ser agrupados em cinco categorias ou tipos:

- (a) Posicional ou por posição fixa;

- (b) Por produto ou por linha de produção;
- (c) Funcional ou por processo;
- (d) Celular;
- (e) Misto.

As características básicas dos diversos tipos de arranjo físico são apresentadas na sequência.

Arranjo Físico Posicional ou por Posição Fixa

O arranjo físico posicional é aquele em que o produto em fabricação, ou material a ser transformado, permanece em posição fixa durante o processo de fabricação. Basicamente suas partes e componentes são produzidos ou montados em estações de trabalho remotas e são transferidos para a área de produção, onde é realizada a montagem final. Este tipo de arranjo é mostrado esquematicamente na Figura 13.

FIGURA 13 – ARRANJO FÍSICO DO TIPO POSICIONAL OU POR POSIÇÃO FIXA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Um arranjo físico posicional é normalmente utilizado para produtos de grande porte como aviões, *mainframes*, navios, turbinas e outros. Trata-se de produtos complexos, difíceis de montar e movimentar devido à natureza do produto (e.g. peso, dimensões ou forma).

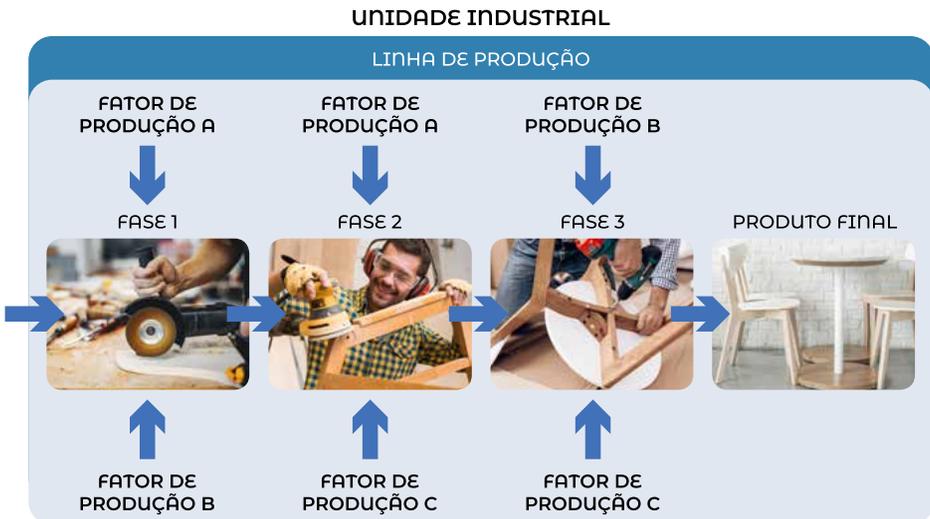
No caso da indústria de máquinas e equipamentos para o setor florestal, este tipo de arranjo físico se aplica em alguns equipamentos de grande porte, como máquinas de papel, caldeiras, secadores, prensas e outros.

Arranjo Físico por Produto ou Linha de Produção

Neste tipo de arranjo físico, o produto em elaboração ou montagem se desloca ao longo da linha, existindo estágios ou fases definidas de produção. Os estágios encontram-se em uma sequência lógica de montagem, os quais possuem fatores de produção necessários à execução dos trabalhos: máquinas, equipamentos, ferramentas, pessoas, componentes e materiais.

A Figura 14 apresenta, de forma esquemática, o arranjo físico do tipo linha de produção. Este tipo tem como vantagens um menor manuseio de materiais, menor movimentação de pessoas e materiais, maior produtividade, melhor uso de pessoas e maior facilidade no controle do processo. Por outro lado, tem como desvantagem uma menor flexibilidade.

FIGURA 14 – ARRANJO FÍSICO EM LINHA DE PRODUÇÃO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Este tipo de arranjo físico é usualmente aplicado para produção de uma grande quantidade de elementos similares ou peças/partes padronizadas e é possível ter operações balanceadas. Um exemplo clássico são as linhas de montagem de automóveis, de geladeiras e outras.

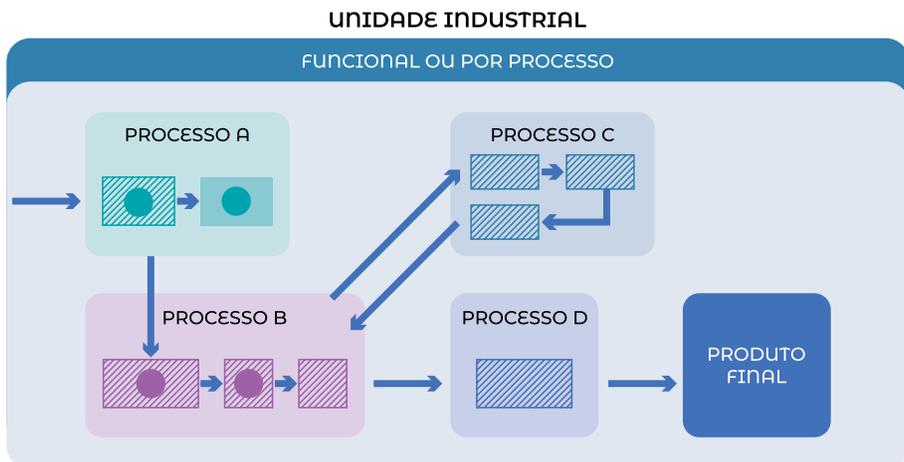
O arranjo físico em linha de produção pode ser aplicado em diversas situações na indústria florestal, como é o caso da linha de produção (ou parte da linha) de fábricas de pisos, móveis e portas.

Arranjo Físico Funcional ou por Processo

No arranjo físico funcional ou por processo, o produto em elaboração se desloca para áreas onde estão agrupados recursos especializados para uma determinada tarefa, ou seja, onde serão executados processos especializados, como soldagem, lixamento, pintura ou montagem.

A Figura 15 mostra esquematicamente o formato de um arranjo físico funcional ou por processo.

FIGURA 15 – ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL OU POR PROCESSO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

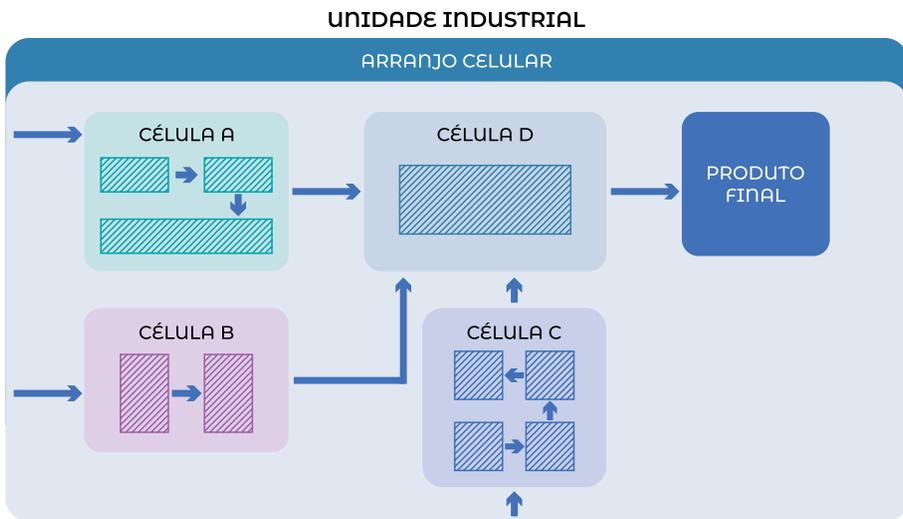
Arranjo Físico por Célula

Este tipo de arranjo físico é formado por células especializadas que produzem um determinado tipo de produto ou componente, o qual faz

parte de um conjunto maior, que é o produto final. A Figura 16 apresenta esquematicamente um arranjo físico do tipo célula.

Neste caso, cada produto específico em elaboração se desloca dentro de uma determinada célula, a qual tem as facilidades (os fatores de produção) para implementar vários processos especializados de produção. Este arranjo físico possui uma flexibilidade intermediária (depende do arranjo físico interno de cada célula), mas permite um maior controle sobre a produtividade de cada fase e da qualidade dos produtos.

FIGURA 16 – ARRANJO FÍSICO POR CÉLULA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

No caso da indústria florestal este tipo de arranjo físico se aplicaria na indústria de móveis, quando da produção de uma sala de jantar, por exemplo. Existiriam células especializadas que se responsabilizam pela produção dos diferentes componentes da sala de jantar, como mesas, cadeiras, balcões e outros componentes.

Arranjo Físico Misto

A combinação de tipos de arranjos físicos é comum na indústria de base florestal, onde se integram, por exemplo, arranjos físicos em linha

com o arranjo em células e por processo, bem como outras combinações. O arranjo físico misto pode ser, portanto, uma combinação de diversos tipos anteriormente apresentados.

4.4.2 Preparação de Arranjo Físico

As principais fases e atividades a serem consideradas na preparação de um arranjo físico de uma unidade industrial são apresentados a seguir.

Seleção do tipo de Arranjo Físico

A preparação de arranjo físico se inicia com a análise de opções e seleção do tipo ou tipos a serem considerados. A seleção, baseada em uma análise crítica das alternativas, considera os diversos fatores envolvidos, incluindo matérias-primas, processos e tecnologia, equipamentos, produtos e quantidades (escala de produção), mão de obra disponível, necessidades de estoques, condições locais e de outras variáveis envolvidas.

Um bom arranjo físico deve considerar especialmente:

- ✓ Mínima movimentação de materiais e pessoas;
- ✓ Integração dos fatores de produção envolvidos;
- ✓ Mínima utilização de espaço físico;
- ✓ Fluidez;
- ✓ Flexibilidade.

A seleção do tipo de arranjo físico requer o envolvimento de uma equipe técnica com conhecimento e experiência e podem ser importantes também discussões com especialistas no setor, com fornecedores, além de visitas a unidades industriais já estabelecidas para um *benchmarking*.

Nem sempre é possível atender a todas as características desejáveis a um adequado arranjo físico simultaneamente. Nesse caso, os projetistas terão que selecionar ou priorizar as alternativas que possam gerar o maior impacto positivo ao projeto.



pinyo_bonmark/Shutterstock.com

Fatores que Afetam a Preparação de um Arranjo Físico

Como já mencionado, diversos fatores devem ser levados em consideração e analisados na preparação de um arranjo físico. Estes fatores influenciam e determinam espaços ocupados (áreas físicas), ligações entre etapas/fases do processo e outros aspectos.

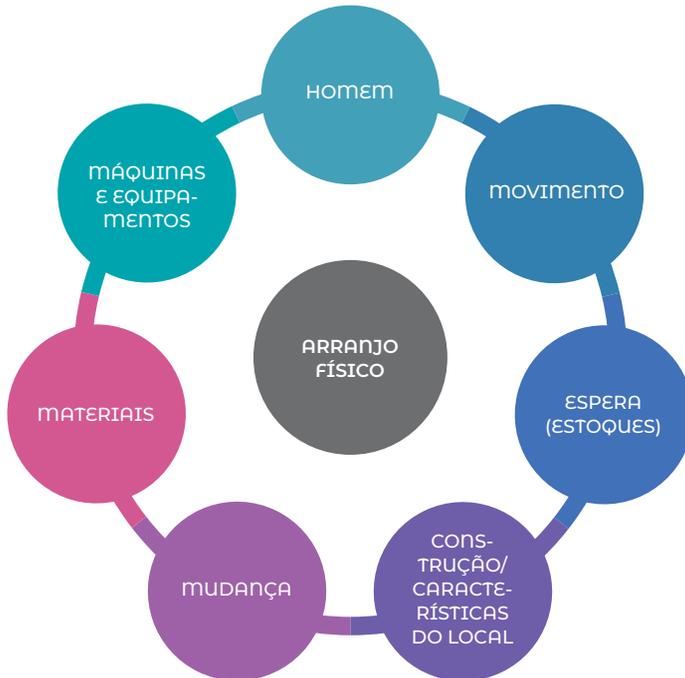
Entre os principais fatores que devem ser considerados e analisados na preparação de um arranjo físico, evidenciam-se:

- (a) Fator material (características, variabilidade e quantidades);
- (b) Fator máquinas e equipamentos;
- (c) Fator homem;
- (d) Fator movimento;
- (e) Fator espera (estoques);
- (f) Fator construção e características do local (dimensões, topografia e outras);
- (g) Fator mudança (versatilidade e flexibilidade).

O grande desafio é, na realidade, conseguir integrar todos os fatores que afetam o arranjo físico, buscando a identificação da **melhor solução** em termos de investimento, custo, produtividade, segurança e outros parâmetros.

A Figura 17 apresenta esquematicamente os fatores que influenciam na preparação de um arranjo físico.

FIGURA 17 – FATORES QUE INFLUENCIAM A PREPARAÇÃO DE ARRANJO FÍSICO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Fundamentos para Preparação de um Arranjo Físico

O processo de preparação de um arranjo físico deve considerar também alguns fundamentos ou princípios básicos, que definem uma sequência lógica de desenvolvimento. Os fundamentos mais importantes são:

- (a) Planejar o todo e depois os detalhes;
- (b) Planejar o ideal e depois o prático (melhor solução);
- (c) Definir o processo antes de iniciar a preparação do arranjo físico (base fluxo de processo);
- (d) Considerar o fator materiais como inicial e fundamental (base fluxo de massa);
- (e) Selecionar as principais máquinas e equipamentos;
- (f) Envolver uma equipe de especialistas.

Sequência para Preparação de um Arranjo Físico

Com base nos fundamentos apresentados, a elaboração de um arranjo físico pode ser agrupada em três fases, quais sejam:

(a) Fase 1 – Organização de Grandes Áreas ou Componentes

Trata-se do planejamento do todo para posteriormente detalhar cada um dos componentes. O objetivo é ter o processo, já numa fase inicial, organizado em uma sequência lógica e permitir pré-dimensionar as áreas necessárias para os grandes elementos ou componentes da unidade de produção.

No caso de uma serraria, por exemplo, a organização das grandes áreas abrange basicamente as áreas a serem ocupadas por estoques de matéria-prima (pátio de toras e outras áreas de armazenamento), áreas de descascamento das toras, de processamento/transformação, de secagem, de classificação e embalagem, de estoque de produtos acabados e despacho e ainda áreas para o escritório, portaria, circulação, estacionamento e outras.

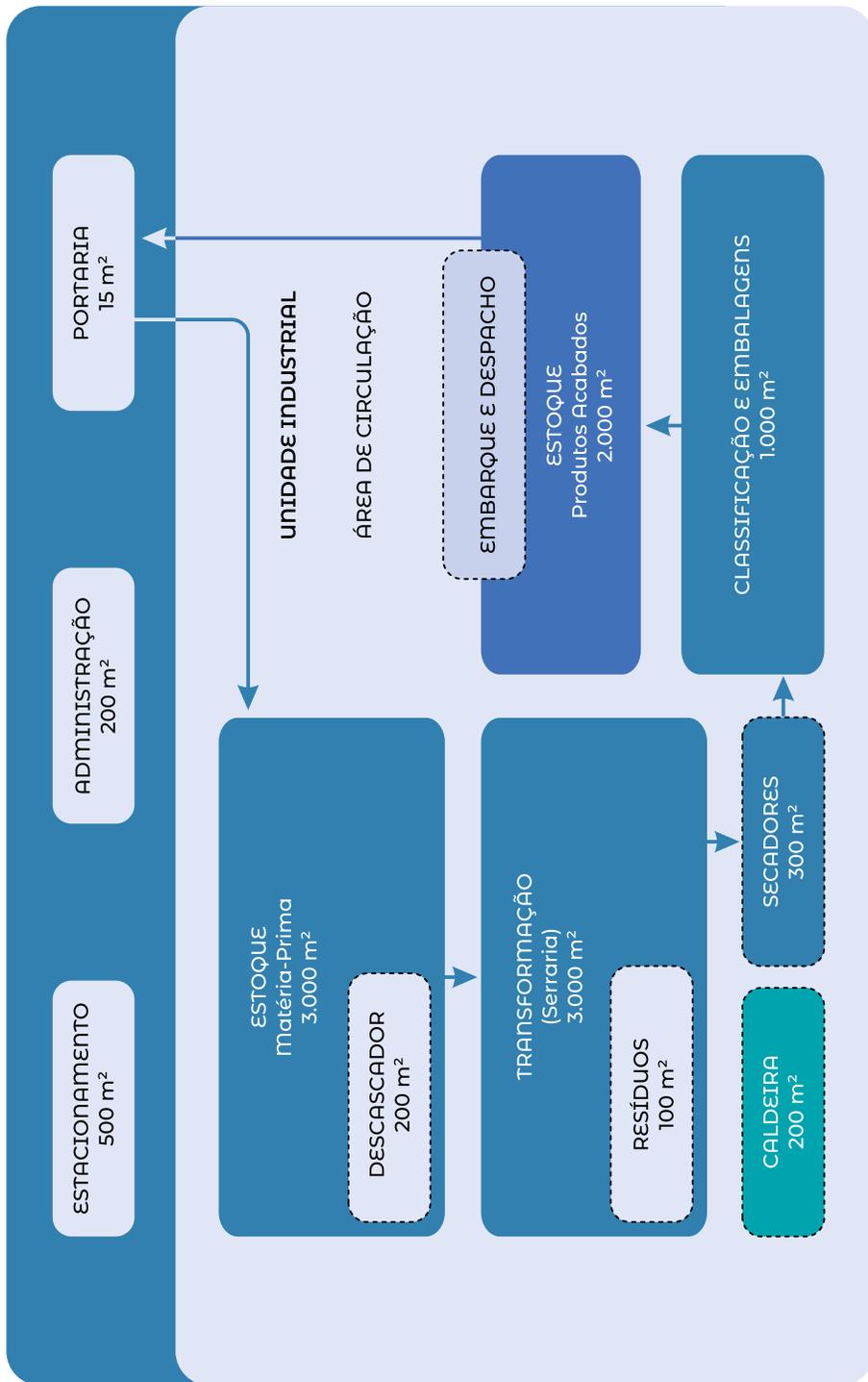
A Figura 18 apresenta esquematicamente um exemplo simplificado de organização dos grandes componentes/áreas, considerando o projeto da serraria.

Para alocação e dimensionamento das diferentes áreas do processo produtivo se considera basicamente o fluxo de massa. No entanto, o conhecimento e experiência da equipe do projeto é importante. Se necessário, como já mencionado, podem ser consultados especialistas, fornecedores de máquinas e equipamentos e realizadas visitas a unidades similares em operação para um *benchmarking*.

As áreas ocupadas pelos diferentes setores/componentes do projeto são, neste momento, apenas indicativas. Ajustes são requeridos com a evolução do processo de preparação do arranjo físico, em que o planejamento de cada componente é detalhado sendo normalmente necessário um redimensionamento.

Além de ter conhecimentos para estimar a área necessária a cada componente da unidade industrial, o projetista ou a

FIGURA 18 – ORGANIZAÇÃO DAS GRANDES ÁREAS OU COMPONENTES DE UM ARRANJO FÍSICO DE SERRARIA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

equipe deverá também ter conhecimento para alocá-las de forma ordenada (sequência lógica do processo), considerando as máquinas e equipamentos, o fluxo organizado de materiais e a movimentação de veículos e pessoas.

Se houver uma microlocalização já definida para a unidade industrial (que nem sempre é o caso), deverão ser levadas em consideração as condições locais (área disponível, formato, topografia do terreno, acessos e outros aspectos).

(b) Fase 2: Detalhamento de Unidades ou Etapas da Produção

O detalhamento dos componentes ou etapas de produção que fazem parte das grandes áreas do arranjo físico requer a definição das máquinas e equipamentos principais e dos complementos ou acessórios necessários à operação. O importante é ter um conhecimento das dimensões dos equipamentos e dos complementos, da necessidade de espaços para estoques, operações e manutenção e para a movimentação de pessoas e materiais.

Para desenvolver esta fase, é necessário que a equipe técnica tenha conhecimento, experiência e, se necessário, envolver os fornecedores de máquinas e equipamentos e obter, em detalhes, informações sobre os acessórios necessários e espaços a serem alocados. Adicionalmente visita a unidades industriais similares às projetadas é sempre desejável.

Um exemplo simplificado de detalhamento para um determinado componente do projeto, no caso o descascador de toras adotado em serrarias e que foi considerado no fluxo do processo proposto já na fase de projeto conceitual, é mostrado na Figura 19.

Como mostrado, o descascador propriamente dito, dimensionado com base no fluxo de massa, tem dimensão relativamente pequena. No entanto, para o seu funcionamento, são exigidos diversos complementos ou acessórios e ainda devem ser previstos espaços para os operadores e para manutenção, o que aumenta significativamente a área ocupada.

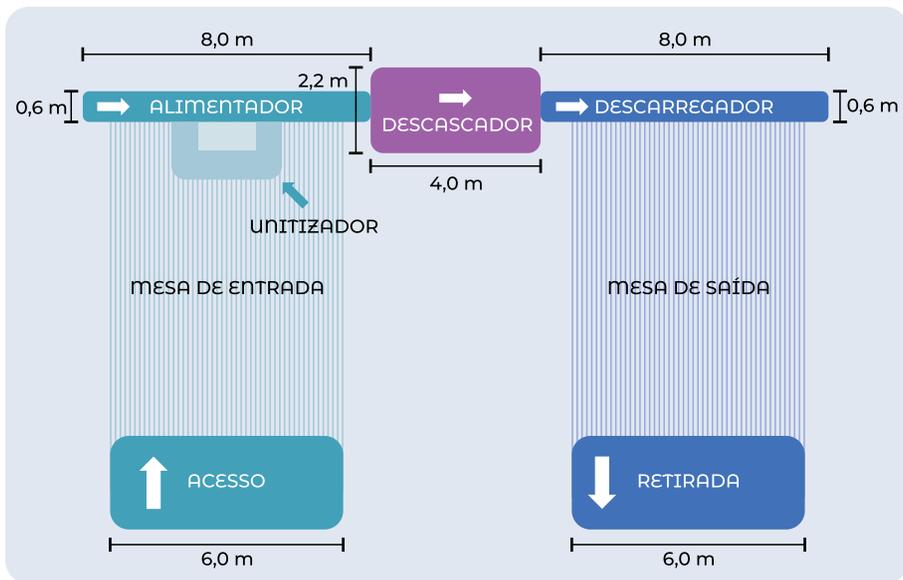
Além do descascador propriamente dito para a sua operação devem ser ainda considerados a mesa de entrada, o unitizador

de toras, o alimentador do descascador, a esteira de retirada das cascas, o transportador de saída das toras e a mesa de saída.

É ainda necessário prever uma área de acesso à mesa de entrada e uma área de retirada das toras, além de áreas de acesso de pessoas ao equipamento, tanto para atender a operação como para manutenção.

O dimensionamento da área total ocupada pelo processo de descascamento exige, portanto, conhecimento e experiência dos projetistas, pois depende não somente da dimensão do equipamento base, no caso do descascador, mas de um conjunto de equipamentos acessórios, bem como das dimensões do produto (toras) em processamento e das operações a serem executadas.

FIGURA 19 – EXEMPLO DO DETALHAMENTO DO ARRANJO FÍSICO – UNIDADE DE DESCASCAMENTO



FONTE: Elaborado pelo autor (2019)

A largura da mesa de entrada e de saída, por exemplo, dependem basicamente do comprimento das toras. Por outro lado, o comprimento destas mesas depende principalmente do estoque

a ser mantido na mesa de entrada para garantir uma operação contínua do descascador, considerando, entre outros fatores, a disponibilidade de máquina utilizada para alimentação e para a retirada das toras. O comprimento do alimentador e do descarregador, por sua vez, dependente, além do comprimento das toras, da velocidade de avanço da esteira, do tipo de unitizador e de outras variáveis.

Assim como o apresentado para o caso do descascador de toras, para compor o arranjo físico é necessário definir os complementos/acessórios e espaços a serem ocupados pelas máquinas e equipamentos principais, localizados nas diversas grandes áreas e que compõem a unidade industrial.

(c) Fase 3: Composição do Arranjo Físico

A montagem ou composição é a última fase do trabalho relacionado às atividades de preparação do arranjo físico. Neste estágio de desenvolvimento do projeto, o tipo de arranjo físico a ser adotado já deve ter sido selecionado. Para tal, análise envolvendo o processo de produção, os equipamentos, a escala, o produto, a mão de obra e outras variáveis, é imprescindível.

Nesta fase, além do conhecimento e experiência da equipe do projeto, é também aconselhável discutir possíveis soluções com fornecedores de máquinas e equipamentos e ainda conhecer e avaliar soluções adotadas em unidades industriais já estabelecidas e que tenham características semelhantes ao projeto, ou seja, realizando um exercício de *benchmarking*.

Uma abordagem simples, que pode ser considerada como ponto de partida para preparação do arranjo físico, são as grandes áreas definidas para a unidade industrial (Figura 18). Com o tipo de arranjo físico definido, será feita a alocação das máquinas e equipamentos nas áreas selecionadas, juntamente com seus componentes/acessórios, em uma sequência lógica, considerando o fluxo de processo.

Na preparação do arranjo físico é importante considerar não só as áreas que serão ocupadas pelas máquinas, equipamentos e

acessórios (baseadas no detalhamento feito anteriormente), mas também a alocação de espaços adicionais, destinados ao estoque de matéria-prima, de produtos em produção, de produtos acabados, bem como os espaços necessários à movimentação de materiais, pessoas, acesso às máquinas e equipamentos para operação, manutenção e ajustes.

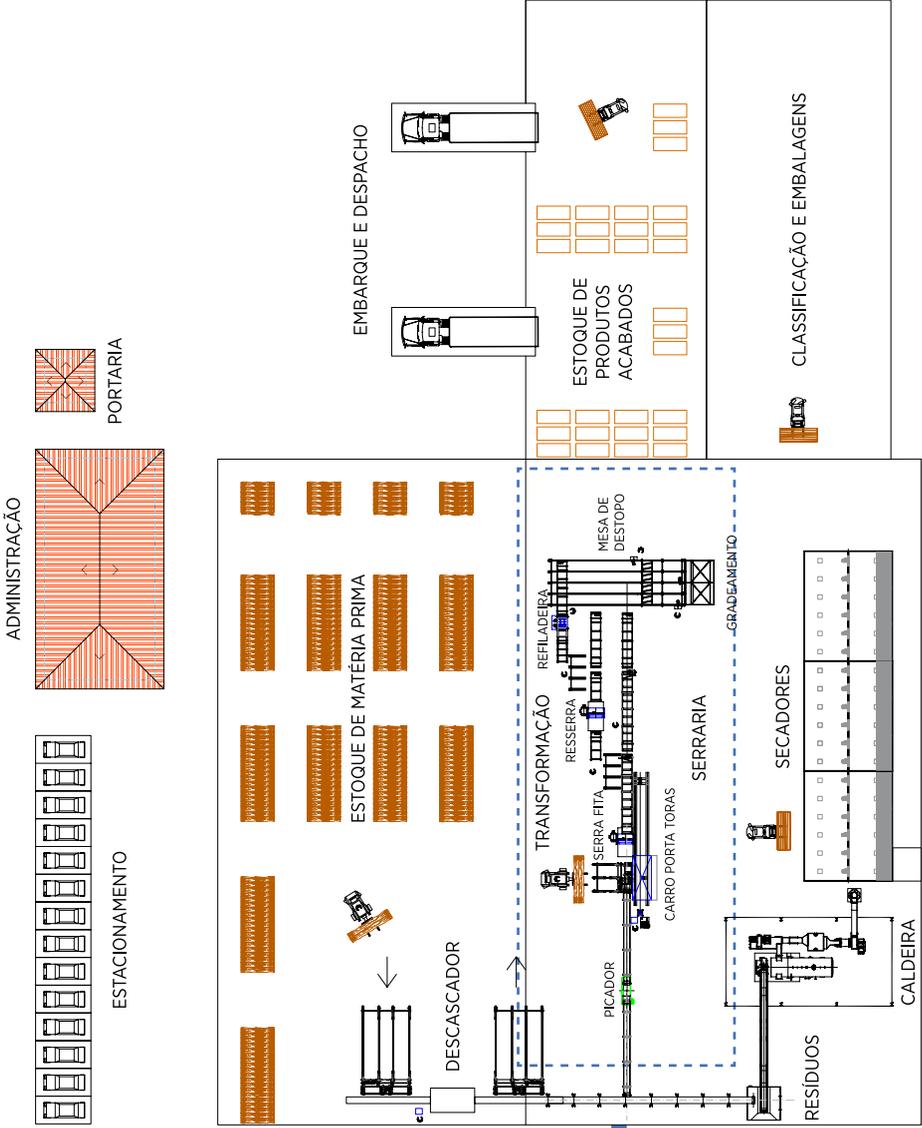


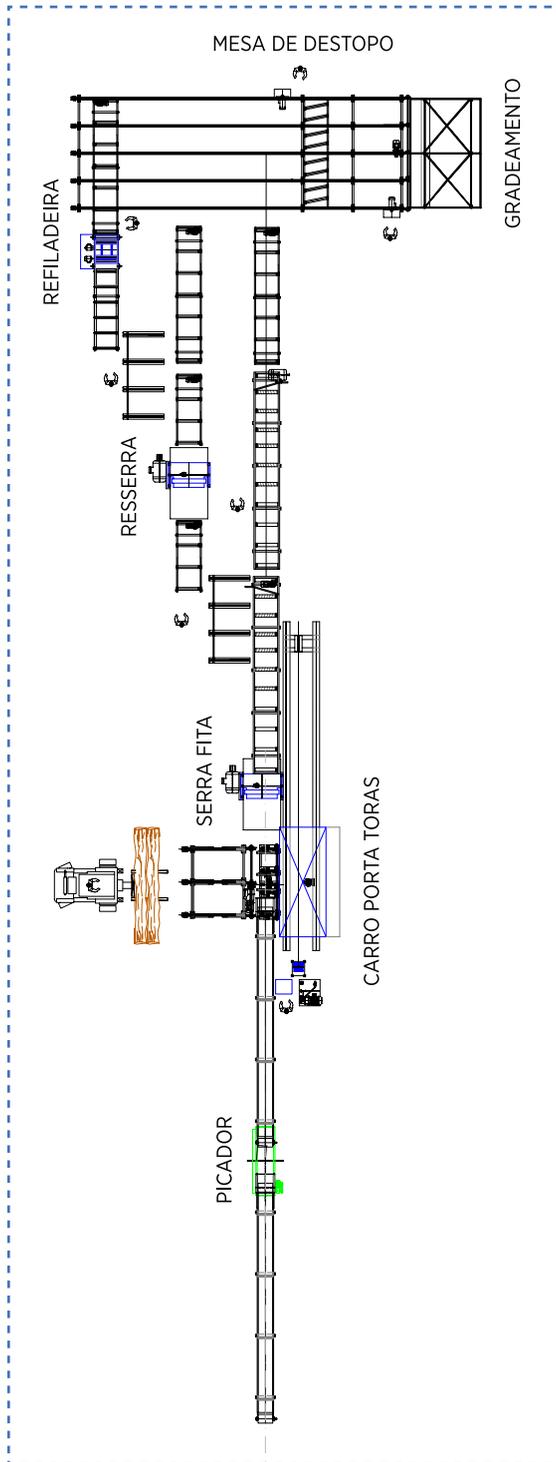
industryviews/Shutterstock.com

Um exemplo simplificado de arranjo físico da serraria, em nível de engenharia básica e para a qual foi anteriormente apresentado o fluxograma do processo e o fluxo de massa, e ainda definida a organização das grandes áreas e detalhadas as diferentes unidades das diversas etapas de produção, é apresentado na Figura 20. Com as principais máquinas e equipamentos (com os componentes e acessórios complementares) e espaços alocados no arranjo físico, é necessário definir a forma de conexão entre as diversos componentes/etapas de produção. Isto pode requerer transportadores ou outros componentes para facilitar o fluxo ou transporte de materiais em produção entre as máquinas e equipamentos (mesas, transportadores, apoios ou outros).

No caso da indústria florestal, especialmente se considerada uma unidade de transformação primária, como uma serraria, é particularmente importante considerar os equipamentos envolvidos na remoção de resíduos.

FIGURA 20 – ARRANJO FÍSICO SIMPLIFICADO DA UNIDADE INDUSTRIAL (SERRARIA)





FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Os resíduos na indústria florestal são, em geral, o principal material, em termos de volume, e que devem ser constantemente removidos da linha de produção. Estes resíduos são gerados em diversos locais (estão dispersos na unidade industrial) e são de vários tipos em termos de forma e dimensão. Existem dificuldades na sua manipulação. Uma grande parte é formada por material de pequena dimensão e com características diferenciadas (cascas, aparas, refilos, destopos, serragem e outros).

O arranjo físico apresentado indica as máquinas e equipamentos e permite dimensionar construções, pátios e outras áreas ou obras necessárias. Ainda no mesmo arranjo físico é também possível definir a mão de obra a ser alocada diretamente nas operações industriais. A alocação da mão de obra é importante para definir o quadro de pessoal.

O arranjo físico, além de dimensionar com maior precisão as construções e outras obras complementares, permite, juntamente com o fluxo de massa, definir elementos importantes para estimar os investimentos, bem como a organização do empreendimento e a necessidade de mão de obra. Estes elementos formam uma base para as análises econômica e financeira.

4.5 CONSTRUÇÕES, INSTALAÇÕES E INVESTIMENTOS

As construções, obras, áreas e instalações principais necessárias ao projeto industrial são definidas, em grande parte, a partir do arranjo físico desenvolvido na fase de projeto básico.

Na fase de projeto básico é fundamental especificar as construções, obras, áreas e instalações em nível suficiente para estimar os investimentos, informação necessária para a análise de viabilidade do empreendimento e para facilitar o processo de licitação.

A Tabela 3 apresenta um exemplo simplificado de organização das informações relativas às construções, instalações e áreas necessárias ao projeto. Trata-se basicamente de uma lista de construções, instalações e

áreas que devem ser especificadas e quantificadas em nível suficiente para permitir estimar os investimentos.

As especificações básicas podem ser definidas com base em padrões técnicos de construção industrial, levando ainda em consideração a experiência da equipe do projeto, literatura técnica, informações/requerimentos dos fabricantes de máquinas e equipamentos e normas técnicas.

A estimativa de investimento pode ser baseada em experiência dos projetistas, considerando ainda índices disponíveis como o índice nacional de custos da construção civil, literatura especializada, cotações preliminares de empresas construtoras e montadoras e outras fontes idôneas.

TABELA 3 – CONSTRUÇÕES E INSTALAÇÕES NECESSÁRIAS E ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS

CONSTRUÇÕES/ INSTALAÇÕES / ÁREAS	ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	INVESTIMENTO (R\$)
Escritório da Administração	Construção em alvenaria, cobertura com telhas, pisos cerâmicos, esquadrias de alumínio, área de 200 m ² , incluindo banheiros	2.000,00/m ²	400.000,00
Portaria	Construção em alvenaria, cobertura com telhas, piso cerâmico, forro de madeira, área de 15 m ² , incluindo...	2.000,00/m ²	30.000,00
Estacionamento	Área de estacionamento e circulação, pavimentação asfáltica, área de 500 m ²...	.....	.....
Unidade Industrial	Barracão Industrial, estrutura metálica, cobertura com telhas alumínio, pé direito 6m, piso industrial de concreto, área de 3.000m ²...	.....	.....

CONSTRUÇÕES/ INSTALAÇÕES / ÁREAS	ESPECIFICAÇÕES BÁSICAS	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	INVESTIMENTO (R\$)
Pátio de Toras	Área total 6000 m ² , cascalhado, com drenagem...	.....	.....
Arruamento e Circulação	.....	.....	.....
Instalações Hidráulicas	.....	.....	.....
Instalação .....	.....	.....	.....
TOTAL			.....

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

4.6 MATÉRIA-PRIMA, INSUMOS E CUSTOS

A matéria-prima e insumos principais necessários à operação da unidade industrial são quantificados no dimensionamento do empreendimento e também devem constar no fluxo de massa, desenvolvido na fase de projeto básico. A matéria-prima principal em um projeto florestal industrial é a madeira.

Nesta fase de desenvolvimento do projeto básico, além de definir a quantidade para atender o suprimento de matérias-primas à unidade industrial, outros detalhes, como dimensões e qualidade, devem ser definidos. Especificações de matéria-prima e insumos dependem do produto final, mas outros fatores, como disponibilidade e a tecnologia industrial, podem influenciar.

Além de definir a quantidade, no caso da indústria florestal de transformação primária, as dimensões, a qualidade e uniformidade da madeira (toras) são também importantes. Estes aspectos têm implicações na produtividade, no custo da matéria-prima e na qualidade do produto.

Em determinados projetos industriais florestais, a demanda por outros materiais e insumos pode ser pequena, e o custo envolvido não é significativo. No entanto, existem casos em que a participação destes outros materiais e insumos nos custos é elevada e, portanto, maiores cuidados são necessários para quantificar e definir a demanda, uma vez que eles podem ter forte implicação na análise de viabilidade econômica e financeira do projeto.

Um exemplo de indústria florestal com uma demanda pequena de outros materiais e insumos é aquela voltada para produtos primários, como cavacos, madeira serrada ou lâminas. Nestes casos, insumos típicos podem incluir, por exemplo, químicos para preservação da madeira ou materiais de embalagem.

No caso da indústria de produtos de valor agregado existe em geral uma lista ampla de outros materiais, componentes e insumos que podem ter uma participação expressiva no custo. O caso típico é da indústria de painéis de madeira (compensado, MDF, aglomerado e outros), em que os adesivos, outros produtos químicos e materiais para revestimento de superfície têm participação significativa no custo total da matéria-prima. O mesmo ocorre na indústria de pisos de madeira acabados, ou na indústria de móveis, nas quais produtos como tintas, seladores, vernizes, acessórios, embalagens, materiais de acabamento e outros são importantes variáveis para análise de custo.

A Tabela 4 apresenta uma forma de organização da informação da demanda de matéria-prima, outros materiais e insumos de um projeto industrial de uma serraria e estimativa de custos envolvidos.

TABELA 4 – DEMANDA DE MADEIRA E INSUMOS DO PROJETO E ESTIMATIVA DE CUSTO

MATÉRIA PRIMA/ INSUMO	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO ANUAL (R\$)
Madeira em toras	55.000 m ³ /ano	100,00/m ³	5.500.000,00
Preservantes de madeira	6.000 ton/ano	.....	.....
Pallets	.....	.....	.....
Plástico para embalagem	.....	.....	.....
Químicos para caldeira	.....	.....	.....
Graxas e lubrificantes	.....	.....	.....
Outros	.....	.....	.....
TOTAL			.....

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

4.7 DEMANDA DE UTILIDADES E CUSTOS

Informações sobre a demanda de utilidades do projeto industrial são fundamentais, tanto para o dimensionamento do suprimento para desenvolver o projeto das instalações, bem como para estimar os custos envolvidos na operação.

As utilidades de maior demanda para a indústria florestal são:

(a) Energia elétrica

Utilizada para acionar motores de máquinas e equipamentos, para iluminação e para o condicionamento de ambientes;

(b) Água

Utilizada no processo industrial para sistemas de combate a incêndio, para o consumo humano e limpeza;

(c) Vapor

Empregado em operações de secagem, aquecimento para o processo industrial ou condicionamento de ambientes;

(d) Ar comprimido

Utilizado para atender a demanda de sistemas pneumáticos, limpeza e outras aplicações.

As principais fontes de informação para estimar a demanda de utilidades são as especificações técnicas definidas pelos fabricantes de máquinas e equipamentos, normas técnicas, cálculos e literaturas especializadas.

A quantificação da demanda de utilidades é baseada nos diversos componentes e nas condições de operação definidas pelo projeto industrial. Estes componentes ou condições dependem das máquinas e equipamentos envolvidos, processo industrial do produto, das instalações, do tempo de operação de cada equipamento ou unidade, do número de funcionários e outros parâmetros.

Conhecimentos técnicos para calcular a demanda são fundamentais, no entanto é sempre importante comparar a demanda calculada com informações coletadas em outras operações industriais similares e informações de fabricantes, para consolidar a informação.

Um exemplo de organização da informação relativa à demanda de utilidades para uma serraria, por setor industrial, e os respectivos custos envolvidos é apresentado na Tabela 5.

Com base em referências de consumo e custo unitário de fornecedores (concessionárias e outros) pode ser estimado o valor a ser despendido para cada utilidade. A informação é apresentada por setor e posteriormente consolidada por tipo de utilidade. Isto permite analisar o consumo e o custo por setor e por utilidade.

TABELA 5 – DEMANDA DE UTILIDADES POR SETOR DO PROJETO E ESTIMATIVA DE CUSTO

SETOR	UTILIDADE	DEMANDA QUANT./ ANO	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO ANUAL (R\$)
Administração	- Energia Elétrica - Água	8.000 kWh 150 m ³	0,50/kWh 10,00/ m ³	4.000,00 1.500,00
Transformação	- Energia Elétrica - Água - Ar Comprimido	...............	...............	...............
Secagem e Classificação	- Ar Comprimido - Vapor - Energia Elétrica	...............	...............	...............
Embalagem e Despacho	- Energia Elétrica - Água	..........	..........	..........
Pátios	- Energia Elétrica	.....	.....	.....
TOTAL POR UTILIDADE	- Energia Elétrica - Água - Ar Comprimido - Vapor	....................	....................	....................
TOTAL GERAL				.....

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

4.8 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL, MÃO DE OBRA E CUSTOS

A definição da organização do empreendimento e a necessidade de mão de obra é importante para o gerenciamento e para a operação do projeto industrial. Com base na quantificação da mão de obra e da qualificação requerida, é possível estimar os custos envolvidos.

Em um projeto industrial florestal a mão de obra pode ter uma contribuição significativa nos custos de produção. A necessidade de mão de obra depende de diversas variáveis tais como o tipo de indústria, a escala, a qualidade de mão de obra disponível (ambiente social) e o nível



de automação definida na solução de engenharia do projeto. A estrutura organizacional e a demanda de mão de obra têm também, em geral, uma relação com o nível de agregação de valor adotado na unidade industrial.

Em resumo, os principais fatores afetando a organização e a demanda de mão de obra em uma indústria florestal são:

- (a) Tecnologia adotada;
- (b) Nível de automação;
- (c) Produtos
- (d) Escala de produção;
- (e) Localização e implicações socioambientais;
- (f) Legislação e outros aspectos envolvendo segurança no trabalho, acordos sindicais;
- (g) Outros fatores.

No caso da indústria florestal, a mão de obra pode ser um componente importante dos custos e ser decisiva para a competitividade e atratividade do negócio. Em indústrias florestais de produtos de valor agregado e com baixo nível de automação, a participação da mão de obra no custo total tende a ser mais elevada.

Tanto a estrutura organizacional como a demanda de mão de obra são componentes dinâmicos e evoluem de acordo com a fase do projeto (e.g. implantação, pré-operação, operação). No entanto, podem também evoluir ao longo da fase de operação, com mudanças resultantes de alterações no produto, no grau de automação, ganhos de produtividade, mudanças na escala de produção, mudanças na legislação ou alteração de outras condições. A organização e a demanda de mão de obra apresentada na sequência se aplicam à fase de operação do empreendimento.

4.8.1 Organização do Empreendimento

A organização de um empreendimento diz respeito à forma de como serão estruturados os aspectos operacionais e atividades e que pode considerar, por exemplo, unidades de operação coordenadas por gerentes ou supervisores. Dependendo do nível hierárquico dentro da estrutura, as responsabilidades são divididas conforme as atividades e metas definidas, como planejamento, controle, orientação e implementação das operações industriais.

A estrutura organizacional define a delegação de responsabilidades para cada unidade ou nível hierárquico da unidade industrial e é normalmente mostrada em um organograma.

O organograma da estrutura organizacional do empreendimento pode ser definido com base em funções específicas de cada área na empresa, tais como finanças, suprimento, produção, vendas, segurança e outras. Não existe uma regra rígida, podendo ser considerados outros formatos como linhas de produção ou por localizações geográficas (caso típico de empresas com operações distribuídas em diferentes locais ou regiões).

O importante é definir uma estrutura organizacional que seja eficiente e compatível com as características e porte do empreendimento. Ela deve considerar o número adequado de funcionários respondendo a cada nível hierárquico, uma equilibrada divisão dos trabalhos e responsabilidades, um mecanismo eficiente para facilitar o processo de comunicação e de decisão, entre outros aspectos.

A estrutura organizacional também pode servir como base para estabelecer centros de custos, de acordo com autonomia e necessidade de cada segmento e conveniência da empresa.

Na Figura 21 é apresentado esquematicamente um exemplo de estrutura organizacional básica que se aplica a uma grande parte das indústrias florestais. A estrutura organizacional apresentada é piramidal e, neste caso, são considerados três níveis, quais sejam:

(a) Nível 1 – Diretoria ou Gerencial Geral

Responsável pelo planejamento estratégico de longo prazo, orçamento, gestão e coordenação geral, controladoria;

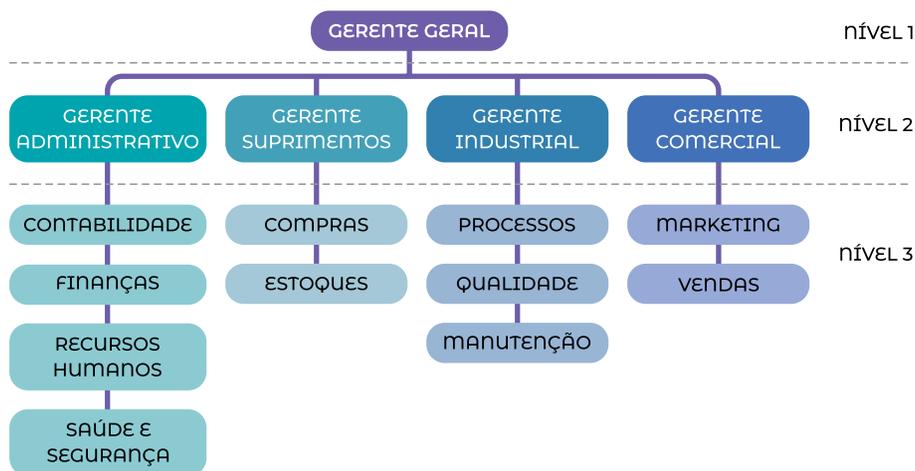
(b) Nível 2 – Gerentes de Departamentos ou Operações:

Responsáveis pelo planejamento e controle de departamentos ou divisões, como administração e finanças, suprimento, industrial e comercial;

(c) Nível 3 – Supervisores

Responsáveis pelo controle das operações e atividades das diversas unidades ou setor industrial. Operadores e auxiliares respondem a estes supervisores.

FIGURA 21 – ORGANOGRAMA ORGANIZACIONAL TÍPICO DE EMPREENDIMENTO INDUSTRIAL FLORESTAL



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Nem todas as funções/atividades necessitam ser internalizadas, podendo algumas delas ser terceirizadas como é o caso de segurança e limpeza, apoio jurídico, contabilidade, engenharia, manutenção, transporte e outras. A decisão de terceirização é baseada em análise de custos e riscos, no entanto, mesmo adotando-se a terceirização, os cargos e funções terceirizados devem constar do organograma, mostrando os vínculos com a estrutura organizacional da empresa.

4.8.2 Mão de Obra Requerida e Custos

Para quantificar a demanda de mão de obra por categoria, além do organograma, é necessário já ter sido definido o processo, o arranjo físico, o programa de produção, o número de turnos de operação, a tecnologia adotada, a organização do empreendimento e também conhecer a realidade socioeconômica local.

A definição da estrutura organizacional e do arranjo físico são peças fundamentais para quantificação da mão de obra, no entanto é normalmente necessário o envolvimento de profissionais com experiência para analisar e propor a melhor alocação de pessoal. Os principais aspectos a serem considerados são apresentados na sequência.

Categorias, Funções e Quantidades

A estrutura organizacional define a necessidade de mão de obra das diversas categorias envolvidas no planejamento, administração, controle, operações industriais e de apoio. O quadro de funcionários ligados às diversas funções, sejam elas administrativas, de produção ou de apoio, necessitam ser corretamente quantificados. Todos, independentemente da categoria ou função, necessitam também ser devidamente qualificados.

O procedimento de qualificação deve considerar a necessidade de conhecimentos técnicos, as habilidades e a experiência relacionados a cada posição. A quantidade e a qualificação requeridas dependem principalmente da tecnologia adotada, do processo, da dimensão da planta, dos aspectos socioeconômicos e obviamente da estrutura organizacional.

O procedimento recomendado para definir o quadro de colaboradores considera, inicialmente, a preparação de uma lista das categorias que são necessárias e em seguida a definição das funções, da qualificação e das quantidades.

Em princípio, a mão de obra requerida para um projeto industrial pode ser classificada em três grandes grupos, quais sejam:

(a) Gerência e supervisão

Em muitos projetos industriais, parte do pessoal de gerência e supervisão é contratado já nas fases iniciais do projeto, podendo ser até mesmo na fase dos estudos ou de desenvolvimento do projeto. Em outros casos, esta mão de obra pode ser contratada na fase de implantação, na partida ou até mesmo na pré-operação. Normalmente, este grupo envolve profissionais mais qualificados, menos disponíveis no mercado e que devem ter conhecimentos e habilidade em gestão e planejamento. Portanto, é normalmente necessário mais tempo para identificar e contratar. Além disso, antecipar a contratação destes profissionais e envolvê-los nas fases que antecedem a operação pode ser importante para ganhar conhecimento sobre a unidade industrial e facilitar o processo de gestão do negócio, de operação e de manutenção.

(b) Funcionários qualificados

A identificação de necessidades de funcionários qualificados é tão importante quanto à dos gerentes e supervisores. Existem casos em que a identificação e seleção de funcionários qualificados pode ser uma tarefa difícil e demorada, portanto ações de recrutamento e seleção devem ser realizadas preferencialmente nas fases iniciais de implantação do projeto, ou até mesmo antes.

(c) Funcionários não qualificados e de apoio

No caso de funcionários não qualificados ou pessoal de apoio, a contratação pode ser feita na fase final de implantação. No entanto, deve ser geralmente considerada a alocação de um período para capacitação.

Ambiente Socioeconômico e Cultural

A necessidade de mão de obra não pode ser definida somente com base na quantidade, qualificação técnica e habilidade. O quadro de pessoal é influenciado por aspectos socioeconômicos e culturais da região ou do país onde o empreendimento será estabelecido. Por isso, faz-se necessária uma análise do ambiente socioeconômico e cultural e em especial conhecimento da legislação local específica envolvida.

Podem existir particularidades locais a serem consideradas na demanda e contratação de mão de obra em função de leis ou regulamentos envolvendo questões trabalhistas, segurança e saúde no trabalho. Exemplos incluem limitações no número de horas trabalhadas, exigências de segurança que demandem alocação de mão de obra especializada e outras. Estas limitações em geral têm implicações significativas no custo da mão de obra.

Existem ainda casos em que é necessário o cumprimento de determinações legais específicas, como contratação de menor aprendiz, encargos sociais, e acordos trabalhistas regionais, benefícios e outros aspectos que devem ser considerados e que têm também influência no custo da mão de obra.

Disponibilidade e Recrutamento

A análise da disponibilidade local e regional, ou até mesmo nacional, de mão de obra, particularmente a necessária ao planejamento e à gestão do empreendimento e que é a de maior qualificação, é fundamental no processo de recrutamento.

Além de analisar a disponibilidade, é também importante ter informação sobre a existência de centros educacionais e de treinamento e preparar um plano para a capacitação de mão de obra. O plano deve considerar as opções de capacitação internas e externas para melhorar a qualificação da mão de obra.

Os principais fatores que devem ser considerados na avaliação da disponibilidade de mão de obra incluem:

- (a) Disponibilidade geral de mão de obra relevante e qualificada necessária ao projeto, em nível local, regional e nacional, por categoria;

- (b) Situação de oferta e demanda de mão de obra especialmente na região do projeto;
- (c) Políticas e métodos de recrutamento a ser adotado;
- (d) Programas e opções de capacitação disponíveis e necessários na região.

A análise deve cobrir particularmente as condições de emprego ofertadas na região de implantação do projeto e incluir não somente o valor dos salários-base, mas a prática regional e setorial de concessão de benefícios, tais como acomodação, alimentação, assistência médica e outros. Em determinadas regiões, estes benefícios podem ser importantes no processo de recrutamento e têm implicações nos custos, portanto devem ser considerados no estudo de viabilidade.

Capacitação

Unidades industriais estabelecidas e operando em locais remotos ou em regiões menos desenvolvidas são frequentes no caso da indústria florestal. Devido a essa particularidade, é esperada uma menor disponibilidade de pessoal qualificado e, para atender a demanda do projeto, a solução pode passar pela busca de profissionais em outras regiões, o que implica normalmente em custos adicionais relacionados a relocação.

A alternativa é investir em um programa de capacitação da mão de obra local e, neste caso, tempo e recursos necessários devem estar previstos no projeto.

A necessidade de qualificação não se aplica somente ao pessoal tradicionalmente envolvido nas áreas de planejamento, gestão e controle. Com os desenvolvimentos tecnológicos recentes, envolvendo novos equipamentos e produtos mais sofisticados, a automação ganhou terreno como solução para melhoria da eficiência e ganhos de competitividade. Isto aumentou a necessidade de qualificação da mão de obra em praticamente todos os níveis de operação e produção.



Seja qual for a qualidade da mão de obra disponível na região, normalmente é necessário desenvolver um programa de capacitação que leve em consideração particularidades do projeto industrial e do local onde está prevista a sua instalação. Como já mencionado, o treinamento particularmente de pessoas-chave à unidade industrial pode ser iniciado na fase de preparação do projeto, ou ainda na fase de implantação, e o tempo requerido, bem como os investimentos necessários devem estar previstos no projeto.

Existem casos em que o programa de capacitação pode demandar um alto investimento, podendo atingir até cerca de 1% dos investimentos fixos. Portanto, o programa de capacitação da mão de obra deve ser cuidadosamente preparado.

As fases básicas que podem ser consideradas na preparação de um programa de capacitação são:

(a) Avaliação das condições locais

Trata-se de uma avaliação de particularidades relacionadas à mão de obra local ou regional, incluindo a disponibilidade e suas capacidades e habilidades. É também importante ter informações locais quanto a organização sindical, particularidades de leis e regulamentos trabalhistas aplicadas ao local, aspectos culturais e religiosos, tradições e outros aspectos que possam afetar a contratação e o desempenho da mão de obra necessária ao projeto;

(b) Análise das demandas específicas de treinamento

A análise deve considerar as necessidades de mão de obra para o planejamento, gerenciamento e operação do empreendimento, incluindo quantidade e qualificação, em especial as demandas de capacitação adicional para atender particularidades do projeto;

(c) Identificação das necessidades de treinamento formal

Este tipo de treinamento geralmente se aplica a pessoal envolvido no planejamento, gestão e controle, ou ainda a pessoal de operação mais qualificado. O treinamento formal é normalmente conduzido em instituições especializadas, podendo ainda contar com o apoio de fornecedores e consultores. Existem casos em

que o treinamento pode ser até mesmo realizado em fábricas similares, já em operação;

(d) Capacitação na operação (*on-the-job training*)

O treinamento no local de trabalho se aplica principalmente para pessoal envolvido na operação e pode ser conduzido individualmente ou em grupo. A capacitação *on-the-job* é normalmente conduzida na própria unidade implantada. Ela pode ser feita na fase de pré-operação ou até mesmo na fase de operação, com o envolvimento do funcionário em treinamento nas operações sob supervisão de pessoa já capacitada;

(e) Atualização e reciclagem

Existem casos em que podem ocorrer a necessidade de mudanças no processo industrial, em unidade já em operação resultante da adoção de novas matérias-primas, de mudanças no processo, da introdução de um novo componente de automação, do lançamento de um novo produto, da instalação de um novo equipamento ou de mudanças na legislação. Estas alterações podem requerer novos conhecimentos e, portanto, pode ser necessário um programa específico de treinamento para atualização e reciclagem da mão de obra envolvida.

Demanda de Mão de Obra e Custos

A Tabela 6 apresenta um exemplo simplificado da demanda de mão de obra e a estimativa dos custos envolvidos no gerenciamento e operação em uma indústria florestal. A tabela sintetiza a necessidade por tipo ou função e os custos anuais (salários-base, encargos/benefícios e totais) associados na fase de operação do empreendimento.

TABELA 6 – MÃO DE OBRA NECESSÁRIA AO EMPREENDIMENTO INDUSTRIAL E CUSTOS ENVOLVIDOS

TIPO/FUNÇÃO	QTD	CUSTOS (R\$/ANO)			
		SALÁRIO BASE	TOTAL SALÁRIOS	ENCARGOS SOCIAIS/ BENEFÍCIOS	TOTAL
ADMINISTRATIVA					
Gerente Geral	1	120.000	120.000	96.000	216.000
Gerente Administrativo	1	60.000	60.000	48.000	108.000
Gerente Comercial	1	60.000	60.000	....	....
Supervisor RH	1	....	....	....	....
Aux. Administrativos	....	....	....	....	....
TOTAL ADMINISTRATIVO	....	....	....	....	....
PRODUÇÃO					
Gerente de Suprimento	1	60.000	60.000	48.000	108.000
Gerente Industrial	1	40.000	40.000	....	....
Supervisor Qualidade	1	24.000	24.000	....	....
Encarregado Geral	1	36.000	36.000	....	....
Operadores Máquinas	8	20.000	160.000	....	....
Auxiliares	....	....	....	....	....
TOTAL PRODUÇÃO	....	....	....	....	....
TOTAL GERAL	....	....	....	....	....

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Na preparação da tabela de demanda de mão de obra, como mencionado anteriormente, deve ser levada em consideração a estrutura organizacional definida para o projeto industrial, incluindo a mão de obra envolvida no gerenciamento e planejamento e a demanda de pessoal na operação, definida a partir do arranjo físico da unidade industrial.

Os custos da mão de obra formam uma base para a análise de viabilidade econômica e financeira do negócio. Em geral, os custos de mão

de obra são considerados como custos fixos, no entanto existem analistas que consideram, em função de particularidades na contratação, os custos da mão de obra de produção como custos variáveis, e os de mão de obra não diretamente envolvida na produção (planejamento, gestão e controle) como custos fixos.

Em alguns casos é necessário um maior detalhamento da alocação da mão de obra, considerando as diferentes áreas ou setores da unidade industrial. Isto pode ser importante para a análise, em separado, de diferentes centros de custos.

4.9 PROGRAMA DE PRODUÇÃO

Os produtos e a capacidade de produção são inicialmente definidos na fase de projeto conceitual. A base principal adotada para estas definições é o estudo de mercado, que permite obter informações sobre a demanda e oferta, preços, termos comerciais, tipos de produtos, dimensões, padrões de qualidade, acabamentos e outros detalhes. Este conjunto de informações, além de permitir a definição dos produtos e dimensionar a produção, possibilita projetar as receitas.

Ajustes nos produtos e nos volumes de produção podem ser realizados posteriormente, na fase do projeto básico, quando são revisados os conceitos e parâmetros e definidos em mais detalhes os equipamentos e o arranjo físico do projeto. Nesta fase podem ser também melhoradas as informações de mercado.

Adicionalmente, dependendo do projeto industrial, durante a análise de viabilidade do empreendimento pode ser considerado um maior detalhamento, como alterações na composição da produção, com diferentes participações dos diversos tipos de produtos no total (*mix* de produção). Isso permite avaliar possíveis impactos de diferentes composições de produtos na receita, na rentabilidade e nos riscos do negócio.

4.9.1 Curva de Aprendizado

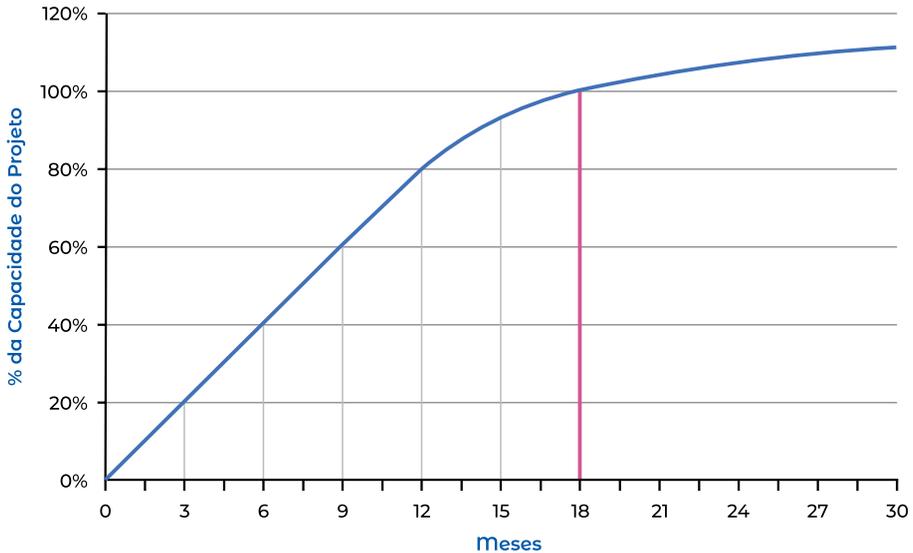
O programa de produção, como mencionado, define os tipos de produtos e quantidades a serem produzidas ao longo do tempo. Em um projeto industrial, após os testes e da partida, existe uma fase de pré-operação.

Na fase de pré-operação é comum ocorrerem ajustes de máquinas e equipamentos, e de processos. Também é um período de adaptação dos operadores (aprendizado). Como resultado dos ajustes na linha de produção e do ganho de experiência da equipe envolvida na operação, ocorrem aumentos gradativos na produtividade.

Na medida em que as máquinas, equipamentos e processos são ajustados e os operadores ganham experiência, a produção aumenta, atingindo a capacidade de produção definida no projeto. Este processo de ajustes, que resulta em ganhos de produtividade, aumentando gradativamente a produção, é denominado de “curva de aprendizado”.

Um exemplo da evolução da curva de aprendizado que ocorre na indústria florestal é apresentado na Figura 22. O gráfico mostra uma curva típica de uma indústria florestal de transformação primária, como uma serraria, onde a produção total acumulada no primeiro ano varia, na maioria dos casos, entre 60% e 70% da capacidade nominal definida para o projeto. No exemplo apresentado, a capacidade de produção plena do projeto é atingida somente após 18 meses de operação.

FIGURA 22 – CURVA DE APRENDIZADO TÍPICA DE PROJETO INDUSTRIAL FLORESTAL- SERRARIA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Na figura, observa-se que a curva, na fase inicial, apresenta uma produção em crescimento e, após um período, tende a se estabilizar. A estabilização da produção pode ocorrer em um nível superior à capacidade nominal definida no projeto da unidade industrial. Suplantar a capacidade nominal é frequente na maioria dos projetos industriais florestais.

O tempo necessário para que a produção atinja a capacidade nominal projetada depende de uma série de variáveis. A curva de aprendizado é normalmente mais curta em projetos menos complexos, envolvendo produtos e tecnologia mais simples. Este período também pode ainda ser reduzido com um bom projeto e planejamento operacional, com a contratação de pessoas mais qualificadas e/ou com programas mais intensos de capacitação.

4.9.2 Produtos e Programa de Produção

O programa de produção é essencial para definir e projetar a produção, levando em consideração os diversos tipos de produto (*mix*), particularidades do mercado, bem como a curva de aprendizado.

Além desses fatores, o programa de produção pode considerar alterações nos turnos de operação e outros aspectos. Em projetos industriais florestais menos complexos e de menor investimento, como é o caso de uma serraria, frequentemente se inicia a operação considerando um turno de produção e, após um determinado período, normalmente no segundo ou terceiro ano, pode evoluir para uma operação em dois ou até três turnos. Por outro lado, em projetos industriais florestais de maior investimento e que têm limitações para interrupções, como é o caso de uma fábrica de painéis reconstituídos ou uma unidade de celulose, a operação ocorre, desde o início, em três turnos.

Um exemplo de informação relacionada ao programa de produção, gerado a partir do fluxo de massa anteriormente apresentado para o projeto da serraria (Figura 11), considerando a curva de aprendizagem e a operação em apenas um turno, é mostrado na Tabela 7. A informação foi desagregada por tipo de produto, o que é importante para permitir o cálculo da receita.

O exemplo apresentado é próximo da realidade observada para projetos industriais florestais de produtos de madeira sólida, no caso uma serraria baseada em madeira de reflorestamento (*pinus*), tanto em termos de curva de aprendizado como em termos de *mix* de produtos.

A curva de aprendizado considera para o primeiro ano de operação uma produção de aproximadamente 50% da capacidade projetada. Na sequência, em função de ajustes e do ganho de experiência, a produtividade aumenta e, no segundo ano, é atingido 90% da capacidade de produção. No terceiro ano é alcançado 100% e, a partir do quarto ano, a produção se estabiliza no nível de 110% da capacidade projetada.

A produção projetada é base de informação para estimar as receitas. No caso do cálculo de receita, deve ser considerado que somente parte da biomassa estará disponível para venda no mercado.

TABELA 7 – PRODUTOS E PRODUÇÃO DO PROJETO DA SERRARIA

PRODUTO	UNIDADE	PRODUÇÃO (m ³)			
		ANO 1 (50%)	ANO 2 (90%)	ANO 3 (100%)	ANO 4 E DEMAIS (110%)
Madeira Serrada Seca - 1ª	m ³	3.300	5.700	6.450	7.100
Madeira Serrada Seca - 2ª		6.600	11.400	12.900	14.200
Madeira Curta Verde		1.100	1.900	2.150	2.350
TOTAL SERRADOS		11.000	19.000	21.500	23.650
Biomassa para Energia	Ton*	8.000	14.400	16.000	18.150
TOTAL BIOMASSA		8.000	14.400	16.000	18.150

* 1 m³ verde= 0,8 ton verde

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Na indústria florestal, em geral, parte da biomassa é consumida dentro da própria unidade. No caso de uma serraria, na maioria dos casos, se considera a instalação de uma caldeira para atender a demanda de vapor das estufas (secagem), de outras fases do processo ou para geração de energia elétrica. Esta caldeira é normalmente alimentada com biomassa.

4.10 MEIO AMBIENTE E OUTROS ASPECTOS LEGAIS

As questões relacionadas à legislação ambiental e também a outros aspectos legais devem ser consideradas já na fase de projeto, pois têm várias implicações tanto na implantação como na operação de uma unidade industrial. Uma análise mais detalhada destes aspectos, em particular

dos possíveis impactos e limitações especialmente no cronograma, nos investimentos e nos custos, deve ser feita na fase do projeto básico.

Aspectos ambientais e legais podem afetar o suprimento, as decisões relacionadas à seleção de processos, tecnologia e equipamentos, na definição do nível de mecanização na automação, no projeto de instalações, na seleção de insumos, acabamentos e outros materiais, na contratação de pessoal e em outros elementos do projeto.

Como as exigências ambientais e outros aspectos legais podem ter reflexos significantes, especialmente nos investimentos do projeto e nos custos de operação, a análise deve ser criteriosa, buscando identificar as suas consequências e as exigências em decisões técnicas, especialmente aquelas que possam ter impactos na viabilidade do empreendimento.

Na realidade, as implicações de aspectos ambientais e legais devem ser consideradas já na fase do projeto conceitual. No entanto, devido a uma grande parte das definições técnicas finais serem tomadas na fase de projeto básico, é importante reanalisar e aprofundar as análises destes aspectos.

As exigências ambientais e outros aspectos legais têm origens diversas e, em geral, são resultantes de convenções e acordos internacionais, acordos regionais, leis nacionais (federal, estadual ou municipal), regulamentos, pareceres, jurisprudências ou outros instrumentos legais.

No Brasil, a maioria das exigências ambientais e legais relacionadas a projetos industriais foi estabelecida pelo governo federal. No entanto, o processo de descentralização conferiu aos estados e municípios algumas atribuições. Como resultado, podem existir diferenças entre estados e até mesmo entre municípios.

Os aspectos ambientais e legais mais relevantes relativos a um projeto industrial florestal no Brasil que devem ser cuidadosamente analisados e considerados são apresentados na sequência.

Responsabilidade Técnica do Projeto e pela Operação

Para implantação, ampliação ou alteração de uma unidade industrial,

projetos de engenharia são em geral necessários. Tanto a preparação do projeto, como o gerenciamento e a fiscalização da implantação, deve envolver profissionais devidamente habilitados e que assumam a responsabilidade técnica. Profissionais habilitados também podem ser necessários para operação.

A Anotação da Responsabilidade Técnica – ART pela elaboração do projeto, ou pela operação da unidade industrial, foi instituída pela Lei Federal nº 6.496/77. Ela deve ser feita por profissionais devidamente habilitados, junto aos órgãos competentes, como o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA, ou outros Conselhos. Trata-se de um requisito legal, conforme Resolução CONFEA Nº 361/91.

Constituição da Empresa

Em se tratando de uma nova empresa, é importante lembrar a necessidade da sua constituição, ou seja, criação da pessoa jurídica ou sociedade. Esta pessoa jurídica deve ser registrada nos diversos órgãos federais, estaduais e municipais.

Especificamente no caso de uma indústria florestal, existe também a necessidade de registro no IBAMA e/ou em órgão ambiental do estado. Outros registros também podem ser necessários, por exemplo, para importação de bens, matérias-primas e insumos, ou para exportação.

Para a constituição e registro da sociedade, pode ser necessário o envolvimento de diversas categorias profissionais (engenheiro, advogado, contador e outros), tanto na preparação de uma série de documentos bem como no trâmite, e este processo pode ser longo (vários meses). Prever os custos e considerar os prazos requeridos para tramitação é importante para não afetar especialmente o cronograma de instalação e de operação da indústria.

Suprimento de Madeira

Não somente a sustentabilidade, mas também a comprovação de origem legal é importante quando se trata do suprimento de madeira, principal matéria-prima de projetos industriais florestais.

Existem diferenças quanto a exigências legais entre estados e

especialmente entre fontes de suprimento (nativa ou plantada). Portanto, é necessário conhecer a legislação que se aplica ao manejo florestal e ao suprimento de madeira e as particularidades aplicadas a fonte de suprimento e ao local/região previsto para a instalação da indústria.

Também neste caso devem ser tomadas iniciativas, com a devida antecedência, para garantir suprimento sustentável, competitivo e legal de madeira, mas também de outras matérias-primas e insumos importantes ao processo, sejam este suprimento próprio ou de terceiros.

Licenciamento Ambiental das Instalações Industriais

O licenciamento ambiental de um projeto florestal industrial pode ser um processo simples, mas também existem casos de maior complexidade. Por este motivo o processo pode ser dispendioso e demandar um tempo mais longo. A complexidade depende do tipo de indústria e seus potenciais impactos, das exigências definidas pelos órgãos ambientais, que no Brasil podem ser o IBAMA ou órgãos ambientais estaduais, como Secretarias Estaduais do Meio Ambiente.

Existem diferenças nas exigências entre estados da federação, e a complexidade do processo de licenciamento depende de diversas variáveis, incluindo o tipo de projeto, as matérias-primas envolvidas, os produtos, a localização, o impacto ambiental e social potencial decorrente da implantação e do processo industrial, da tecnologia industrial adotada e de outros fatores.



Tanto pelo prazo como pelos custos envolvidos, é necessária uma análise dos critérios e exigências a serem considerados para o licenciamento, identificando, já a partir da definição da tecnologia a ser adotada, do dimensionamento da produção e da definição da localização, as possíveis demandas, as exigências e implicações para o processo de licenciamento ambiental. Em especial devem ser identificadas as implicações tanto no cronograma como nos investimentos do projeto.

A Lei 6.938/81, que dispõe sobre Lei de Política Nacional de Meio Ambiente, introduziu o licenciamento ambiental.¹ O processo de licenciamento no Brasil é regulamentado pela Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Esta resolução estabelece em seu Art. 8º. que o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá três tipos de licenças ambientais, isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento.

Segundo a legislação vigente as licenças ambientais necessárias a um empreendimento industrial são:

(a) Licença Prévia – LP

Esta licença é normalmente solicitada e concedida na fase inicial do projeto, ou seja, na fase de planejamento do empreendimento ou atividade. Ela atesta a viabilidade ambiental e estabelece os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.

Para solicitação da LP é basicamente feita uma apresentação do projeto (normalmente do projeto básico) ao órgão ambiental. Com base em uma análise, o órgão ambiental emite a LP,

1 “A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do Sisnama, sem prejuízo de outras licenças exigíveis” (Art. 10, Lei 6.938/81)

definindo os requerimentos para a emissão da licença de instalação do empreendimento.

Nesta fase, em geral, o órgão ambiental define os Termos de Referência – TdR dos estudos a serem realizados para a obtenção da licença de instalação. O prazo requerido para emissão da LP é relativamente curto, dois a três meses, mas depende da regulamentação local, da estrutura do órgão ambiental, da complexidade e do impacto do projeto.

(b) Licença de Instalação – LI

A solicitação LI considera os TdR emitidos pelo órgão ambiental quando da emissão da LP. A LI autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.

Para a emissão da LI, dependendo do impacto do projeto, poderá ser exigido um Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA).² Somente após a aprovação deste estudo é emitida a licença de instalação.

A preparação e aprovação de EIA-RIMA, dependendo dos TdR definidos pelo órgão ambiental, pode ser longa, de um a dois anos, sendo neste caso necessária a realização de audiência pública, envolvendo também os atores afetados pelo projeto. O EIA-RIMA, além de avaliar os impactos do projeto industrial, tanto positivos como negativos, propõe medidas de mitigação e de compensação dos impactos gerados pelo projeto.

² Segundo o Art. 3º da Resolução Nº 237/97: “A licença ambiental para empreendimentos e atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio dependerá de prévio estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto sobre o meio ambiente (EIA/RIMA), ao qual dar-se-á publicidade, garantida a realização de audiências públicas, quando couber, de acordo com a regulamentação”.

(c) Licença de Operação – LO

A LO autoriza a entrada em operação da atividade ou empreendimento. Ela é emitida após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, considerando ainda as medidas de controle ambiental, de compensação e condicionantes determinadas para a operação.

A licença de operação deve ser solicitada com antecedência, e somente após a sua emissão pode ser dada a partida da unidade industrial. A emissão da LO depende basicamente do atendimento das condicionantes definidas nos estudos ambientais, podendo terem sido e definidas no EIA-RIMA.

Outorgas

Em alguns projetos é preciso obtenção de outorgas, que são licenças para o uso de recursos naturais, como a outorga de águas, necessária em grande quantidade em alguns empreendimentos industriais.

O processo de outorgas também pode ser relativamente longo, interferindo no cronograma de implantação do projeto e gerando custos adicionais. Por este motivo a necessidade de outorgas, e as suas implicações, devem ser analisadas com antecedência.

Algumas indústrias florestais podem ter um alto consumo de água, como a indústria de celulose. A outorga de direito de uso de recursos hídricos no Brasil é baseada na Lei nº 9.433 de 1997, que tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos a seu acesso. Para corpos d'água de domínio da União, a competência para conferir a outorga é prerrogativa da Agência Nacional de Águas – ANA.

Exigências Relativas à Segurança

Em geral, os projetos industriais florestais necessitam também de autorizações relacionadas à segurança e que também demandam esforço e tempo. No Brasil, para projetos industriais, existe a necessidade de preparação de um Projeto de Prevenção e Proteção Contra Incêndios – PPCI.

O PPCI tem como objetivo proteger a vida dos ocupantes, as edificações e outros ativos, através de ações que evitam a propagação do fogo e reduzem a incidência e os danos materiais causados em uma situação de incêndio. O PPCI é responsável pela adequação correta dos sistemas de combate ao fogo, como os equipamentos, extintores, reservas de água e estações de bombeamento, sinalizações e demais equipamentos para prevenção e proteção contra incêndio.

Este projeto tem padrões definidos, deve ser preparado por profissional especializado e devidamente habilitado, que assume e anota a responsabilidade técnica. O projeto é analisado e aprovado pelo Corpo de Bombeiros.

Capacitação/Qualificação Técnica

A capacitação da mão de obra para atender uma determinada demanda de qualificação técnica é fundamental para melhorar a produtividade e ganhar competitividade nas diversas fases das operações industriais.

No entanto, existem também casos em que exigências legais específicas demandam qualificação técnica para exercerem determinada atividade na operação industrial. Na indústria florestal, um dos exemplos mais frequentes é o operador de caldeira. Se não existirem operadores qualificados e habilitados disponíveis na região, é normalmente necessário buscar forma de capacitar e habilitar antes da partida, o que requer um determinado prazo.

Alvará de Construção e Funcionamento

Uma das exigências dos governos municipais são os alvarás de construção e o de funcionamento. O alvará de construção depende da aprovação de projetos básicos do empreendimento, normalmente denominados de “**projetos legais**”, junto à prefeitura. A análise e aprovação é feita por profissionais do governo municipal, que consideram as particularidades do projeto, a legislação aplicável do município e também de outros aspectos, como a localização do empreendimento.

Em um projeto industrial, a localização é um fator importante. Na fase de definição da microlocalização, deve ser analisado o zoneamento,

definido pelo município, para identificar se existem eventuais limitações à instalação e operação da unidade industrial projetada. Concluída a implantação antes da partida, é necessário obter junto ao governo municipal o alvará de funcionamento para a unidade industrial.

[CAPÍTULO 5]

ANÁLISE DE VIABILIDADE

A análise de viabilidade fornece aos potenciais investidores, e também aos financiadores, as informações requeridas para decidir sobre implantar/financiar ou não o empreendimento.

A análise de viabilidade analisa em detalhes especialmente os aspectos econômicos e financeiros do projeto. No entanto, outros aspectos, incluindo os relacionados aos componentes técnicos, socioeconômicos, legais e ambientais também devem ser levados em conta. Cada um desses aspectos pode ser determinante para a decisão de investir.

Mesmo que diversos aspectos devam ser considerados na análise de viabilidade de um empreendimento, o retorno do investimento e os riscos financeiros e econômicos associados são, em geral, considerados para a maioria dos projetos como os principais critérios de decisão.

Uma primeira avaliação da viabilidade econômica e financeira do projeto é feita na fase de preparação do projeto conceitual (pré-viabilidade). Na realidade, somente os projetos que forem identificados como atrativos, na análise da pré-viabilidade, deverão ser considerados para avançar para a fase de projeto básico.

O comprometimento de longo prazo é a transformação dos recursos (capital próprio, investimentos de terceiros ou empréstimos) em ativos produtivos, e são representados principalmente por investimentos fixos e capital de giro.

Do ponto de vista econômico e financeiro, um investimento pode ser definido como o comprometimento de longo prazo de recursos econômicos, com o objetivo de produzir e obter ganhos líquidos no futuro. (Behrens e Hawranek, 1991)

O retorno do capital investido em um projeto industrial é o principal critério de decisão, mas, como já mencionado, não o único. Existe, uma lista de questões importantes além da análise econômica e financeira e que envolve aspectos técnicos, legais, sociais e ambientais do projeto.

Entre estas questões relevantes a serem respondidas, mencionam-se as relacionadas aos seguintes aspectos:

(a) Projeto

O projeto fará uso eficiente dos recursos financeiros alocados ou existem melhores alternativas de investimento?

(b) Investimento

O investimento previsto está dentro dos limites de disponibilidade de capital?

(c) Sensibilidade do Projeto

Qual a sensibilidade do projeto a variáveis-chave?

(d) Variáveis Críticas

As variáveis críticas que podem afetar o projeto foram corretamente identificadas e analisadas?

(e) Implicações Financeiras e Riscos

Quais as implicações financeiras dos riscos identificados?

(f) Projeções de Custos e Receitas

As projeções de custos e receitas são confiáveis?

(g) Alinhamento com Estratégia

O investimento proposto está alinhado com a estratégia da empresa ou do investidor?

Este capítulo apresenta os elementos essenciais para uma análise da viabilidade, tendo como foco principal os componentes econômicos e financeiros e considerando as particularidades de projetos industriais florestais.

5.1 INVESTIMENTOS E FONTES DE FINANCIAMENTO

Na fase de projeto conceitual, a análise de pré-viabilidade econômica e financeira é baseada em uma primeira estimativa de investimento, de custos e de receitas. Na maioria dos casos, em uma primeira fase, são adotados alguns critérios simplistas como, por exemplo, o investimento baseado em uma única fonte de informação e os recursos necessários para o investimento baseados em capital próprio.

O projeto básico considera maior detalhamento da análise de viabilidade do empreendimento proposto, o que permite melhorar a estimativa de investimento, bem como os custos e as receitas. Também nesta fase, um maior detalhamento é necessário quanto a fonte de recursos.

Para estimar os investimentos, o projeto básico detalha as informações relativas às necessidades e especificações de máquinas e equipamentos, a área de terreno e suas características, dimensiona e qualifica as construções e instalações, estima a necessidade de ferramentas e outros itens. Também nesta fase são definidos outros parâmetros como estoques, e geradas estimativas de contas a receber e contas a pagar, informações requeridas para estimar o capital de giro.

O detalhamento e a qualidade destas informações permitem melhorar as estimativas de investimentos, que, juntamente com as informações de receitas e custos, são importantes para obtenção de indicadores de resultado econômico e financeiro mais precisos.

Adicionalmente, é necessário, nesta fase de projeto básico, melhorar a informação relativa a fontes de recursos, incluindo a participação do capital próprio, capital de terceiros, financiamento, crédito de fornecedores, subsídios ou outras formas de captação. A disponibilidade, o custo e as condições para acesso das diversas fontes de recurso têm implicação no fluxo de caixa e, portanto, nos indicadores econômicos e financeiros do projeto.

5.1.1 Investimentos

Os investimentos são formados por uma soma de desembolsos necessários para colocar o projeto apto a funcionar e incluem basicamente recursos necessários para:

- (a) Despesas pré-operacionais;
- (b) Ativos fixos;
- (c) Capital de giro.



A maior parte do investimento é realizada no período de implantação (ano zero). O capital de giro, por sua vez, é um aporte necessário até o momento em que o fluxo de caixa do projeto gere recursos suficientes para cobrir os gastos da operação. Seu valor pode aumentar em anos subsequentes como resultado do aumento da escala de produção.

Dependendo do projeto podem ser necessários reinvestimentos. Eles normalmente ocorrem alguns anos após a partida, ao longo da vida do projeto, e podem ser significantes. Estes reinvestimentos são associados, por exemplo, à substituição de equipamentos como prática de atualização tecnológica ou ajustes na linha de produção e devem ser considerados no fluxo de caixa.

É muito comum não considerar, ou considerar apenas em parte, os recursos necessários para capital de giro. Isto pode criar problemas sérios no fluxo de caixa do negócio, especialmente na fase inicial de operação.

Despesas Pré-operacionais

Em qualquer projeto existem diversos gastos que ocorrem antes da entrada em operação. Estes gastos são denominados como despesas pré-operacionais e são necessários para cobrir os custos relacionados a:

- (a) Estudos (suprimento, mercado, viabilidade e outros);
- (b) Preparação dos projetos (conceitual, básico e detalhado);
- (c) Licenciamento;

- (d) Regularização dos projetos e obras;
- (e) Capacitação da mão de obra;
- (f) Registro da empresa;
- (g) *Marketing* pré-operacional;
- (h) Seguros e juros na fase de construção;
- (i) Comissionamento e testes de performance;
- (j) Contratação de serviços e instalações provisórias;
- (k) Outras.

O desembolso total com estes itens necessita ser estimado e apropriado como despesas pré-operacionais do projeto. Para estimar estes investimentos, é necessária experiência do investidor e da equipe do projeto, mas, em geral, é importante consultar e obter cotação com especialistas e/ou empresas de engenharia e consultoria.

Ativo Fixo

O projeto básico define com maior precisão a área necessária à implantação do projeto, as construções, máquinas e equipamentos, bem como as instalações principais necessárias ao empreendimento. Estas informações, juntamente com cotações de fornecedores de bens e equipamentos, formam a base para quantificar os investimentos em ativo fixo.

Para alguns itens, as estimativas de investimentos, nesta fase de desenvolvimento (projeto básico), podem ser menos precisas, como é o caso de instalações elétricas, hidráulicas, pneumáticas e outras. Estes investimentos podem ser estimados com base em percentuais do investimento em máquinas e equipamentos e ainda considerar informações de projetos implantados no passado, informações de fornecedores e de empresas especializadas em projetos e instalações. O projeto executivo (detalhado) permite melhorar a estimativa de investimentos em ativo fixo, especialmente no caso dos investimentos em instalações.

Os investimentos em ativo fixo incluem vários componentes, que podem ser agrupados em:

- (a) Terreno, terraplanagem e preparação;
- (b) Acessos, estacionamentos e pátios;
- (c) Construções e outras obras;

- (d) Máquinas e equipamentos;
- (e) Acessórios;
- (f) Ferramentas;
- (g) Peças sobressalentes;
- (h) Instalações;
- (i) Itens incluídos nos investimentos e outros ativos não-circulantes (*royalties*, aquisição de patentes e outros).

Ao estimar os investimentos em ativos fixos, é necessário considerar também outros custos associados, especialmente a máquinas e equipamentos, incluindo embalagem, transporte, seguros, impostos, montagem e instalação, garantias, custos com testes de performance, partida assistida e outros.

Capital de Giro

O capital de giro é representado pela disponibilidade de recursos necessários em caixa para suprir os períodos em que a receita de vendas não cobre os custos da operação em função do acúmulo de estoques e diferenças entre os prazos de recebimentos adotados nas vendas e prazos obtido nas contas a pagar.

Em uma operação industrial é necessário garantir a disponibilidade de recursos (capital de giro) para adquirir matéria-prima e insumos necessários à produção e para realizar todos os demais pagamentos, incluindo funcionários, fornecedores de utilidades, materiais e outros (contas a pagar). As receitas, em geral, ocorrem posteriormente às necessidades de recursos, como resultado dos prazos de pagamento adotados nas vendas.

O conceito básico é de que a matéria-prima (adquirida no mercado) será transformada em produtos (estoques) que serão vendidos no mercado para gerar receita após um determinado prazo (contas a receber).

Uma metodologia para cálculo do capital de giro é mostrada de forma simplificada na tabela 8.

TABELA 8 – CÁLCULO DA NECESSIDADE DE CAPITAL DE GIRO EM OPERAÇÃO INDUSTRIAL

PARÂMETRO	DIAS	COEFICIENTE DE GIRO	VALOR (R\$/ano)
(+) Estoques (E) • Matéria-prima • Produtos em Processo • Produtos acabados	x	360/x	$E / (360/x)$ [1]
(+) Contas a receber (CR) • Vendas a prazo	y	360/y	$CR / (360/y)$ [2]
(-) Contas a pagar (CP) • Salários • Matéria-prima • Utilidades • Outros	z	360/z	$CP / (360/z)$ [3]
(=) NCG	--	--	[1] + [2] - [3]

FONTE: Behrens e Hawranek (1991). Adaptado pelo Autor.

Esta metodologia de cálculo considera a proposta de Behrens e Hawranek (1991) para estimar a necessidade de capital de giro (NCG), que compreende as seguintes fases:

- Definir uma **quantidade mínima de dias** para movimentação dos estoques, bem como os prazos de recebimentos e pagamentos.
- Calcular o “**coeficiente de giro**” de cada parâmetro do ativo e do passivo circulante, dividindo 360 (dias) pela quantidade mínima de dias determinada para cada aspecto analisado (estoques, contas a receber e a pagar).
- Dividir os valores totais de cada conta do ativo e do passivo circulante pelos seus respectivos “coeficientes de giro”.

É frequente que para cada parâmetro (estoques, contas a receber e contas a pagar) possam existir diferentes subitens, com quantidades mínimas de dias diferenciadas, e portanto, que devem ser considerados separadamente.

A consolidação do cálculo da NCG considera, na realidade, a diferença entre o ativo circulante (estoques e contas a receber) e o passivo circulante (contas a pagar). A Figura 23 apresenta, de forma simplificada, os principais componentes que deverão ser considerados para o cálculo do capital de giro.

FIGURA 23 – PRINCIPAIS COMPONENTES DO CÁLCULO DA NECESSIDADE DE CAPITAL DE GIRO EM OPERAÇÃO INDUSTRIAL



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Em um projeto industrial florestal, a maior demanda por capital de giro ocorre principalmente no início da operação. Na medida em que os estoques, contas a receber e contas a pagar aumentam com a escala de produção, o capital de giro também variará (aumentará).

Após os primeiros anos de operação, este investimento pode ser considerado como um recurso permanente em caixa, fazendo parte do patrimônio da empresa. Em projetos em que a produção é cíclica ou sazonal, podem ocorrer flutuações na necessidade de capital de giro, para mais e para menos, ao longo do tempo.

Investimento Total

Um exemplo simplificado de organização da informação relativa ao investimento total em um projeto florestal industrial, incluindo as despesas pré-operacionais, investimentos em ativos fixos e em capital de giro, é apresentado na tabela 9. Esta é basicamente a informação relativa a investimentos necessária para a análise econômica e financeira do projeto.

Embora o exemplo apresentado considere que o desenvolvimento do projeto e a implantação do empreendimento ocorrerão no “ano zero”, quando há maior desembolso (despesas pré-operacionais e aquisição de

ativos fixos), em projetos de maior investimento e complexidade estas atividades podem ocorrer em um período mais longo.

A demanda de capital de giro, no entanto, ocorrerá em geral no primeiro e no segundo ano de operação e deve considerar como base a curva de aprendizado. Caso a produção venha a aumentar nos anos subsequentes, como, por exemplo, seria o caso de novos ganhos de produtividade ou da introdução de um segundo turno, novos aportes de capital de giro poderão ser necessários.

TABELA 9 – EXEMPLO SIMPLIFICADO DA ESTIMATIVA DE INVESTIMENTOS TOTAIS (R\$ 1.000)

INVESTIMENTO	ANO 0	ANO 1	ANO 2	TOTAL
DESPESAS PRÉ-OPERACIONAIS				
Projeto	500	--	--	500
Licenciamento e Legalização	150	--	--	150
Gerenciamento das Obras	1.000	--	--	1.000
Treinamento e Partida	800	--	--	800
Subtotal	2.450	--	--	2.450
AQUISIÇÃO DE ATIVOS FIXOS				
Máquinas e Equipamentos	12.250	--	--	12.250
Terrenos e Obras	2.450	--	--	2.450
Construções	4.200	--	--	4.200
Instalações	2.250	--	--	2.250
Outros	800	--	--	800
Subtotal	21.950	--	--	21.950
CAPITAL DE GIRO	--	1.900	1.230	3.130
Subtotal	--	1.900	1.230	3.130
TOTAL	24.400	1.900	1.230	27.530

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

5.1.2 Fontes de Financiamento

Existem casos de investimentos em projetos industriais em que a única fonte de recursos considerada é a do investidor (capital próprio).

No entanto, os projetos de maior porte consideram normalmente, além do capital próprio, outras fontes de financiamento.

A seleção das fontes de financiamento é baseada em análise que considera diversas variáveis, incluindo o custo do capital (juros e encargos), as condições de financiamento (carência e prazo), a disponibilidade, possibilidade e facilidade de acesso, e outras.

Entre as fontes de recursos mais frequentes para o financiamento (“*fundings*”) de um projeto industrial estão:

- (a) Recursos próprios (do investidor);
- (b) Emissão de ações no mercado (*equity*);
- (c) Bancos comerciais;
- (d) Bancos de fomento e desenvolvimento nacionais;
- (e) Crédito de fornecedores;
- (f) Incentivos/subsídios;
- (g) Instituições e bancos de desenvolvimento internacionais;
- (h) Outras fontes.

Nos projetos industriais desenvolvidos no Brasil, a fonte preferida de recursos financeiros é normalmente um banco de fomento ou desenvolvimento nacionais e crédito de fornecedores. Estes bancos de fomento ou desenvolvimento têm como objetivo promover o desenvolvimento econômico e social do país ou de determinada região e normalmente ofertam linhas de créditos a juros menores que bancos comerciais, bem como prazos de carência e de pagamento mais longos.

No Brasil, entre os bancos de fomento e desenvolvimento estão o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Banco do Nordeste (BNB), o Banco da Amazônia (BASA) e o Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE). Existem ainda bancos e agências estaduais de fomento.

O acesso a estas linhas de crédito pode ser feito diretamente com o banco de fomento e/ou desenvolvimento (normalmente em projetos de grande porte) ou através de bancos comerciais, que atuam como repassadores das linhas de créditos.

As condições de financiamento (especialmente juros, carência e prazos) variam com o tipo de linha de crédito (financiamento de

máquinas, veículos, construções, capital de giro ou outros itens), tipo de empreendimento, valor, perfil do tomador do empréstimo, risco associado à operação e outras condições.

As empresas brasileiras podem ainda considerar o financiamento através de bancos de fomento e desenvolvimento internacionais que atuam na região, como o Banco de Desenvolvimento da América Latina (CAF), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), o Grupo Banco Mundial (WBG) composto pelo Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e Corporação Financeira Internacional (IFC), a Associação para o Desenvolvimento Internacional (IDA), entre outros.

Normalmente, o acesso ao financiamento de um banco, ou outra agência de financiamento, requer a preparação de um projeto cuja estrutura e informações seguem padrões definidos pelo agente financeiro.

Geralmente a solicitação inicial de financiamento deve conter informações cadastrais (do investidor), descrição das garantias ofertadas, informações técnicas, financeiras e econômicas gerais sobre o empreendimento. O objetivo é fornecer subsídios para uma análise inicial e verificação de elegibilidade e enquadramento. Em uma fase posterior ao enquadramento, são encaminhados mais detalhes sobre o projeto e documentos complementares do investidor, para uma avaliação mais aprofundada.

Existem casos em que o projeto básico é suficiente. No entanto, dependendo do agente financeiro, pode ser necessário inclusive um maior detalhamento. Além do projeto (básico ou detalhado) e dos documentos do investidor, é frequentemente necessária a apresentação de uma lista de bens que poderão ser ofertados como garantia.

Os créditos de fornecedores são mais comuns no caso de importação de equipamentos (embora possa também ser uma prática de fornecedores nacionais). No caso de fornecedor do exterior, as linhas de crédito ofertadas têm como finalidade facilitar as negociações e fazem parte dos programas de apoio à exportação de diversos países.

Em geral, na estruturação do *funding* de projetos industriais, as análises consideram diversas fontes de financiamento, selecionando as opções que melhoram a rentabilidade do projeto e reduzem os riscos.

Uma combinação clássica, adotada pela indústria florestal no Brasil, considera investimentos próprios, o financiamento através de linha de crédito de um banco de desenvolvimento e ainda créditos de fornecedores.

Para análise e definição das fontes de financiamento do projeto, é importante ter informações sobre os detalhes de cada alternativa, incluindo:

- (a) Limites de financiamento;
- (b) Taxas de juros e encargos;
- (c) Impostos incidentes;
- (d) Período de carência;
- (e) Prazos de pagamentos;
- (f) Forma de pagamento;
- (g) Documentação necessária;
- (h) Garantias requeridas;
- (i) Outras exigências.

A análise das condições de financiamento deve considerar basicamente o custo efetivo total do capital (juros, taxas, comissões, impostos e outros), a acessibilidade ao recurso, o prazo necessário para a liberação, a documentação requerida, as garantias exigidas, o impacto no fluxo de caixa e na rentabilidade do projeto, e os riscos associados.

5.2 INCENTIVOS E SUBSÍDIOS

Os incentivos e subsídios diretos e indiretos aplicáveis aos projetos industriais podem ter impactos positivos relevantes na rentabilidade e, portanto, merecem ser analisados com atenção. Estes incentivos e subsídios são normalmente relacionados a programas de desenvolvimento econômicos e sociais, de abrangência nacional, regional ou local, e podem ser estabelecidos pelo governo federal, estadual ou municipal.

Em geral, o impacto de programas de incentivos e de subsídios na rentabilidade do projeto é significativo. Portanto, identificar estes programas, analisar a aplicabilidade ao projeto e avaliar os

impactos nos investimentos, nos custos de operação e no retorno do capital é importante.

Exemplos clássicos de programas de incentivo e de subsídios adotados no Brasil para o estabelecimento ou ampliação de indústrias florestais e que podem afetar significativamente os investimentos, custos e o retorno do negócio são:

- (a) Isenção de impostos
Incluindo isenção de impostos de importação, impostos locais (IPTU e ISS) e impostos sobre os investimentos em ativos fixos (ICMS, IPI PIS e COFINS), e outros;
- (b) Subsídios diretos
São subsídios que afetam os investimentos em projetos industriais representados, por exemplo, pela doação de terrenos, estabelecimento de obras de infraestrutura, terraplanagem, estruturas para o fornecimento de utilidades, construção de acessos ao “*site*” industrial, entre outros;
- (c) Tarifas diferenciadas
Representado por reduções, temporárias ou permanentes, no custo de tarifas de utilidades, como energia elétrica e água;
- (d) Redução ou postergação de impostos
Envolvendo a redução ou postergação do pagamento de impostos incidentes sobre os produtos comercializados (receita) e sobre o lucro (ICMS, PIS, COFINS, ISS, CSLL e IR);
- (e) Subsídios para matéria-prima
Incluindo subsídios à formação de base florestal (plantios) para atender a demanda de matéria-prima (programas de fomento de grandes indústrias consumidoras de madeira em tora que subsidiam insumos para pequenos produtores rurais) ou a redução/postergação do pagamento de impostos incidentes sobre a matéria-prima e sobre a logística de suprimento ou distribuição;
- (f) Capacitação
Apoio na capacitação/formação de quadros especializados de pessoal e outros, incluindo, por exemplo, o apoio de organizações

oficiais de ensino ou organizações do Sistema S (Senai, Sebrae e outras);

(g) Desenvolvimento de mercado

Subsídios, incentivos ou financiamento para levantamentos, estudos e desenvolvimento de mercados.

Além da análise dos programas de incentivos e subsídios existentes, e de seus regulamentos para identificar a aplicabilidade, é importante levar adiante um processo de negociação com órgãos governamentais e outros envolvidos.

Os incentivos e subsídios podem afetar tanto os investimentos como os custos, impactando diretamente na rentabilidade do projeto e, portanto, devem ser considerados na análise da viabilidade do negócio e especialmente na definição da macrolocalização do empreendimento.

5.3 CUSTOS

Nesta fase de desenvolvimento do projeto, todos os componentes de custo devem ser identificados e estimados de forma mais precisa. Isto é possível pois o projeto básico permite apurar as estimativas de custos, assim como de investimentos, de produção e de receita com melhor acuidade. Informações mais precisas são, na realidade, necessárias à análise econômica e financeira final do empreendimento.

Com base no projeto básico, a análise de viabilidade deve ser mais precisa. Ela envolve uma análise detalhada da estrutura de custo e uma identificação dos fatores críticos. Adicionalmente, uma comparação dos custos obtidos com os de projetos similares (*benchmarking*) é aconselhável para aferir a acuidade das informações.

Os custos podem ser calculados para o volume total anual de produção da unidade industrial, mas, em determinados casos, pode ser necessário maior detalhamento, desagregando o custo por tipo de produto.

Este aprofundamento pode ser importante em determinados tipos de indústria florestal para a definição do *mix* de produção, ou seja, para a seleção do tipo de produto principal ou conjunto de produtos de melhor rentabilidade para o projeto.

Existem várias formas de agrupar os custos. Eles podem ser agrupados considerando, por exemplo, custos de produção, administrativos, de depreciação, financeiros e de vendas. Na análise do desempenho industrial, os custos podem ser ainda agrupados em custo do produto acabado e custo do produto vendido.

Uma forma de agrupamento de custos, comumente adotada na análise de viabilidade econômica e financeira de projetos, considera o agrupamento inicial em: custos fixos e custos variáveis.

Agrupar os custos em fixos e variáveis permite obter indicadores importantes para uma análise de riscos do empreendimento, como o Ponto de Equilíbrio (PE). A maior parte das informações para compor os custos fixos e variáveis é gerada na fase de projeto básico.

5.3.1 Custos Fixos

Os custos fixos são aqueles que, em princípio, não variam com a escala da produção. Estes custos incluem, por exemplo, a mão de obra, aluguéis, seguros, depreciação, assessorias e serviços permanentes (como segurança e contabilidade) e outros. Uma forma prática de se identificar um custo como fixo é imaginar que, caso o empreendimento tenha produção “zero”, tais custos ocorrerão na sua totalidade e deverão ser honrados. Ou seja, os custos fixos independem da produção.

A tabela 10 apresenta um exemplo simplificado da forma de organizar os componentes relativos aos custos fixos para a análise econômica e financeira do projeto.

TABELA 10 – CUSTOS FIXOS DO PROJETO INDUSTRIAL (R\$1.000)

ITEM	R\$/ANO
Mão de obra
a) Administrativa
b) Produção
Aluguel
Seguros
Serviços especializados
Outros
TOTAL

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Alguns custos considerados normalmente como variáveis, dependendo do tipo de contratação, podem se tornar custos fixos. Por exemplo, os custos de comunicação ou utilidades, contratados a preços acordados, com base em determinado nível de demanda (como é o caso de energia elétrica) ou por um determinado período, podem ser considerados como custos fixos, uma vez que não estão diretamente ligados à escala de produção.

Por outro lado, podem existir custos fixos que, dependendo da modalidade de contratação, podem se tornar, pelo menos em parte, variáveis, como o caso do pagamento de pessoal com base na produtividade (pagamento de prêmios ou bônus baseados na produção).

5.3.2 Custos Variáveis

Os custos variáveis são aqueles que se alteram conforme mudanças na escala de produção, ou seja, a sua demanda aumenta com o incremento na produção. Eles incluem, por exemplo, os custos de matéria-prima, de insumos e fretes, de energia elétrica e outras utilidades, de manutenção, de combustíveis, de embalagem, os custos de vendas (comissões e impostos) e outros.

A exemplo do apresentado para custos fixos, existem determinados custos variáveis que podem ser considerados, pelo menos em parte, como fixos. Um dos exemplos é o custo de manutenção. Se o projeto considerar uma estrutura interna de manutenção, os salários, encargos e benefícios da equipe deveriam ser considerados como custos fixos.

A tabela 11 apresenta um modelo genérico de organização da informação relacionada aos custos variáveis de uma indústria florestal.

TABELA 11 – CUSTOS VARIÁVEIS DO PROJETO INDUSTRIAL (R\$1.000)

ITEM	R\$/ANO			
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4 EM DIANTE
Matéria-Prima
Insumos
Embalagens
Fretes
Manutenção
Comunicação
Energia Elétrica
Água
Custos de Vendas
a) Impostos
b) Comissões
Outros
TOTAL

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Como a produção tende a aumentar na fase inicial, em função de ajustes na linha e ganhos de produtividade (curva de aprendizagem), é necessário considerar uma série histórica dos custos variáveis para a composição do fluxo de caixa.

5.3.3 Custos Totais

Os custos totais são uma soma dos custos fixos e variáveis no tempo. A tabela 12 apresenta um exemplo de organização da síntese dos custos totais distribuída por ano. Ela servirá como base para a preparação do fluxo de caixa necessário para a análise de viabilidade do projeto.

TABELA 12 – CUSTOS TOTAIS DO PROJETO INDUSTRIAL (R\$ 1.000)

ITEM	ANO			
	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4 EM DIANTE
Custos Fixos
Custos Variáveis
CUSTO TOTAL

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

5.4 RECEITAS

A projeção das receitas é baseada no programa de produção física, considerando o volume de vendas e a expectativa de preço de venda dos diversos produtos (cujas informações são obtidas no estudo de mercado). O programa de produção, definido no projeto básico, considera o dimensionamento (capacidade de produção), tipos de produto e ainda a curva de aprendizagem.

A evolução da produção depende das necessidades de ajustes e da curva de aprendizagem. Como mencionado anteriormente, a evolução dos ganhos de produtividade depende do grau de complexidade do projeto, dos produtos, do tipo de equipamento, da qualidade da mão de obra e outras variáveis.

É normal que a produção nos primeiros meses de operação seja menor que a capacidade instalada. Em média, pode-se afirmar que a fase de ajustes e a curva de aprendizagem na indústria florestal são de pelo menos um ano, com a produção atingindo a capacidade instalada plena durante o segundo ano de operação.

Um exemplo de projeção de receitas, considerando o projeto básico típico de uma serraria, é apresentado na tabela 13. Esta projeção considera o programa de produção definido em função da fase de ajustes e da curva de aprendizagem, os produtos e os preços obtidos no estudo de mercado.

A projeção apresentada considera as receitas geradas pela venda de uma serraria, envolvendo os produtos principais (madeira serrada de diferentes tipos e classes de qualidade) e os produtos secundários (resíduos/ biomassa), ao longo dos anos (Base Tabela 7).

TABELA 13 – PROJEÇÃO DE RECEITAS DE UM PROJETO DE SERRARIA

PRODUTO	UNIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	RECEITAS (R\$ 1.000)			
			ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4 E DE MAIS
Madeira Serrada Seca - 1. ^a	m ³	700,00	2.310	3.990	4.515	4.970
Madeira Serrada Seca - 2. ^a		450,00	2.970	5.130	5.805	6.390
Madeira Curta Verde		300,00	330	570	645	705
SUB-TOTAL SERRADOS			5.610	9.690	10.965	12.065
Biomassa para Energia	ton	70,00	560	1.008	1.120	1.271
SUB-TOTAL BIOMASSA			560	1.008	1.120	1.271
TOTAL			6.170	10.698	12.085	13.336

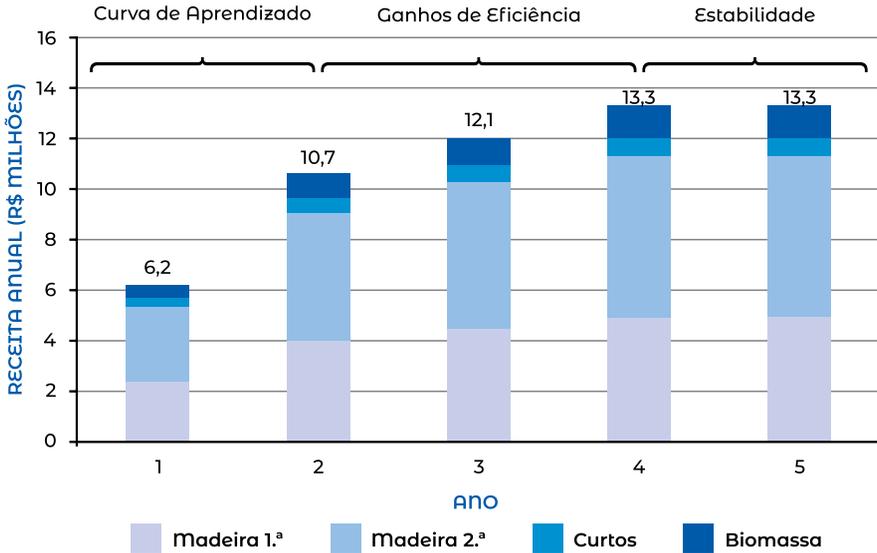
FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

O efeito da fase de ajustes na fase inicial da operação industrial, e que inclui também a curva de aprendizado na evolução da receita do projeto, pode ser melhor observado na figura 24.

O aumento da receita resultante de ganhos na produção, que ocorre basicamente no primeiro e segundo ano, é devido a aumentos na produtividade em função de ajustes e da curva de aprendizagem. Ganhos nos anos subsequentes, a partir do segundo ano, também são frequentes

em projetos industriais e são resultados de novos ganhos de eficiência, com novos aumentos na produtividade.

FIGURA 24 – EFEITO DA CURVA DE APRENDIZAGEM NA EVOLUÇÃO DA RECEITA DO PROJETO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Geralmente, após o terceiro ou quarto ano de operação, a produção em uma unidade industrial florestal se torna relativamente estável, com menores flutuações. Pode, no entanto, existir projetos em que novos aumentos na produção sejam esperados nos anos subseqüentes, resultado da adoção de novos turnos de operação.

5.5 FLUXO DE CAIXA

Como mencionado anteriormente, um investimento pode ser definido como um comprometimento atual de recursos econômicos por um período (muitas vezes de longo prazo), com o objetivo de produzir e gerar ganhos futuros (Behrens & Hawranek, 1991).

Os métodos convencionais de análise econômica e financeira de investimentos consideram essencialmente uma avaliação da expectativa de lucro *versus* o capital investido (retorno sobre o investimento). A análise econômica e financeira deve considerar um determinado horizonte de planejamento e, para tal, é necessário preparar um fluxo de caixa.

No caso da maioria dos projetos industriais florestais, o horizonte de planejamento considerado é, em geral, de 15 ou 20 anos. No entanto, existem projetos industriais florestais de capital mais intensivo, como uma fábrica de celulose ou de painéis reconstituídos. Neste caso, o horizonte de análise deve ser mais longo, podendo ser de 30 anos ou mais.

O fluxo de caixa é preparado a partir das informações de entradas (aporte de capital e receitas) e saídas de caixa (investimentos e custos), geradas na fase de projeto conceitual e apuradas na fase do projeto básico. O fluxo de caixa é a base para a geração dos principais indicadores de resultado, necessários à análise do empreendimento.

A tabela 14 apresenta de forma simplificada uma estrutura que pode ser considerada na preparação do fluxo de caixa, característico para um projeto industrial florestal básico. No fluxo de caixa apresentado, considera-se o ano zero como o de implantação do empreendimento, mas como já mencionado, em projetos de maior porte ou complexidade, este prazo pode ser mais longo.

5.6 AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA

O conceito da análise econômica e financeira, incluindo a definição de seus principais indicadores, foi apresentado de forma sucinta na fase do projeto conceitual. Tanto na pré-viabilidade, conduzida na fase de projeto conceitual, como a análise mais aprofundada desenvolvida na fase do projeto básico, os indicadores são na sua grande maioria gerados com base na projeção do fluxo de caixa.

Os indicadores mais usuais na análise econômica e financeira de projetos industriais florestais são: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Ponto de Equilíbrio (PE) e o Período de

Retorno do Investimento (PRI). Estes indicadores são tratados em mais detalhes na sequência.

TABELA 14 – PROJEÇÃO DO FLUXO DE CAIXA DE EMPREENDIMENTO NA FASE DE PROJETO BÁSICO

ITEM	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3 E DEMAIS
ENTRADAS DE CAIXA				
• Capital Próprio			
• Financiamento			
• Crédito de Fornecedores			
• Vendas	
• Outras Receitas	
Total Entradas de Caixa
SAÍDAS DE CAIXA				
• Investimentos	
a) Desp. Pré-Operacionais			
b) Aquisição de Ativo Fixo			
c) Capital de Giro		
• Custos Fixos	
a) Mão de Obra	
b) Aluguel	
.....	
• Custos Variáveis	
a) Matéria-Prima	
b) Insumos	
c) Energia	
d) Custos de Venda	
.....	
Total Saídas de Caixa
SALDO DE CAIXA ANUAL
SALDO DE CAIXA ACUMULADO

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

5.6.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido – VPL, já apresentado anteriormente, é o valor presente do fluxo de caixa do empreendimento (saldo de caixa acumulado), deduzido a uma taxa de desconto, definida como a Taxa Mínima de Atratividade – TMA, definida em princípio pelo próprio investidor.

Para calcular o VPL, é necessário definir a taxa de desconto, ou seja, a Taxa Mínima de Atratividade – TMA. Ela representa basicamente o custo de oportunidade do capital investido. Ou seja, trata-se da taxa mínima que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento ou a taxa máxima que um tomador se propõe a pagar quando assume um financiamento.

O VPL representa o resultado (lucro ou prejuízo) do projeto no horizonte analisado traduzido na forma de valor atual, descontado considerando a TMA definida para a análise do projeto. Para interpretar de uma forma simplista, o resultado obtido para o VPL são consideradas três alternativas:

(a) VPL positivo

O investimento é rentável (gera maior benefício do que custo), sendo a taxa de retorno superior à TMA adotada;

(b) VPL zero

É, em princípio, indiferente ao investidor deixar seu capital aplicado no projeto ou em outro investimento na TMA adotada. O valor presente das entradas é igual ao valor presente das saídas de caixa. Ou seja, a taxa de retorno é igual à TMA;

(c) VPL negativo

O investimento não é considerado economicamente atrativo, pois o valor presente de seus custos supera o valor presente das receitas. Neste caso, a taxa de retorno do empreendimento está abaixo da TMA definida para o projeto.

O primeiro passo para o cálculo do VPL de um fluxo de caixa é a definição da taxa mínima de atratividade (TMA), a qual passa a ser considerada como taxa de desconto adotada para a análise.



Normalmente, para definição da TMA, são considerados três componentes básicos, quais sejam:

(a) Custo de oportunidade

Remuneração obtida em alternativas que não a analisada, ou seja, é o valor de outras oportunidades de investimento no mercado que em geral seriam de menor risco e/ou baixo esforço, como caderneta de poupança, taxa básica de juros- SELIC, fundo de investimento ou outro;

(b) Risco do negócio

O risco do negócio envolve situações adversas (conhecidas ou não) que podem comprometer o resultado esperado. Neste caso, o investidor espera obter um ganho adicional que remunere o risco inerente à aplicação de seu capital no projeto. Portanto, quanto maior o risco, maior a remuneração (TMA) esperada;

(c) Liquidez

Capacidade ou velocidade em que se pode transformar o capital investido em dinheiro em espécie (sem perda significativa de valor), possibilitando a rápida saída de uma posição no mercado (do investimento) para assumir outra posição.

A TMA é considerada pessoal e intransferível, pois a propensão ao risco varia entre empreendimentos, podendo ser influenciada pela percepção dos investidores ou ainda pode variar durante o tempo.

Uma das alternativas para determinar a TMA é o método *Capital Asset Pricing Model* – CAPM. Este método é amplamente utilizado no mercado para análise do custo de oportunidade do capital próprio e em processos de avaliação de ativos.

O CAPM está alinhado com a Norma NBR 14.653 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, com o Comitê de Pronunciamentos Contábeis do Brasil – CPC e às Normas Internacionais de Contabilidade (IFRS – *International Financial Reporting Standards*).

Segundo Pindyck & Rubinfeld (2002), a equação clássica para a determinação da TMA pelo CAPM é dada por:

$$R_c = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

Sendo:

R_c = taxa de retorno esperada/taxa de desconto;

R_f = taxa livre de risco;

β = coeficiente Beta (o retorno de um ativo em relação ao retorno geral de mercado);

R_m = retorno esperado do mercado acionário.

Para ajustar a taxa de retorno esperada de um determinado negócio, considera-se adicionalmente um prêmio de risco. O prêmio de risco é a taxa que um investidor exige para assumir o risco ou a taxa que aquele que tem aversão ao risco pagaria para evitar assumi-lo.

Considerando o prêmio de risco, a equação anterior passa a ser:

$$R_c = [R_f + \beta * (R_m - R_f)] + P_r$$

Sendo:

P_r : o prêmio de risco.

Outros métodos podem ser adotados para determinar a TMA, com adaptações no CAPM, como o Custo Médio Ponderado do Capital (também conhecido como WACC- *Weighted Average Capital Cost*), utilizado quando há capital de terceiros no projeto, entre outros.

É importante ainda determinar se a análise será em termos nominais ou reais. Um fluxo de caixa é real quando não se adicionam os efeitos inflacionários, ou seja, desconsidera-se a inflação igual para um determinado período futuro, tanto para os custos como para as receitas, obtendo-se uma taxa real (sem considerar a inflação).

Para transformar uma taxa de desconto real para nominal, adiciona-se a inflação esperada, considerando-se a equação apresentada a seguir (Marion, 2014):

$$\text{TMA real} = [(1 + R_c) / (1 + \pi)] - 1$$

Sendo:

π : a inflação esperada

Neste caso, para o cálculo do VPL, utiliza-se a equação adaptada de Behrens & Hawranek, (1991), qual seja:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

Onde:

VPL : Valor presente líquido;

FC : fluxo de caixa gerado nos anos 1, 2... n;

i : taxa de desconto (TMA);

t = período (ex. ano 1, 2... n);

n = duração do horizonte de análise.

Como exemplo de aplicação, em um fluxo de caixa com 5 anos, a equação para determinação do VPL seria:

$$VPL = -FC_0 + \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \frac{FC_3}{(1+i)^3} + \frac{FC_4}{(1+i)^4} + \frac{FC_5}{(1+i)^5}$$

O FC_0 , via de regra, é negativo, referindo-se ao ano do investimento inicial ou da implantação do projeto. Por já estar na data presente (ano “0”), o mesmo não é descontado pela TMA. Matematicamente, o denominador neste caso é elevado a zero, o que o torna igual a 1. Por isso, o valor absoluto do numerador permanece inalterado nesta parte da equação.

Os fluxos dos anos posteriores são descontados à TMA elevada pelo número de anos. Assim, quanto mais distante está um valor do fluxo de caixa do primeiro ano, maior o desconto que ele recebe. Por isso, em um horizonte de planejamento de longo prazo (por exemplo, 50 anos), os fluxos dos últimos anos, descontados, tendem a zero. Desta forma, na prática, não interferem no resultado do VPL.

5.6.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

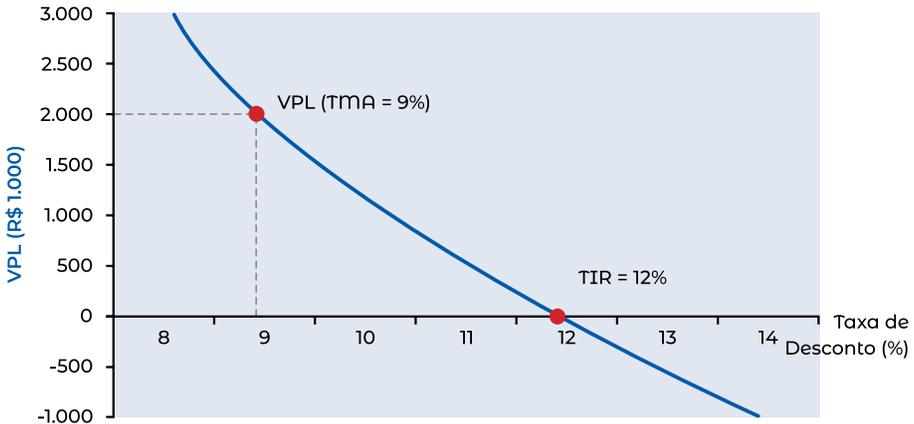
A Taxa Interna de Retorno – TIR, também já tratada anteriormente, é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que o valor total das despesas, trazido a valor presente, seja igual ao valor da receita total do projeto, também trazido ao valor presente. Ou seja, é a taxa de desconto que resulta em um Valor Presente Líquido-VPL igual a zero.

Portanto, considera-se genericamente que, quanto mais alta a TIR, mais atrativo é o investimento. Por outro lado, o limite inferior, ou seja, a mínima TIR aceitável para considerar o negócio como atrativo, é a TMA.

Uma ilustração da relação entre a TIR e o VPL é apresentada na figura 25. Nesta figura é mostrado um projeto que tem uma Taxa Interna de Retorno- TIR acima da Taxa Mínima de Atratividade – TMA definida

pelo investidor (estabelecida neste exemplo em 9%). Como mostrado, o Valor Presente Líquido- VPL é zero quando uma taxa de desconto de 12% é considerada, e este é o valor da TIR do projeto.

FIGURA 25 – VALOR PRESENTE LÍQUIDO E TAXA INTERNA DE RETORNO DE PROJETO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

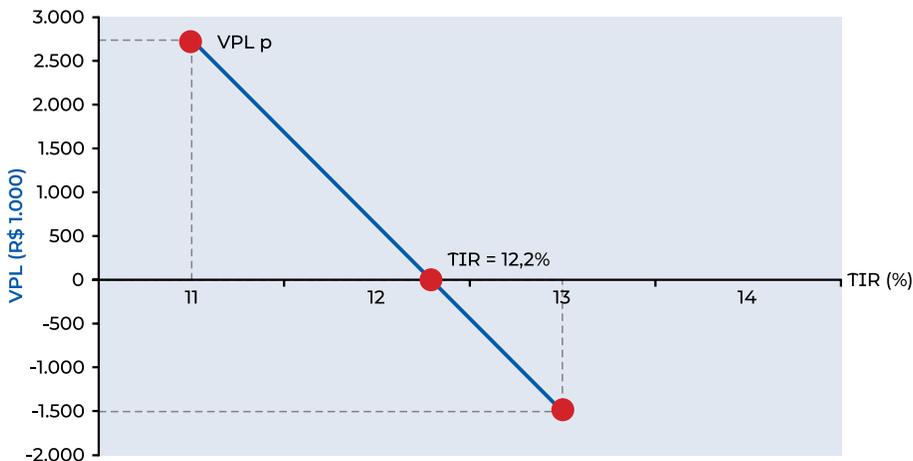
Na equação para obtenção do VPL, apresentada anteriormente, a TIR refere-se, portanto, à taxa “i” que zera o resultado, como mostrado na equação apresentada a seguir:

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} = zero \rightarrow (i = TIR)$$

Uma forma simplista para determinar a TIR é o método de tentativa e erro para tornar a equação acima verdadeira. No entanto, atualmente são utilizadas ferramentas computacionais (planilhas eletrônicas) e calculadoras financeiras, o que facilita o cálculo.

Outra alternativa para definir a TIR é através de interpolação gráfica, o que é mostrado na Figura 26.

FIGURA 26 – TIR OBTIDA ATRAVÉS DE INTERPOLAÇÃO GRÁFICA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Neste caso hipotético, para fins de interpolação gráfica, simulou-se uma taxa de desconto “ $i_1 = 11\%$ ”, que resulta em VPL positivo (VPL_p), e uma taxa “ $i_2 = 13\%$ ”, que resulta em VPL negativo (VPL_N). A simulação demonstra, através do gráfico, que a TIR do projeto está entre 11% e 13%, ou seja, com base na interpolação gráfica a TIR neste exemplo é 12,2%.

Pode-se também determinar a TIR usando as propriedades entre triângulos (T) semelhantes no gráfico, dada pela relação apresentada a seguir:

$$\frac{Base_{Tmenor}}{Altura_{Tmenor}} = \frac{Base_{Tmaior}}{Altura_{Tmaior}} \Rightarrow \frac{x}{VPL_p - 0} = \frac{VPL_p - VPL_N}{i_2 - i_1}$$

Nesta opção obtém-se o valor da base do triângulo menor ($x = Base_{Tmenor}$), que termina na reta que corta a linha de VPL zero, sendo esta a diferença entre “ i_1 ” e “ x ” (Souza & Clemente, 2008).

Com base nesta relação, pode-se traduzir a sentença em termos financeiros para obter a TIR diretamente com a seguinte equação:

$$TIR = i_1 + \left[VPL_P \left(\frac{i_2 - i_1}{VPL_P - VPL_N} \right) \right]$$

Onde:

TIR : Taxa interna de retorno;

i_1 = Taxa de desconto simulada para obter um VPL positivo;

i_2 = Taxa de desconto simulada para obter um VPL negativo;

VPL_P : Valor Presente Líquido Positivo a uma taxa de desconto i_1 ;

VPL_N : Valor Presente Líquido Negativo a uma taxa de desconto i_2 .

5.6.3 Ponto de Equilíbrio (PE)

O Ponto de Equilíbrio – PE, também chamado de ponto de nivelamento (ou, no termo em inglês, *break-even point*), é um importante indicador principalmente na análise de riscos de determinado empreendimento.

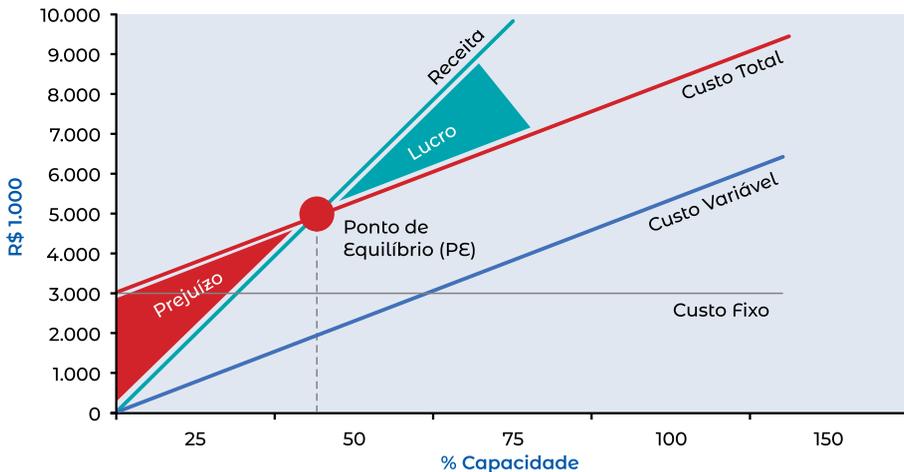
O PE reflete a capacidade de produção necessária, que pode ser quantificada, por exemplo, em porcentagem da capacidade de produção prevista para o empreendimento, para atingir o equilíbrio entre as receitas (entradas em caixa) e despesas (saídas de caixa).

As empresas que têm altos custos fixos têm PE mais alto e têm riscos associados ao negócio mais elevados. Quando o PE é elevado, no caso de uma queda de demanda, a redução da produção pode levar a perdas. O ponto de equilíbrio pode ser calculado utilizando a equação abaixo:

$$PE = \frac{\text{Custos fixos de produção}}{\text{Receitas} - \text{Custos Variáveis}} \times 100 (\%)$$

O PE pode também ser determinado graficamente. A figura 27 apresenta um gráfico desenvolvido para determinação do PE. No exemplo, considera-se uma situação típica de indústria florestal com baixos custos fixos, e o PE mostrado encontra-se abaixo de 50% da capacidade de produção.

FIGURA 27 – DETERMINAÇÃO GRÁFICA DO PONTO DE EQUILÍBRIO DE EMPREENDIMENTO



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

No caso de uma serraria, adotada como base nesta publicação para o desenvolvimento do projeto conceitual e básico, o PE é em geral baixo (30% a 50%). Isto significa que em determinadas situações (p. ex., adversidade de mercado com queda nas vendas), a indústria pode operar com uma produção reduzida e gerar caixa suficiente para manter sua operação equilibrada.

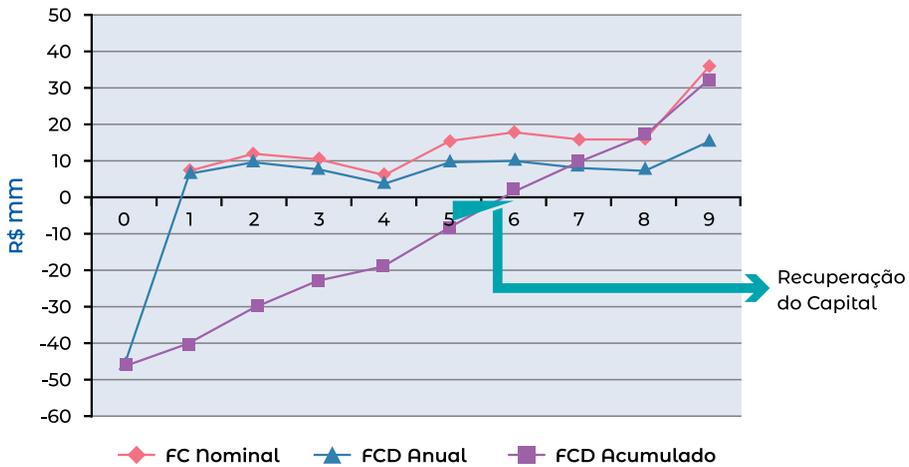
Existem, no entanto, investimentos em determinadas industriais florestais em que o PE pode chegar a valores mais altos (70% da produção, ou até mais), como seria o caso de uma fábrica de painéis reconstituídos ou de celulose. Neste caso, os custos fixos são elevados, especialmente devido aos altos investimentos associados ao empreendimento.

5.6.4 Período de Retorno do Investimento (PRI)

O Período de Retorno do Investimento – PRI, também conhecido em inglês como *payback*, expressa o tempo necessário para que o benefício líquido (resultado) gerado pelo projeto (a valor presente) supere o montante investido. Em princípio, quanto menor o tempo de recuperação, mais atrativo é o projeto e menor é o risco. Na medida em que o *payback* se aproxima do final do horizonte de planejamento, maior o risco financeiro (Souza e Clemente, 2008).

Para gerar este indicador, basta verificar em que período o fluxo de caixa descontado acumulado se torna positivo. A figura 28 ilustra, graficamente, a identificação do prazo de retorno do investimento de um projeto, que neste exemplo ocorre entre o quinto e sexto ano de operação.

FIGURA 28 – DEFINIÇÃO GRÁFICA DO PERÍODO DE RETORNO DO INVESTIMENTO DE EMPREENHIMENTO



Notas: FC = Fluxo de Caixa; FCD = Fluxo de Caixa Descontado.

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Para melhor precisar o PRI de um investimento, pode-se aplicar o mesmo exercício de interpolação gráfica dos triângulos semelhantes, como no caso apresentado anteriormente para cálculo da TIR.

A equação que traduz esta interpretação gráfica em termos financeiros é a seguinte:

$$PRI = t_N + \left(\frac{-FCDA_{t_N}}{FCDA_{t_p} - FCDA_{t_N}} \right)$$

Onde:

PRI : Período de Retorno do Investimento (*payback*);

t_N : Último período em que o FCD Acumulado está negativo;

t_p : Ano subsequente à recuperação do FCD Acumulado;

$FCDA_{t_N}$: Valor do fluxo de caixa descontado acumulado em t_N ;

$FCDA_{t_p}$: Valor do fluxo de caixa descontado acumulado em t_p .

Considerando o gráfico apresentado anteriormente (Figura 28), e aplicando a equação acima, sendo o $FCDA_{t_N}$ de -R\$ 8,8 milhões (no ano 5) e o $FCDA_{t_p}$ de R\$ 1,4 milhão (no ano 6), obtém-se um PRI para o investimento no empreendimento de 5,9 anos.

5.6.5 Análise de Riscos

O risco é definido como “*um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto tais como escopo, cronograma, custo e qualidade*” (PMI, 2013). O risco do projeto tem origem nas incertezas existentes em todos os projetos.

Os riscos de um projeto podem estar associados a vários fatores, e todos devem ser analisados em detalhes. Entre os riscos mais relevantes para indústria florestal mencionam-se:

- (a) Aspectos econômicos (custos e receitas);
- (b) Aspectos financeiros (investimentos);
- (c) Mudanças na legislação (tributária, trabalhista, ambiental e outras);
- (d) Mudanças na disponibilidade de matéria-prima (madeira) e insumos;
- (e) Disponibilidade local/regional atual e futura regional de outros fatores (mão de obra, energia e outros)
- (f) Desastres naturais/ambientais (inundações, vendavais, etc.);
- (g) Outros fatores.

Uma abordagem clássica adotada na análise de riscos, já anteriormente mencionada, pode contemplar as seguintes fases:

- (a) Identificação dos possíveis riscos associados ao projeto;
- (b) Análise da probabilidade dos riscos identificados ocorrerem;
- (c) Identificação dos potenciais impactos ao projeto;
- (d) Definição de medidas mitigadoras.

Embora a análise de riscos necessita envolver os vários fatores que possam afetar o projeto, a análise de riscos envolvendo aspectos econômicos e financeiros são quiçá os mais importantes, podendo ainda considerar diversos outros indicadores.

O Ponto de Equilíbrio (PE), mencionado anteriormente, é um indicador que pode ser considerado para uma primeira análise de riscos relacionada a aspectos econômicos e financeiros de uma indústria florestal. Via de regra, quanto mais alto for o PE, maior o risco associado ao projeto. Existem, no entanto, outros indicadores igualmente importantes, que podem ser considerados em uma análise de riscos envolvendo aspectos econômicos e financeiros e que tem implicações para o projeto.

Outra forma eficaz de proceder a análise de riscos econômicos e financeiros associados ao investimento é através da verificação do impacto no resultado de mudanças em premissas adotadas, decorrentes de cenários diferentes daqueles considerados no desenvolvimento do projeto. Esta análise pode ser feita através da avaliação do impacto destas mudanças na TIR, como já apresentado no capítulo 3, que trata do projeto conceitual.

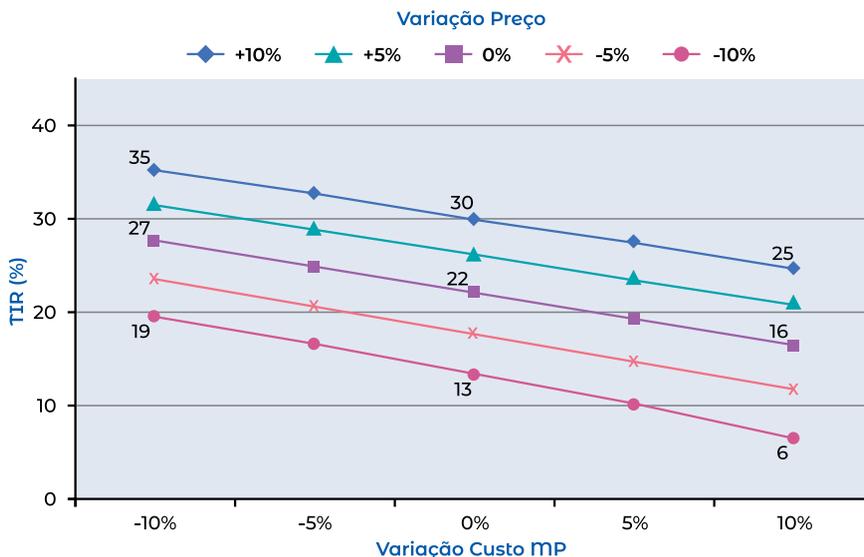
Tais mudanças podem se referir a variações nos custos (mão de obra, matéria-prima, energia etc.), nas receitas (preços, produtividade ou mudanças na taxa de câmbio no caso de projetos orientados ao mercado internacional), no investimento e em outros fatores considerados como base na preparação do fluxo de caixa.

Entre os fatores que têm forte influência na atratividade da maioria dos empreendimentos de base florestal, como anteriormente mencionado, estão as alterações no custo da matéria-prima (principalmente da madeira), que podem ser decorrentes de flutuações do preço de mercado ou da taxa de conversão, e variações no preço de venda dos produtos (receita). Por isso, estes componentes, que afetam diretamente os custos e a receita são

os mais utilizados para uma análise de sensibilidade.

Um exemplo do impacto de variações do custo da matéria-prima (MP) e do preço de venda dos produtos (afetando a receita) na taxa interna de retorno (TIR) é apresentado na Figura 29.

FIGURA 29 – SENSIBILIDADE DA TIR DO PROJETO AO CUSTO DA MATÉRIA-PRIMA E AO PREÇO DE VENDA



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

O exemplo apresentado mostra que a taxa interna de retorno do projeto é mais sensível à variação no preço de venda (receita) do que à alteração no custo da matéria-prima. Com uma redução no preço de venda de 10%, mantendo as demais variáveis constantes, a taxa interna de retorno é reduzida de 22% para 13%. Já um aumento do custo da matéria-prima na mesma proporção (10%), sem alterar outras variáveis, tem menor impacto na taxa interna de retorno, com uma redução de 22% para 16%.

Esta constatação indica, entre outros aspectos, que o projeto tem um maior risco associado a preços de mercado, variável que está fora do controle do investidor. Seria, neste caso, recomendado, por exemplo, um aprimoramento da informação sobre o mercado (aprofundar o estudo) antes de avançar com o investimento no projeto.

Uma alternativa para análise poderia ser uma avaliação da flutuação de preços dos produtos em um prazo mais longo, buscando identificar as razões associadas a estas oscilações no período. Poderia ser feita a identificação de variáveis que afetam os preços de produtos específicos e em qual proporção e analisar a probabilidade destas variáveis ocorrerem no futuro, bem como dos possíveis impactos. Esta análise poderia servir de base para definir possíveis alternativas para mitigar os impactos na rentabilidade do empreendimento.

Existem ainda outros fatores que podem ser avaliados quanto aos impactos na TIR do projeto. Entre eles está o investimento, o custo da mão de obra, custo de energia elétrica e outros. Caso algum destes fatores tenha impacto significativo no custo, é recomendável realizar uma análise mais detalhada do impacto das suas flutuações na TIR e a identificação de possíveis ações mitigadoras.

Alterações no projeto podem ser introduzidas após a análise de riscos. Para ilustrar, caso o impacto da flutuação do custo da mão de obra seja elevado no resultado financeiro e que a TIR seja pouco sensível a variações em investimentos, uma das decisões poderia ser aumentar o grau de mecanização e de automação (maior investimento), reduzindo a quantidade de mão de obra envolvida na operação.

[CAPÍTULO 6]

PROJETO DE ENGENHARIA DETALHADA

O projeto de engenharia detalhada, também conhecido como projeto executivo, é definido na lei 8.666/93 como um “*conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas da ABNT*” (Art. 6º).

O projeto detalhado é desenvolvido após ter sido identificado que o empreendimento em análise é viável, com base nas avaliações técnicas, econômicas e financeiras realizadas na fase da engenharia básica. Como resultado, em função da atratividade do negócio, o investidor decidiu implantar o projeto.

O objetivo do projeto executivo é definir e detalhar as soluções adotadas para o projeto, desenvolver desenhos técnicos, contendo vistas, cortes, detalhes e perspectivas, definir materiais, acessórios e outros elementos necessários à implantação.

Embora a equipe de projeto realize um esforço de criação a partir da elaboração do projeto conceitual, na fase de preparação do projeto detalhado é também necessário considerar a possibilidade de inovar ou criar novas soluções.

Na elaboração do projeto de executivo, melhorias no conceito original do projeto, com o objetivo de buscar a **melhor solução**, incluindo, por exemplo, novos materiais estruturais, elementos diferenciados de fixação, novos acabamentos, sistemas de montagem ou outros aspectos, são sempre desejáveis.

Como mencionado, o detalhamento de um projeto industrial é iniciado após a comprovação de viabilidade do empreendimento. Nesta

fase, pode exigir a definição final dos fornecedores principais, especialmente os de máquinas e equipamentos de maior porte. Estes componentes podem demandar, para sua instalação e operação, exigências ou requerimentos específicos na área civil (estruturas, bases, materiais ou outros elementos) que interferem no projeto civil e estrutural, bem como nos projetos elétricos, hidráulicos, pneumáticos e outros.

Existe a possibilidade de adotar uma sobreposição entre a preparação da engenharia detalhada e algumas das fases da implantação de um projeto. Esta sobreposição exige um maior esforço de coordenação, mas pode ser vantajosa, pois permite reduzir os custos e o prazo de implantação do projeto.

A preparação dos projetos detalhados envolve diversas áreas de conhecimento especializado da engenharia e, portanto, requer uma equipe de profissionais multidisciplinar. Em muitos casos, os fornecedores de máquinas e equipamentos podem apoiar com a disponibilização de desenhos e outros detalhes e que podem facilitar a preparação do projeto executivo.

O projeto detalhado deve disponibilizar para cada componente, desenhos técnicos, memoriais descritivos, memoriais de cálculo, orçamentação e quantificação de materiais, caderno de especificações técnicas, um cronograma físico-financeiro detalhado, entre outros componentes.

Na preparação do projeto detalhado, independente das disciplinas, devem ser considerados os seguintes aspectos comuns:

(a) Apoio a outras disciplinas

O apoio a outras disciplinas envolvidas no projeto é importante para discutir soluções, realizar ajustes, comentar documentos dessas outras disciplinas, visando à antecipação da **melhor solução**, que atenda o projeto como um todo em termos funcionais, econômicos e financeiros;

(b) Medição dos serviços

A forma de medição dos serviços deve ser feita de forma descritiva, definindo os critérios a serem empregados na medição, necessários

para a execução das obras, para o acompanhamento do progresso das obras e pagamento dos serviços contratados.

O serviço a ser medido é listado com detalhes, indicando sua respectiva unidade de medição, o qual indica o escopo de fornecimento de forma detalhada, abrangendo o fornecimento de insumos, mão de obra, consumíveis, a incidência de impostos, os testes necessários e outros;

(c) Memorial descritivo

Trata-se de documento na forma descritiva com dados relevantes do projeto, contemplando a descrição e justificativa das soluções propostas, informações empregadas no dimensionamento dos espaços e fluxos, materiais, estrutura, máquinas e outros elementos.

O memorial descritivo oferece uma visão geral do projeto, com o auxílio dos desenhos de referência. No documento deverá ser dada ênfase à infraestrutura de apoio, serviços e insumos necessários, e métodos construtivos;

(d) Especificações técnicas

As especificações técnicas definem o escopo e os critérios mínimos a serem observados pelos proponentes dos serviços relativos às obras prediais, de urbanismo, de paisagismo, de instalações e outros.

A finalidade das especificações técnicas é informar aos proponentes, especialmente na fase de *procurement* quanto aos requisitos técnicos para obter preços, prazos e demais condições de fornecimento e para possibilitar a avaliação da capacidade do fornecedor em atender os requisitos relacionados.

Os principais projetos a serem detalhados, no caso da indústria florestal, incluem o projeto arquitetônico, o estrutural e complementares, o mecânico, o elétrico, o de tubulações e de automação. Informações gerais sobre estes projetos detalhados são apresentados na sequência.

6.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico inclui uma série de projetos específicos e complementares que são necessários à implantação de obras. Eles formam uma base para o desenvolvimento dos demais projetos (estrutural, elétrico e outros). Por esta razão, o projeto arquitetônico é, normalmente, o primeiro a ser desenvolvido.

Um projeto arquitetônico industrial inclui o detalhamento para construção dos edifícios da instalação industrial, incluindo a área de processamento, de estocagem e armazenamento, oficinas, subestações e casas de equipamentos elétricos, casas de bombas, almoxarifados, laboratórios, edifícios auxiliares e administrativos, portarias, restaurantes e cantinas, banheiros, vestiários e outros.

O projeto arquitetônico deve incluir detalhes paisagísticos e compreende desenhos de plantas, seções e detalhes contendo as informações para a execução das obras relativas ao arruamento, cercas e proteções, arborizações e outros aspectos paisagísticos, placas de sinalizações e outros detalhes.

Com base nestes projetos, são preparadas listas de materiais, contendo informação sobre características e especificações, quantidades necessárias e, quando aplicável, devem ser apresentadas as memórias de cálculo.

Embora existam normas para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, em geral são adotados alguns critérios não baseados em condições normativas estritas, mas que representam a boa prática da engenharia.

Eles devem levar em consideração a necessidade de avaliar a disponibilidade de recursos no local de implantação e considerar aspectos relacionados ao conforto ambiental, a iluminação natural e ventilação de ambientes, facilidade construtiva e de montagem, visando a redução de investimentos, de custos operacionais e outros aspectos.

A arquitetura bioclimática é um exemplo de opção que procura atuar no sistema, interagindo com o meio ambiente, promovendo uma relação de preservação e proteção do meio ambiente. Ela busca, através de intervenções técnicas eficazes, utilizar as condições naturais de iluminação e ventilação, proporcionar proteção da

insolação excessiva e estancar cargas térmicas sob condições desfavoráveis, para que se realizem atividades com sensação de conforto sem necessidade da utilização de equipamentos artificiais, reduzindo os investimentos e os custos.

Como mencionado no projeto arquitetônico, é necessário contemplar aspectos relacionados ao local de implantação do empreendimento no terreno, analisando as implicações na definição de acessos e do arruamento, na planta da compartimentação dos ambientes, nos sistemas de cobertura e fechamentos, nos cortes transversais e longitudinais, nas fachadas, no detalhamento dos elementos construtivos (incluindo forro, esquadrias, piso, áreas molhadas e dos elementos de metal, madeira, cerâmica, vidro e outros materiais), no detalhamento de escadas e rampas, entre outros.

A documentação técnica elaborada no decorrer do projeto básico deverá ser tomada como referência e é eventualmente adequada para as definições adicionais a serem tomadas nesta etapa de detalhamento do projeto arquitetônico.

Os produtos básicos a serem entregues como parte do projeto arquitetônico detalhado incluem basicamente:

- (a) Plantas arquitetônicas detalhadas;
- (b) Arranjos gerais;
- (c) Planilha de quantidade e preços;
- (d) Critério de medição dos serviços;
- (e) Memorial descritivo;
- (f) Especificações de serviços adicionais;
- (g) Cronograma de implantação;
- (h) Apoio às demais disciplinas;
- (i) Requisitos técnicos.

Um projeto detalhado de arquitetura requer, se for o caso, a consolidação de um projeto básico de arquitetura, com a definição de todos os elementos e aspectos construtivos que compõem a edificação, sua localização, incluindo, como já mencionado, as áreas de uso paisagístico, vias de acesso, estacionamentos e áreas de circulação, entre outros elementos.



O projeto detalhado de arquitetura cobre ainda, entre outros, aspectos relacionados a especificação de acabamento de todos os ambientes e detalhes construtivos dos ambientes de maior complexidade, tais como cozinha, sanitários, laboratórios e outros. Deverá também apresentar a definição estrutural, a ser adotada em conjunto com os projetos de estrutura e demais especialidades, para permitir a compreensão de todos os elementos da obra ou serviços necessários à execução técnica e artística da edificação.

Adicionalmente, é importante que o projeto arquitetônico detalhado apresente informação para apoiar no desenvolvimento dos demais projetos, tais como de instalações elétricas e hidro sanitárias, terraplenagem, paisagístico e outros. O detalhamento envolve ainda o fornecimento de dados para a elaboração da planilha de quantidades, incluindo o levantamento de quantidades por unidade e o agrupamento dos quantitativos por área do empreendimento.

O registro pode ser feito em plantas para cada pavimento, planta da cobertura, fachadas de todos os lados da edificação, cortes e os detalhes necessários à execução da obra. Os desenhos em planta devem incluir as edificações, localizações de áreas de uso paisagístico, vias de acesso e circulação entre elas e apresentar a inter-relação entre as edificações de apoio e administrativas e as estruturas industriais, servindo de base para o desenvolvimento dos demais projetos complementares.

6.2 PROJETO ESTRUTURAL

O projeto estrutural forma um conjunto de projetos necessários para a definição de locação de estacas e blocos, tanto das construções como das bases para máquinas e equipamentos, definição da planta de cargas, considerando aspectos de geotecnia (estaqueamento e projeção de sapatas) e contenções. Adicionalmente, inclui projetos de estruturas de concreto com formas, armações e detalhes construtivos, locação de *inserts*, chumbadores e cargas nos apoios, projeto de estrutura metálica, montagem e fabricação.

Os produtos a serem entregues envolvendo o projeto estrutural incluem:

- (a) Memorial de cálculo;
- (b) Memorial descritivo;
- (c) Especificações técnicas;
- (d) Desenhos de locação/fundações;
- (e) Desenhos de formas;
- (f) Desenho de armação;
- (g) Arranjos gerais detalhados das estruturas;
- (h) Planilha de quantidade e preços;
- (i) Critérios de medição de serviços;
- (j) Apoio às demais disciplinas.

O cálculo estrutural é necessário para dimensionamento dos elementos estruturais (geometria e armadura) de concreto ou metálicos de forma compatível com as solicitações de carga. O registro sistemático de todas as considerações, cálculos e processamentos eletrônicos é crucial, de acordo com uma sequência lógica de dimensionamento dos elementos estruturais.

A metodologia básica para mensurar o dimensionamento inclui a execução das seguintes atividades:



- (a) Concepção estrutural;
- (b) Lançamento de cargas;
- (c) Análise estática,
- (d) Dimensionamento de seção e armaduras;
- (e) Análise dinâmica.

Execução das atividades referentes aos arranjos gerais detalhados da estrutura inclui a definição da locação das fundações diretas e profundas, o projeto destas fundações, a definição da geometria e detalhes das estruturas de concreto das fundações, a definição dos nichos de ancoragem, ancoragens, placas de base, barras de cisalhamento, chumbadores, insertos metálicos e outros detalhes.

Se necessário, é ainda importante a execução do levantamento de quantidades por unidade e agrupamento em quantitativos para as diferentes áreas do empreendimento.

Os desenhos de locação/fundações devem ser mostrados em planta, incluindo cortes e detalhes, definindo a geometria das fundações, suas cotas de assentamento, localização de chumbadores, notas explicativas, quantitativos de escavação e outros parâmetros.

O projeto estrutural inclui ainda outros detalhes, e inclui a preparação dos seguintes documentos técnicos:

- (a) Desenho construtivo das formas e de armaduras

Os desenhos devem mostrar a estrutura em planta, elevação, cortes e detalhes, definindo a geometria dos elementos estruturais, com os respectivos quantitativos (concreto, forma). Ademais, deverá mostrar todos os chumbadores, insertos metálicos, sequência de concretagens e juntas;

- (b) Geometria e quantidades

A geometria, quantidades e tipo de materiais para chumbadores, insertos metálicos, elementos estruturais e outros componentes devem ser discriminados e detalhados para facilitar a organização das atividades de aquisição, fabricação e montagem destes elementos;

- (c) Critérios de medição

Os critérios de medição dos serviços necessários devem ser

definidos para a execução das obras, incluindo planilha de quantidades e preços, que serve de base para o cálculo de pagamento dos diversos tipos de serviços contratados;

(d) Memorial descritivo

No memorial descritivo, todos os dados e fatos relevantes dos serviços envolvidos nas obras civis, como as soluções propostas e as informações empregadas no dimensionamento das estruturas, devem ser registradas. O memorial descritivo deve fornecer uma visão geral do empreendimento.

O apoio a outras disciplinas é também um aspecto a ser considerado no detalhamento do projeto estrutural. Este apoio é importante na antecipação de soluções que melhor atenda o projeto em termos funcionais e econômicos.

O apoio tem como objetivo a compatibilização dos projetos, garantindo um suporte adequado às demais disciplinas envolvidas, considerando soluções técnicas e economicamente mais adequadas e equalização das informações comuns, de forma a se evitar retrabalho. Para tal, é normalmente necessário reunir os profissionais das diversas disciplinas para discutir as opções. Atualmente é frequente a utilização de ferramentas de apoio (*softwares*), que integram os diversos projetos, facilitando a compatibilização das diversas disciplinas.

Cabe ressaltar a importância do registro das discussões e decisões em ata ou notas de reunião, que podem ser também na forma de comentários em documento do projeto através de comunicação interna ou outro tipo de registro.

6.3 PROJETO MECÂNICO

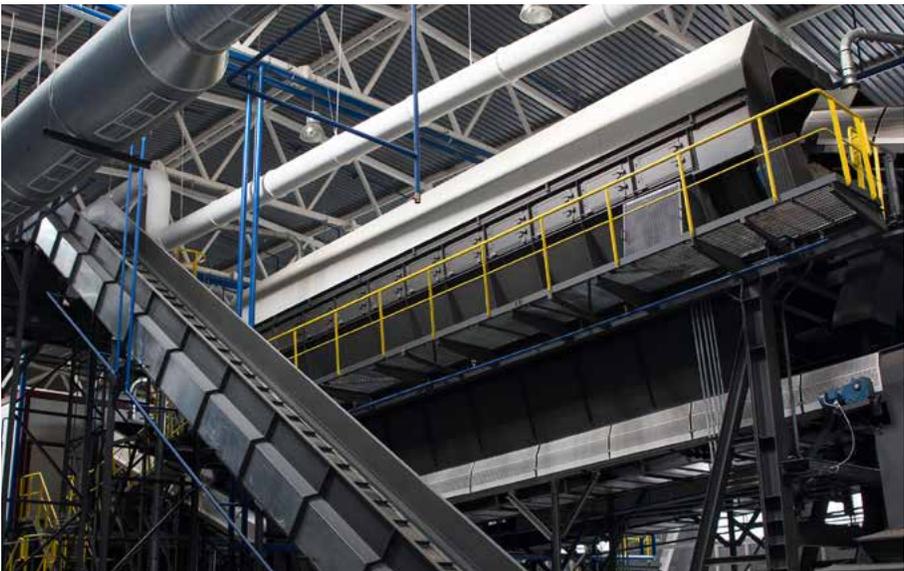
O detalhamento do projeto mecânico em um projeto industrial envolve diversas áreas de conhecimento. É frequente que os fornecedores de máquinas e equipamentos possam ter participação significativa no desenvolvimento destes projetos.

As máquinas e equipamentos são meios utilizados para a produção nas instalações industriais. A mecânica é a arte de construir uma máquina, ou também a ciência que investiga os movimentos e as forças que os provocam. Assim diversos conhecimentos e técnicas são empregados na construção, nos processos e nas instalações industriais.

Mesmo que os projetos mecânicos básicos venham a ser entregues pelos fornecedores de máquinas ou equipamentos, frequentemente existe a necessidade de complementação com detalhes adicionais para as instalações, considerando componentes auxiliares, conexões, as ligações entre máquinas e outros detalhes necessários para a montagem.

O projeto mecânico industrial fornece, portanto, soluções para implantação das máquinas e equipamentos industriais, definindo detalhes, entre outros, dos sistemas hidráulicos, pneumáticos, de geração de calor e de energia.

Projetos mecânicos incluem ainda detalhes relacionados à automação, aos processos e tubulações industriais, aos sistemas de armazenamento e transporte, aos sistemas de climatização (ar condicionado, pressurização e ventilação) e aos sistemas relacionados à proteção e combate a incêndio com indicação de hidrantes, extintores e *sprinklers*.



Os conhecimentos e técnicas de mecânica têm, portanto, participação fundamental no desenvolvimento da engenharia de projeto de instalações industriais, tanto no projeto dos processos como nos dos sistemas de utilidades. Os projetos mecânicos podem incluir um complexo sistema mecânico, envolvendo um conjunto de máquinas e de mecanismos em que a cinemática e a dinâmica desempenham um papel principal.

As atividades relacionadas ao projeto mecânico detalhado para indústria florestal, envolvendo máquinas, equipamentos e componentes, incluem:

- (a) Equipamentos de levantamento, transporte e armazenamento de cargas
Pontes rolantes, plataformas, elevadores, guinchos, pórticos, esteiras, roscas e outros;
- (b) Mecanismos em geral
Dinâmica aplicada a sistemas mecânicos em geral;
- (c) Sistemas mecânicos/Elementos de máquinas
Eixos, engrenagens, rodas, acoplamentos, mancais, tambores, roldanas, engates, amortecedores, atuadores e outros;
- (d) Equipamentos de projetos em caldeiraria
Silos, tanques, dutos de transporte pneumático e vasos de pressão;
- (e) Peças e componentes de caldeiraria
Caixa para teste de sifonagem, forno rotativo, trocador de calor;
- (f) Outros componentes.

As atividades relacionadas à preparação do projeto mecânico normalmente envolvem a preparação de documentos específicos. Muitos deles, no caso de uma indústria florestal, são de responsabilidade dos fornecedores de máquinas e equipamentos. Os principais documentos a serem disponibilizados são:

- (a) Memória de cálculo
Memória de cálculo necessário ao dimensionamento das máquinas, equipamentos e componentes mecânicos, considerando as condições operacionais e os esforços térmicos e mecânicos que estarão sujeitos, na definição de suas dimensões principais, materiais a serem empregados, capacidades nominais e outros fatores;

(b) Desenhos de máquinas e equipamentos

Mostrando, através de plantas e elevações, o conjunto e subconjunto de cada máquina, equipamentos ou componente mecânico, com o objetivo de fornecer informações suficientes, juntamente com a especificação técnica, aos fornecedores para que o conteúdo e formato das propostas de fornecimento sejam coerentes e comparáveis;

(c) Tabelas com motores elétricos e outros sistemas

Envolvendo motores elétricos e outros sistemas (pneumáticos ou hidráulicos) a serem instalados para atender a linha de produção e instalações de apoio, com informações relativas à sua aplicação, identificação e especificações requeridas;

(d) Descrições detalhadas

Inclui uma lista de máquinas, equipamentos e componentes e suas especificações, parâmetros operacionais, normas aplicáveis e outros detalhes para compor a solicitação de compras;

(e) Dimensionamento de estruturas

Diagramas e quadros de carga contendo informações necessárias para o dimensionamento das estruturas metálicas e/ou concreto armado dos edifícios e de suporte (bases) das máquinas, equipamentos e componentes da instalação.

O projeto mecânico deve ser baseado preferencialmente em Normas Brasileiras (ABNT) e/ou ainda em normas específicas aplicáveis a um determinando equipamento¹.

Alguns aspectos complementares são importantes e devem ser considerados na preparação do projeto mecânico detalhado, como os

1 Existem diversas normas específicas nacionais ou internacionais que regulam o projeto, fabricação, montagem e utilização de diversos equipamentos que compõem uma instalação industrial. As principais incluem: ANSI (*American National Standard Institute*); API (*American Petroleum Institute*); ASME (*American Society of Mechanical Engineers*); ASTM (*American Society for Testing and Materials*); BSI (*British Standards Institution*); ISA (*Instrumentation Society of America*); ISO (*International Standard Organisation*); DIN (*Deutsches Institut für Normung*); JIS (*Japanese Industrial Standards*).

critérios de manutenção e segurança. Parte de máquinas e equipamentos considerados como “partes em movimento”, tais como serras, polias, transportadores, correias, correntes de acionamento, roscas, acoplamentos flexíveis e outras, sujeitas a contato com pessoas, exigem cuidados especiais. Isso requer desenvolvimento de soluções para garantir a proteção adequada dos trabalhadores ou outras pessoas.



Existem ainda critérios gerais que devem ser considerados na elaboração do projeto mecânico e na especificação de máquinas, equipamentos mecânicos e componentes, incluindo:

- (a) Condições específicas de operação que possam afetar o dimensionamento e/ou a especificação (ambiente com poeira, alta temperatura ou umidade, ambiente aberto sujeito a intempéries e outras);
- (b) Padronização requerida entre componentes ou máquinas e equipamentos;
- (c) Condições da infraestrutura elétrica e de automação instaladas e projetadas;
- (d) Condições das tubulações instaladas e projetadas;
- (e) Construções e estruturas instaladas e projetadas;
- (f) Normas e padrões de segurança, ambientais e de manutenção.

Outros fatores relevantes que devem ser considerados na preparação do projeto mecânico detalhado incluem:

- (a) Avaliação das alternativas para o projeto mecânico
Considera a análise de diferentes soluções técnicas, incluindo os impactos econômicos, financeiros, legais, de segurança e ambientais como base para seleção;
- (b) Impacto das decisões adotadas nas outras disciplinas
As decisões adotadas para o projeto mecânico nas outras disciplinas envolvidas no projeto industrial devem ser avaliadas.

Isso inclui a avaliação de alternativas, identificação da **melhor solução** para compatibilizar com a solução adotada pelas equipes responsáveis pelos projetos das demais disciplinas, evitando opções técnicas inadequadas ao conjunto. Isso requer discussões técnicas (reuniões) com os responsáveis pelos demais projetos. O registro pode ser feito em ata de reunião, notas nos documentos de projeto, comunicação interna ou outro tipo de registro. Existem ferramentas (*softwares*), hoje cada vez mais utilizadas, que facilitam a interação entre as diversas disciplinas;

(c) Planilha de quantidades

Trata-se da elaboração de planilha, considerando as principais máquinas, equipamentos, componentes, acessórios e materiais, indicando as quantidades necessárias ao projeto;

(d) Estimativas de custos e critérios de medição

Desenvolvimento de planilha contendo estimativas de custos com as necessidades de manutenção e operação da planta. Os critérios de medição deverão ser definidos e servirão de base para a liberação de pagamentos de fornecedores de bens e serviços.

O documento final é um relatório técnico do projeto mecânico, contendo uma síntese da descrição das instalações, desenhos, a função de cada máquina, equipamento e componentes, opções analisadas, fornecedores identificados, cálculos e dimensionamentos, custos estimados, apoio e relação com outras disciplinas, forma de medição dos serviços e outros detalhes.

6.4 PROJETO ELÉTRICO

O projeto elétrico executivo tem como objetivo disponibilizar informações para aquisição de materiais, implantação e manutenção de todo sistema elétrico do empreendimento industrial. No caso da indústria florestal, o projeto elétrico deve cobrir especialmente a entrada de energia e caminhamento, a iluminação externa, a iluminação das instalações prediais e tomadas, diagrama dos quadros de máquinas e equipamentos e de outros componentes.

O projeto elétrico pode englobar também sistemas eletrônicos, incluindo o Circuito Fechado de TV – CFTV, alarmes específicos, sistemas de segurança como o Sistema de Alarme de Incêndio – SDAI, o controle de acesso, o cabeamento estruturado (rede informática e telefonia) e de automação, o Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas – SPDA, aterramento e outros.

Uma instalação elétrica industrial é formada por um conjunto das partes elétricas e não elétricas essenciais ao funcionamento (acionamento) e à segurança de uma planta industrial ou de uma parte determinada da mesma.

Em síntese, a instalação elétrica pode compreender as seguintes partes:

(a) Sistema de distribuição de energia elétrica

Compreende as instalações, equipamentos e materiais que permitem a ligação entre as fontes de fornecimento ou de geração de energia elétrica e as várias cargas da instalação industrial;

(b) Sistema de controle e supervisão

Inclui as instalações, equipamentos e materiais que controlam e supervisionam as instalações, processos e os equipamentos da instalação industrial que auxilia a operação e a gerência em suas atividades de planejamento e controle;

(c) Iluminação

Inclui as instalações, equipamentos e materiais para a obtenção de



um nível de iluminação com a quantidade e a qualidade necessária ao gerenciamento, à operação e manutenção, à segurança e aos serviços de apoio na instalação industrial;

(d) Aterramento de máquinas, equipamentos e estruturas

Inclui um conjunto de condutores e peças condutoras utilizadas para ligação à terra de equipamentos e estruturas da instalação industrial;

(e) Sistema de comunicação

Formado pelas instalações, equipamentos e materiais necessários para atender as necessidades de comunicação interna ou externa em todas as áreas de gestão, operação, manutenção e de apoio da instalação industrial;

(f) Condutos elétricos

São representados pelas instalações e materiais do conjunto destinado a conter exclusivamente os condutores elétricos utilizados na interligação entre os diversos equipamentos da instalação industrial.

O detalhamento de um projeto elétrico de uma instalação de planta industrial deve ser precedido de uma fase de aquisição de conhecimento relativo às condições de suprimento e das características funcionais da indústria em geral.

Usualmente, o projetista recebe inicialmente um conjunto de plantas da indústria contendo os detalhes necessários (plantas da situação, de arquitetura, do arranjo físico, vistas e cortes, detalhes de colunas, vigas e de montagem das máquinas, equipamentos e outros componentes).

Entre os requisitos fundamentais que devem ser considerados na preparação de um projeto elétrico, estão os relacionados principalmente os relacionados à segurança das pessoas, das máquinas e equipamentos e das instalações, servindo de proteção contra:

(a) Contatos diretos

Minimizar perigos a pessoas envolvendo máquinas, equipamentos, instalações e outros componentes que possam estar energizados, evitando possibilidades de contato;

(b) Contatos indiretos

Evitar possibilidades de contato de pessoas com as massas colocadas acidentalmente sob tensão;

- (c) Efeitos térmicos em serviço normal
Mitigar riscos de incêndio de materiais inflamáveis devido às temperaturas elevadas ou arcos elétricos, bem como de evitar queimaduras;
- (d) Sobrecarga
Reduzir possibilidades de interrupções do suprimento de energia devido à intensidade da corrente e que possam provocar uma deterioração da isolação dos condutores, das máquinas e equipamentos;
- (e) Curto-circuito
Reduzir possibilidade de interrupção da corrente elétrica por curto-circuito;
- (f) Sobre tensões
Minimizar o efeito de descargas atmosféricas, de operações, manobras e outras.

Os aspectos que devem considerados na preparação de projeto elétrico seguem as boas práticas, incluindo:

- (a) Seccionamento das instalações
Seccionar circuitos envolvendo máquinas, equipamentos e instalações individuais, para facilitar a manutenção, verificação e localização dos defeitos para reparos;
- (b) Interdependência
Buscar interdependência como forma de excluir a influência danosa entre as partes elétricas e não elétricas da instalação industrial;
- (c) Acessibilidade dos componentes
Prever espaço suficiente para acesso à manutenção, reparos e, se necessário, a substituição de partes e/ou componentes;
- (d) Flexibilidade e Reserva de carga
Prever reserva de carga com a finalidade de facilitar eventuais mudanças na localização das máquinas e equipamentos sem comprometer as instalações existentes;
- (e) Confiabilidade de desempenho do sistema
Reduzir possibilidades de interrupções temporárias e permanentes,

assegurando a proteção à integridade física daqueles que o operam, bem como das máquinas, equipamentos e instalações;

(f) Continuidade

Assegurar o mínimo de interrupção em qualquer um de seus circuitos, incluindo, se necessário, a provisão de redundância de alimentação da indústria ou de qualquer um dos setores de produção.

O desenvolvimento de um projeto elétrico detalhado envolve diversas etapas para solucionar como a energia elétrica será conduzida da rede de distribuição até os pontos de utilização. É importante analisar as diversas alternativas e, portanto, na preparação do projeto elétrico, esta é a primeira fase. A seleção da **melhor solução** a ser considerada deve ser baseada em critérios técnicos, na integração com os demais projetos, na segurança, nos parâmetros econômico e financeiro, em normas, nos aspectos legais e outros.

Selecionada a melhor solução, as etapas seguintes para elaborar um projeto elétrico detalhado incluem:

(a) Quantificação da demanda

Inclui a determinação dos tipos de energia demandada, a localização do ponto de consumo e demanda a ser considerada nos diferentes pontos de utilização de energia elétrica;

(b) Dimensionamento

Trata-se do dimensionamento, definição do tipo e do caminho dos condutores e condutos, tipo e localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia elétrica e demais acessórios;

(c) Preparação do projeto elétrico

Considerando a interface com os demais projetos (arquitetônico, civil, estrutural, mecânico e outros), deve ser preparado o projeto elétrico, incluindo plantas e documentos complementares.

Considerando a necessidade de seccionamento e interdependência, a preparação do projeto elétrico industrial deve levar em conta os diversos setores e subsetores da unidade industrial. Por exemplo, em um prédio industrial as áreas de produção podem ser divididas em subáreas, com base no arranjo físico e instalações necessárias para determinada atividade.



No caso de uma serraria, poderiam ser considerados como subáreas a administração, o pátio de toras e preparação da matéria-prima, os setores de processamento, de secagem e geração de energia, de classificação e embalagem e o de estoques e despacho.

A quantificação da demanda pode ser feita considerando os subsetores, os setores e o total das instalações. Os pontos de utilização podem ser agrupados formando “conjuntos homogêneos”. Cada subsetor, setor e instalação como um todo possuem seus centros de carga e, nesses pontos, é recomendável localizar os quadros de distribuição ou subestações.

Parte das instalações pode ser alimentada em baixa tensão (por exemplo, escritórios, portaria e refeitórios). Nestas instalações de baixa tensão, os quadros de distribuição podem ser simples quadros de energia. Nas partes de instalações alimentadas em média tensão, além dos quadros de distribuição, é normalmente necessário ter uma ou mais subestações distribuídas na área. Por outro lado, nas instalações alimentadas em alta tensão, existem outras particularidades, como o ponto neutro de transformador chegando ao quadro geral de entrada, que deverá ser aterrado.

As plantas do projeto elétrico devem ser preparadas em escalas convenientes, de acordo com a necessidade. Na preparação dos projetos elétricos, deve ser levada em consideração a frequente necessidade de

alteração das instalações elétricas (por aumento da demanda ou outra razão). Portanto, é importante facilitar eventuais alterações no futuro e suas manutenções.

As seguintes informações mínimas são necessárias nas plantas que compõem o projeto elétrico:

(a) Localização

Indicar a localização do ramal de ligação e do ponto de entrega da Concessionária, da(s) subestação(ões), dos quadros de distribuição, dos pontos de luz, das tomadas de corrente e das máquinas e equipamentos, das caixas de passagem dos pavimentos e prumada;

(b) Percurso e características

Inclui informação do percurso e características das linhas elétricas (condutos e cabos), correspondentes aos circuitos de distribuição e aos circuitos terminais;

(c) Desenho do esquema vertical (prumada)

Inclui componentes do sistema elétrico, antena coletiva, porteiro eletrônico e outras instalações complementares, tais como alarme, iluminação de emergência e segurança.

O projeto deve definir os esquemas uni-filares, que são a representação gráfica dos componentes elétricos e as suas relações funcionais, contendo os componentes principais dos circuitos.

Os esquemas uni-filares são representados por uma linha que fornece uma visão compreensiva do sistema de distribuição de energia elétrica da instalação projetada. Eles são importantes pois, na ausência ou desatualização do esquema uni-filar, são geradas incertezas que conduzem a eventos indesejáveis quando da realização de serviços, prejudicando a conclusão dos mesmos com segurança.

Os esquemas uni-filares correspondentes às subestações e aos quadros de distribuição devem indicar a quantidade, o destino, a formação e seções dos condutores de entrada e saída das subestações e dos quadros. Ademais, os esquemas disponibilizam dados elétricos das cargas, correntes nominais dos dispositivos de proteção, comando e seccionamento, dados e especificações do sistema de aterramento, sistemas específicos e outras informações.

Diagramas esquemáticos ou funcionais são necessários no projeto elétrico. Estes diagramas visam mostrar todos os circuitos, elementos de comando e controle e suas respectivas funções e atuações no funcionamento sequencial de uma máquina e equipamentos associados. Os diagramas esquemáticos estão sujeitos a revisões constantes. Portanto, devem ser deixados espaços adequados (linhas) para acréscimos e/ou revisões dentro de cada diagrama esquemático.

Os documentos que devem ser preparados como parte de um projeto elétrico incluem, entre outros:

(a) Arranjo geral de equipamentos elétricos

Este documento mostra a localização de equipamentos elétricos, tais como painéis, mesas de comando de controle de motores, transformadores, retificadores, resistores, motores e outros;

(b) Plano de bases e abertura para cabos

O plano detalha o posicionamento das bases de apoio para os equipamentos elétricos e as respectivas aberturas para passagem dos cabos, detalha também as operações de montagem, orientando a execução dos trabalhos, que incluem detalhes de fixação de eletrodutos, quadros de distribuição, luminárias, caixas de passagem e outros;

(c) Memorial de cálculo

O memorial apresenta o resumo dos principais cálculos e dimensionamentos, com os respectivos parâmetros de projeto considerados. São definidas as grandezas que serão empregadas no projeto, indicando os métodos e os princípios utilizados;

(d) Lista de materiais

A lista elenca todos os materiais e componentes empregados na execução do projeto elétrico, com suas respectivas especificações técnicas e quantidades. A especificação técnica deve seguir terminologia preferencialmente normatizada (ABNT ou outra). Para equipamentos de maior porte ou com especificação mais detalhada, pode ser necessária a elaboração de um documento específico;

(e) Estimativas de custos e critérios de medição

Trata-se de uma planilha contendo estimativas de custos para implantação do projeto elétrico. Os critérios de medição deverão ser definidos e servirão de base para a liberação de pagamentos de fornecedores de bens e serviços.

6.5 PROJETO DE TUBULAÇÕES

O desenvolvimento de projetos de engenharia industrial requer também, na maioria dos casos, de projeto detalhado de tubulações. Este projeto deve considerar os critérios mínimos para atender a implantação de tubulações e inclui o planejamento das atividades, elaboração de fluxogramas, definição das especificações, preparação de folhas de dados e memórias de cálculo e outros documentos.

Em geral, as indústrias ou as empresas especializadas em projetos possuem critérios que são considerados, incluindo referências não normativas que devem ser atendidas, estabelecidas através de normas internas. Existem, no entanto, referências de órgãos normativos (ABNT, ASTM, DIN e outros) que são consideradas no estabelecimento destes critérios.



Embora os critérios internos sejam importantes, o projeto de tubulações deve estar de acordo com as normas e regulamentações aplicáveis. No Brasil, exceto onde indicada a adoção de outra norma específica, o desenvolvimento das atividades de projeto deverá seguir, em princípio, as orientações da ABNT.

Os critérios adotados incluem aqueles para apresentação, na definição de escalas, de simbologias, na identificação de desenhos e documentos, de coordenadas e elevações, dos critérios de cálculo, flexibilidade, transmissão de esforços e vibrações, da acessibilidade, da segurança, de materiais e outros.

Um dos aspectos importantes de segurança em um projeto de tubulação é a identificação do tipo de material a ser utilizado, considerando a diferenciação de fluidos, temperatura, pressão, viscosidade, velocidade do fluxo e outras propriedades e características.

O projeto de tubulações deve considerar os conhecimentos técnicos e ainda critérios e normas de princípios básicos comuns, entre os quais se evidenciam:

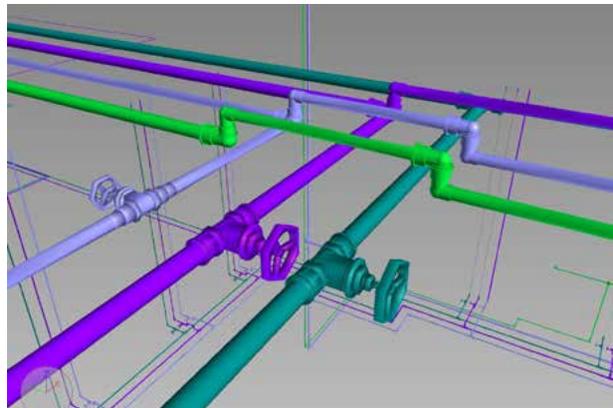
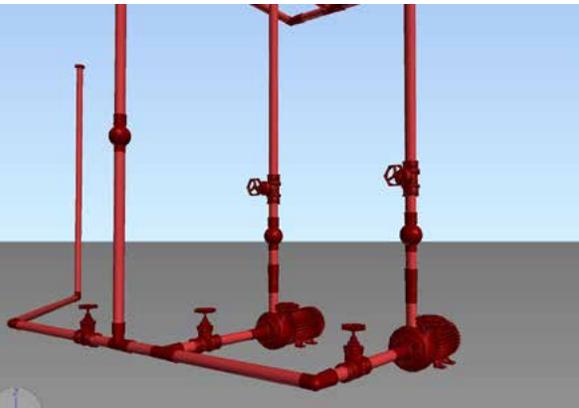
- (a) Traçado das tubulações
Considera os fluxos, redução de perdas de carga, velocidade, pressão, compatibilização de traçados, entre outros;
- (b) Posicionamento de válvulas e equipamentos
Devem ser de fácil acesso à operação, manutenção ou inspeção;
- (c) Especificação de materiais das tubulações
Baseada no tipo de fluido, pressão, temperatura, velocidade do fluxo, corrosão admissível e outros parâmetros;
- (d) Considerações especiais
Inclui, por exemplo em sistemas de adução de água, a possibilidade de ocorrência de "golpes de aríete";
- (e) Segurança
Adoção de práticas de engenharia para minimizar os riscos de acidentes e suas consequências sobre pessoas, instalações e ao meio ambiente.

Parâmetros específicos a serem considerados na preparação do projeto de tubulações, bem como na montagem e na operação, incluem:

- (a) Encamisamento
Forma de conservação da temperatura dos fluidos;
- (b) Isolamento térmico
Isolamento a ser aplicado visando proteção pessoal e/ou para conservação de calor/temperatura;
- (c) Suportes, apoios ou guias
Necessários para evitar tensões excessivas na própria tubulação e nos equipamentos que a ela se interligam;
- (d) Drenos, respiros e purgadores
Incluindo eliminadores de umidade, de ar e outros elementos que sejam necessários na tubulação.

Para elaboração do projeto de tubulação, normalmente são consideradas quatro fases principais, quais sejam:

- (a) Elaboração do projeto de tubulação
Trata-se da preparação do fluxograma de atividades e a definição de índices de referência para definição de rota básica de tubulação considerando o tipo. Nesta primeira fase, para preparação do fluxograma, deverão ser definidos os critérios, o balanço de utilidades, o dimensionamento dos equipamentos de utilidades, a especificação preliminar de materiais de tubulação e outros parâmetros que numa fase subsequente deverá ser detalhado;



(b) Preparação de uma memória de cálculo das utilidades

Nesta fase são indicadas, para os diversos pontos de consumo, as informações sobre as vazões, pressões das utilidades estimadas e outras particularidades. Esta memória de cálculo deve gerar um documento com o balanço de utilidades e os registros de sua verificação, que servirá de base para a preparação dos fluxos de processo e utilidades do projeto;

(c) Preparação do fluxo de processo

A preparação do fluxo de processo considera os equipamentos, as linhas individualizadas representando os fluxos entre os equipamentos, numeração de identificação dos equipamentos e notas com as informações complementares que auxiliem o entendimento do fluxograma e forneçam outras informações julgadas importantes;

(d) Seleção e dimensionamento

São definidas as características principais dos elementos do projeto (tamanhos, dimensões, potências, pesos e outras), com base na memória de cálculo e fluxograma. Esta informação é usada para elaboração da lista de materiais e componentes, com especificações, estimativa dos insumos e consumos de utilidades. Elas formam uma base para o cálculo dos custos operacionais e para as estimativas de investimentos;

(e) Estimativas de custos, critérios de medição

É necessário preparar uma planilha contendo estimativas de custos (investimentos) para implantação do projeto de tubulações. Os critérios de medição dos serviços para implantação deverão ser definidos e servirão de base para a liberação de pagamentos de fornecedores.

Além dos aspectos considerados nas diversas fases necessárias para elaboração do projeto de tubulação anteriormente apresentadas, a interação da equipe técnica envolvida na preparação do projeto de tubulações com as equipes nas demais disciplinas é crucial para esclarecer dúvidas e discutir soluções técnicas adequadas do ponto de vista de processo e operação que devem ser atualizadas com a evolução dos trabalhos. Como mencionado

anteriormente, existem ferramentas (*softwares*) que facilitam esta interação.

As reuniões realizadas com os profissionais envolvidos nas demais disciplinas para esclarecimentos e decisões devem ser registradas em ata ou notas de reunião. Comentários podem ser feitos em documentos de projeto, em comunicação interna ou outro registro.

6.6 PROJETO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE

O sistema de automação e controle de uma instalação industrial compreende as instalações e equipamentos que permitem controlar e supervisionar os processos de produção, além de auxiliar na operação e na gestão da produção, envolvendo ainda atividades de planejamento e controle. Com a evolução tecnológica e novas aplicações na indústria, o projeto de automação e controle se tornou cada vez mais importante.

O sistema de medição, controle e comunicação utiliza cada vez mais um conjunto de *hardware* e *software* que, dimensionados e projetados, formam a inteligência dos processos industriais.



O sistema de automação e controle industrial requer conhecimentos dos processos industriais multidisciplinares, envolvendo técnicas de modelagem e otimização de sistemas, aquisição e/ou desenvolvimento de *softwares* apropriados, utilização de instrumentação e equipamentos dedicados para a coleta e processamento de informações.

Um projeto detalhado de automação e controle é iniciado com a definição das diretrizes básicas envolvendo uma série de elementos, tais como a seleção de instrumentos, requisitos de instalação de instrumentos, parâmetros para seleção de painéis, requisitos para casa de controle, do sistema de alimentação elétrica e pneumática, simbologia, unidades,

escalas, seleção das válvulas de controle, sistema de intertravamento e outros aspectos.

O fluxograma do processo deve mostrar as linhas, os principais equipamentos de processo e as malhas de controle de forma simplificada, sendo que deve ser dada especial atenção às informações de processo que indicam as condições de operação de cada equipamento ou linha (vazão, pressão, temperatura, viscosidade e outros parâmetros) e balanço de material.

No desenvolvimento do projeto de automação e controle de uma instalação, é necessário considerar as seguintes etapas:

(a) Levantamento e análise de dados

Trata-se da aquisição de conhecimento dos processos e sistemas industriais a serem envolvidos no projeto do sistema de automação e controle. São os processos que determinam as funções e ações principais a serem monitoradas e/ou executadas por este sistema;

(b) Definição das especificações básicas das funções

Consiste no estabelecimento das funções que deverão ser monitoradas e/ou executadas pelo sistema de automação e controle para cada um dos processos e sistemas da instalação industrial. Estas especificações devem ser elaboradas baseadas nas informações levantadas e nas definições estabelecidas

pelos especialistas da engenharia de projeto, incluindo o manuseio de matérias-primas e materiais, sistemas de energia e utilidades dos processos industriais, e parâmetros definidos pelos fornecedores de máquinas e equipamentos;

(c) Configuração básica do sistema

Consiste no estabelecimento da arquitetura do sistema, definindo os tipos, as quantidades de equipamentos, bem como a comunicação de dados e informações entre eles. Ademais, devem ser consideradas a distribuição e hierarquização dos níveis



Dmitry Kalinovsky/Shutterstock.com

de inteligência nos pontos de comando e operação da instalação e as interfaces homem-máquina. Para esta configuração básica, as alternativas de configurações positivas são importantes. O sistema requer uma análise técnico-econômica para a escolha da configuração que melhor atenderá os objetivos para o sistema;

(d) Preparação do projeto detalhado

Inclui a elaboração dos fluxogramas de instrumentação, memórias de cálculo, listas de instrumentos, alarmes e intertravamentos, especificações gerais de instrumentos, folhas de dados, arranjo dos instrumentos na área e dos diagramas lógicos. É ainda necessária a definição dos requisitos básicos dos sistemas de comunicação (telefônico, rádio, circuito de TV ou outro) e sua especificação;

(e) Elaboração dos desenhos e definição de requisitos

Os desenhos devem ser elaborados para complementar as informações sobre o sistema e os equipamentos e farão parte da documentação para compra. São necessários desenhos de arranjo do equipamento e do arranjo geral. Devem também ser preparados diagramas, lista de equipamentos e materiais, bem como as especificações;

(f) Estimativas de custos, critérios de medição

Como fase final, deve ser preparada uma planilha contendo estimativas de custos (investimentos) para implantação do projeto de automação e, definidos os critérios de medição dos serviços para implantação, servirão de base para a liberação de pagamentos de fornecedores.

Também é necessário que a equipe envolvida no projeto de automação interaja com as envolvidas dos demais projetos, com o objetivo de compatibilização da solução empregada.

[CAPÍTULO 7]

IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

A implantação de um projeto industrial requer o desenvolvimento de uma série de atividades que devem ser conduzidas simultaneamente, envolvendo diversas disciplinas de temas inter-relacionados. Por esta razão, na implantação, é necessário o envolvimento de uma equipe multidisciplinar e de uma estrutura organizada para a condução das diferentes atividades. Dependendo da estrutura técnica e gerencial do empreendedor, do porte e da complexidade da obra, pode ser necessária a contratação de uma empresa especializada em gerenciamento e fiscalização de obras.

Um plano de implementação realista deve considerar todas as fases e as inter-relações existentes e estabelecer um cronograma físico e financeiro factível. Atrasos em quaisquer das etapas pode implicar em atrasos na partida do projeto industrial. Este fato tem, em geral, um grande impacto econômico e financeiro no empreendimento.

Para o planejamento da implantação, é importante definir claramente as atividades, incluindo todas as tarefas, a estrutura de coordenação, a equipe e o ordenamento, definindo as responsabilidades e uma seqüência lógica de eventos.

Na implantação de um projeto industrial, devem ser consideradas diversas fases, envolvendo diferentes atividades e que podem ocorrer sequencialmente ou simultaneamente. As principais atividades são:

- (a) Legalização do empreendimento;
- (b) Gerenciamento e fiscalização da implantação;

- (c) Financiamento do projeto (*funding*);
- (d) Preparação de procedimentos licitatórios e licitação;
- (e) A negociação e contratação de bens e serviços;
- (f) Comissionamento;
- (g) Capacitação de mão de obra para gerenciamento e operação;
- (h) *Marketing* pré-operação.

Existe uma fase precursora, que é crítica. Trata-se da preparação de um cronograma físico e financeiro, alocando para cada atividade/evento o tempo, os recursos necessários e a interdependência entre as diversas atividades. Isso permitirá não só definir com mais precisão um cronograma geral, mas também melhorar a estimativa dos investimentos/custos por atividade e para o total da obra.

Planejar em detalhes todas as fases e atividades necessárias à implantação de um projeto industrial é fundamental. Uma análise criteriosa de cada fase é importante para determinar as implicações técnicas e financeiras, assegurando os recursos e definindo o tempo necessário para garantir que o projeto industrial seja adequadamente implantado, considerando os investimentos e a qualidade definidos e assegurando que a unidade industrial projetada inicie a produção no prazo determinado.

O plano de implantação deve ainda definir o responsável, ou responsáveis, pelas diferentes atividades, a forma de comunicação e de monitoramento. As atividades mais relevantes na implantação de um projeto florestal industrial e os detalhes envolvidos são apresentados na sequência. Além das atividades apresentadas, podem existir outras que sejam requeridas em função de particularidades do projeto, tais como requerimentos legais do local de implantação e outras variáveis.

7.1 LEGALIZAÇÃO DA EMPRESA E DO PROJETO

O processo de legalização de uma empresa envolve uma série de procedimentos administrativos e jurídicos e pode demandar um período relativamente longo. Existem casos em que o projeto a ser implantado pertence a uma empresa já estabelecida, mas também pode ocorrer o fato de

que o projeto será implantado por uma empresa ainda a ser constituída. Em ambas as alternativas, é importante considerar o prazo necessário ao processo de legalização, incluindo ainda os recursos técnicos, humanos e financeiros a serem dispendidos para o cumprimento de todas as formalidades.

A legalização de uma nova empresa florestal industrial envolve diversos trâmites e registros, alguns comuns a todas empresas industriais e outros específicos para a indústria florestal. Geralmente, o processo de legalização de uma empresa no Brasil é complicado, moroso e burocrático, exigindo uma grande quantidade de documentos e o envolvimento de especialistas.



Para facilitar o processo de legalização, é recomendada a contratação de empresa ou especialistas na legalização e/ou regularização de empreendimentos industriais, preferencialmente com conhecimento específico no setor florestal.

As principais entidades envolvidas na legalização de uma empresa industrial florestal no Brasil são:

- (a) Receita Federal;
- (b) Receita Estadual;
- (c) Governo Municipal;
- (d) Junta Comercial;
- (e) Órgãos especializados federais (IBAMA) e/ou estaduais (Secretaria de Meio Ambiente);
- (f) Corpo de Bombeiros.

Além da legalização da empresa, é também necessário legalizar o projeto. Neste caso, é particularmente importante cumprir as formalidades relacionadas ao licenciamento ambiental. Detalhes sobre as principais licenças ambientais necessárias foram apresentados no item 4.10. A legislação relacionada ao licenciamento ambiental vigente estabelece, como já apresentado, três etapas a serem cumpridas no processo de estabelecimento do projeto industrial, quais sejam a da Licença Prévia (LP), a envolvendo

a Licença de Instalação (LI) e finalmente a Licença de Operação (LO). O processo pode ser simples, mas, dependendo das particularidades do projeto, pode ser requerido um Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA.

Os procedimentos para a elaboração de um Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) podem consumir tempo e recursos significativos, tanto para preparação do estudo, bem como para a realização de audiências públicas, análises, tramitação e aprovação pelo órgão ambiental. O prazo necessário para o licenciamento de uma indústria florestal no Brasil pode variar de seis meses a um ano, ou até mais.

Existe ainda a necessidade de preparação e aprovação de outros projetos, como o de segurança, que é analisado pelos bombeiros (prevenção e combate a incêndios), e o projeto legal, para regularização junto à prefeitura. Este último é necessário para obtenção do alvará de construção e posteriormente de funcionamento. Em alguns casos, outras licenças podem ser necessárias, como a outorga de águas.

Tanto o EIA/RIMA como os projetos de segurança e outros projetos legais devem ser preparados por profissionais habilitados, os quais deverão assumir a responsabilidade técnica junto às respectivas entidades profissionais.¹

7.2 GERENCIAMENTO DE OBRAS E FISCALIZAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO

O gerenciamento das obras e a fiscalização da implantação de um projeto industrial são serviços especializados e envolvem uma equipe multidisciplinar. Estas atividades podem ser desenvolvidas tanto por especialistas do próprio investidor ou, no caso de projetos de maior porte e complexidade, em geral é contratado o apoio externo de empresa especializada.

1 Vide Art.11º, da Resolução Nº 237/97 e Art. 1º., da Resolução Nº 359/91 (CONAMA)

Existem no mercado diversas empresas de engenharia especializadas no gerenciamento e fiscalização de obras. Para organizar as atividades de gerenciamento e fiscalização é recomendável preparar um plano detalhado, definindo a equipe, as responsabilidades, as atividades a serem implementadas e outros aspectos.

Gerenciamento de Obras

O gerenciamento de obras é um termo frequentemente empregado em engenharia para designar a organização do processo de implantação de um projeto. Trata-se de processo que busca a otimização do uso de recursos, incluindo tempo, pessoas, recursos financeiros, qualidade, materiais, energia, segurança e espaço.



O gerenciamento da implantação de um projeto é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades relacionadas à implantação de um projeto, objetivando atender ou exceder as necessidades e expectativas do cliente (dono do projeto).

No gerenciamento da implantação de um projeto industrial, é necessário definir um especialista para assumir a coordenação, que será apoiado por uma equipe multidisciplinar. Em obras de menor porte e complexidade, este especialista poderá coordenar tanto as atividades de gerenciamento como também de fiscalização.

A equipe de gerenciamento deve assegurar especialmente que a obra seja implantada no prazo, no custo e na qualidade definida no projeto. Portanto, os especialistas envolvidos no processo de gerenciamento devem trabalhar de forma coordenada, para que o cronograma físico e financeiro definido no projeto seja cumprido, a qualidade da obra seja assegurada e os custos limitados ao definido no planejamento.

A implantação de um projeto industrial envolve diversas atividades, tais como as relacionadas à preparação de terreno, as construções, a montagem

de máquinas, equipamentos e instalações, os testes de performance e outras.

É frequente a implantação de um projeto industrial envolver diversos contratos, firmados com diferentes fornecedores de bens e serviços. Por isso, o trabalho de coordenação das atividades definidas nos diferentes contratos, por parte da equipe de gerenciamento, assegurando especialmente a integração dos diversos fornecedores envolvidos na implantação, é de vital importância.

As principais atividades de responsabilidade da equipe envolvida no gerenciamento da implantação de um projeto industrial são:

- (a) Comissionamento;
- (b) Recebimento e inspeção de bens (máquinas, equipamento, materiais e outros);
- (c) Armazenagem e guarda dos bens e sua liberação para aplicação na obra;
- (d) Acompanhamento do cronograma físico e financeiro;
- (e) Coordenação das diversas atividades envolvendo os diferentes fornecedores de bens e serviços;
- (f) Preparação dos projetos *as built*;
- (g) Montagem do arquivo técnico da obra e de documentação;
- (h) Registro e disponibilização de informações;
- (i) Outras atividades.

Fiscalização de Obras

Na implantação de um projeto industrial, além do gerenciamento das obras, é importante a fiscalização já na fase de desenvolvimento dos projetos (fiscalização de projetos), especialmente em projetos de maior dimensão e complexidade. No entanto, a fiscalização é indispensável na fase de implantação da obra.

A fiscalização é uma atividade que envolve a inspeção e o controle técnico sistemático de projetos, obra ou serviço, com a finalidade de examinar ou verificar se a preparação do projeto e sua execução/implantação obedece ao definido no projeto, aos critérios definidos no contrato, às especificações, o custo, a qualidade e prazos estabelecidos.

Entre as atividades mais comuns de fiscalização de projetos e de obras industriais mencionam-se:

- (a) Fiscalização da elaboração de projetos;
- (b) Fiscalização da execução dos serviços, obras e instalações;
- (c) Medição do avanço dos trabalhos;
- (d) Liberação de pagamentos a fornecedores;
- (e) Verificação e validação de ajustes na área de engenharia do projeto;
- (f) Verificação da qualidade;
- (g) Segurança e limpeza do local da obra;
- (h) Outras atividades.

As normas e orientações para a fiscalização de projetos e da implantação das obras devem ser previamente discutidas e negociadas com os fornecedores de bens e serviços, e as condições devem fazer parte dos contratos de fornecimento.

Como no gerenciamento para a fiscalização da implantação de um projeto industrial é necessário definir um especialista para assumir a coordenação. O coordenador deverá ter apoio de uma equipe multidisciplinar envolvendo as diversas disciplinas abrangidas pelo projeto.

Os profissionais envolvidos na fiscalização, assim como no gerenciamento, devem estar habilitados em suas respectivas áreas de conhecimento, e devidamente registrados para assumir a responsabilidade técnica, conforme previsão nos regulamentos específicos para cada área de conhecimento.

A equipe multidisciplinar de profissionais deve assegurar que as atividades realizadas levem em consideração principalmente a qualidade, o prazo e os custos definidos no documento do projeto e constantes nos contratos de aquisição de bens e serviços. Para tal são realizadas medições, emitidos documentos para liberação de pagamentos e de aceites da obra, realizado o controle de materiais, verificada a segurança do trabalho e a limpeza da obra e outras atividades.

A equipe necessária para o gerenciamento e fiscalização é na realidade definida e dimensionada com base no porte e na complexidade do projeto. Em projetos industriais florestais, é frequente, como já mencionado, considerar uma equipe única, que assume a responsabilidade do

gerenciamento e da fiscalização. No entanto, em projetos de maior porte e complexidade, é frequente existirem duas coordenações e equipes distintas, uma envolvida no gerenciamento e outra na fiscalização.

Na maioria dos projetos industriais florestais, a equipe de fiscalização envolve, além do coordenador, profissionais de planejamento e engenheiros das especialidades florestal/industrial madeireira, civil, elétrica e mecânica.

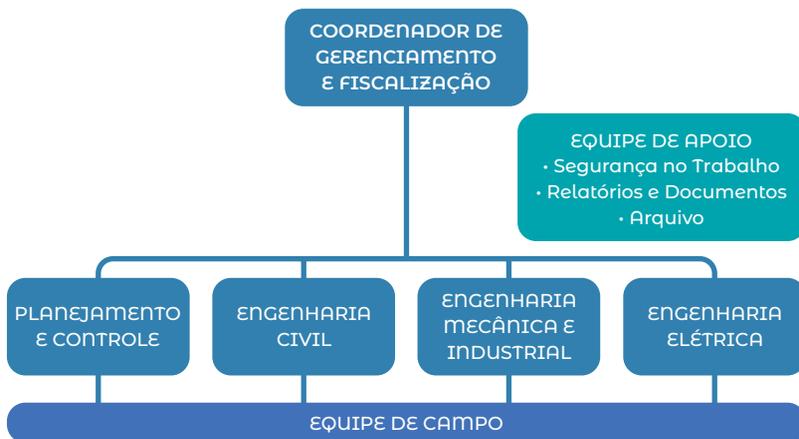
Uma estrutura básica que pode ser considerada para o gerenciamento e fiscalização da implantação de um projeto industrial florestal é mostrada na Figura 30. A estrutura básica apresentada considera ainda profissional na área de segurança e medicina do trabalho e, dependendo do projeto, outros especialistas poderão vir a ser necessários, cobrindo áreas como automação, ambiental e outras.

7.3 FINANCIAMENTO DO PROJETO – *FUNDING*

O financiamento do projeto, conhecido também como *funding*, envolve atividades que têm como objetivo assegurar, de forma otimizada, a alocação de recursos necessários à implantação e operação da unidade projetada.

O financiamento pode ser somente com recursos próprios, o que pode ser o caso em projetos de menor porte, mas normalmente envolve outras fontes e pode ser de curto, médio ou longo prazo. Alguns aspectos relacionados ao financiamento do projeto já foram apresentados anteriormente (item 5.1.2).

FIGURA 30 – ESTRUTURA BÁSICA DE GERENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO DE OBRAS



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

A forma e as condições de financiamento influenciam na rentabilidade do investimento, podendo inclusive definir sua viabilidade. A decisão de escolha da fonte de recursos a serem consideradas para financiar o projeto depende de diversas variáveis, incluindo basicamente:

- (a) Disponibilidade de recursos financeiros próprios;
- (b) Condições de financiamento das diversas fontes (taxas de juros, carência, prazo de pagamento e outros fatores);
- (c) Possibilidades de acesso a fontes de financiamento (disponibilidade de garantias e outros aspectos).

Existem projetos industriais que são implantados utilizando somente recursos próprios. No entanto, a maioria dos projetos de grande porte é baseada em uma composição de recursos de diferentes origens, envolvendo recursos próprios, créditos de fornecedores e outras fontes de financiamento.

A análise quanto a fontes de financiamento deve considerar ainda fatores como a necessidade de documentos e projetos, exigências de garantias e o impacto das condições de financiamento na rentabilidade do projeto.

Na análise de viabilidade econômica e financeira de um projeto, a taxa de retorno (do capital próprio) pode melhorar com o aumento do endividamento. Isso está relacionado ao fato de que o custo do capital varia com a fonte. No caso de capital próprio, é considerada como base a taxa de retorno esperada do investimento (Taxa Mínima de Atratividade – TMA) e, no caso de capitais de terceiros, incluem custos diretos do financiamento (taxa de juro, *spreads* e outras despesas) e os custos indiretos (risco financeiro do empreendimento). Em determinados casos, no seu conjunto, o custo de capital de terceiros pode ser inferior à TMA.

Adicionalmente é importante mencionar que a taxa de retorno evolui com o aumento do endividamento. Isto está associado ao fato de que os dispêndios financeiros, resultantes da captação de capitais de terceiros, são considerados para efeitos fiscais como custos. Portanto, existe uma “poupança fiscal” associada ao endividamento e, quanto maior o nível de endividamento do projeto, maior será, em princípio, a sua rentabilidade. A influência do benefício fiscal associado ao financiamento (capitais terceiros) na rentabilidade do projeto é conhecida como efeito da alavanca financeira.

Existem, no entanto, outros fatores essenciais na decisão de financiamento baseado em recursos de terceiros versus investimento de capital próprio. Entre estes outros fatores está, por exemplo, a percepção do mercado frente ao risco financeiro associado à alavancagem do projeto, influenciando na percepção de risco do sistema bancário, o que pode ser limitante no acesso a novos créditos que eventualmente venham a ser necessários para operação ou novos investimentos.

Financiamento com Capital Próprio

O financiamento de um projeto com base em capital próprio pode ser feito através de várias formas, incluindo:

- (a) Capital Social
Aumento do capital, subscrito pelos sócios ou acionistas;
- (b) Autofinanciamento
Valores alocados (recursos financeiros) que são gerados pela operação da própria empresa (resultados/receitas);
- (c) Desinvestimento

Recursos gerados pela alienação de ativos considerados como dispensáveis às operações do projeto e/ou à própria empresa;

(d) Reforço da Caixa

Contribuições/aportes ou investimentos adicionais de capital dos sócios;

(e) Capital de Risco

Recursos alocados na forma, por exemplo, de *debentures*, por outras empresas, bancos ou instituições financeiras, com participação minoritária e temporária no capital e na gestão.

Financiamento com Capital de Terceiros

No caso de financiamento com capital de terceiros, existem também várias alternativas, entre elas:

(a) Empréstimo Bancário

Linhas de crédito destinadas ao investimento em capital fixo de médio e longo prazo, ou ainda em capital de giro, podendo ser de bancos comerciais ou de desenvolvimento;

(b) Empréstimo Obrigacionista

Financiamentos sustentados na emissão de obrigações em troca de um determinado rendimento, geralmente com juros semestrais;

(c) *Leasing* Imobiliário

Valores resultantes do financiamento através de uma operação de *leasing* (arrendamento mercantil) de um imóvel;

(d) Empréstimos de Sócios

Recursos alocados por empréstimos de sócios, incluindo empréstimo contraído do(s) sócio(s), podendo ser passivo circulante ou não circulante;

(e) Créditos de Fornecedores

Valores financiados diretamente pelos fornecedores, ou com apoio de bancos e agências de financiamento, com aval do fornecedor;

(f) Linhas de Crédito Especiais

Baseado em programas de desenvolvimento, normalmente com o suporte governamental.

Entre as fontes mais comuns de financiamento para implantação de projetos industriais no Brasil estão os bancos de desenvolvimento, incluindo:

- (a) Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES;
- (b) Banco da Amazônia – BASA;
- (c) Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE;
- (d) Banco do Nordeste – BNB.

Existem ainda no Brasil os Fundos Constitucionais de Financiamento. Estes fundos foram estabelecidos para financiar projetos que visam contribuir para o desenvolvimento econômico e social regional. Foram criados com o objetivo de financiar o setor produtivo nas seguintes regiões:

- (a) Região Norte, através do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte – FNO;
- (b) Região Nordeste, através do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE. Este Fundo financia projetos, além dos estados do Nordeste, de municípios na área de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo;
- (c) Região Centro-Oeste, através do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste – FCO.

A criação destes fundos teve como objetivo diminuir as desigualdades regionais do país, por isso adotam a taxas de juros mais baixas, maior período de carência e outras condições mais favoráveis que as dos empréstimos bancários.

Também atuam como financiadores bancos comerciais nacionais e internacionais, e ainda é frequente créditos de fornecedores. No Brasil, os bancos comerciais nacionais atuam frequentemente como repassadores de linhas de crédito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES.

As condições de financiamento variam conforme as fontes de financiamento da instituição financeira. Também podem variar de acordo com a região, com o projeto, riscos associados ao projeto, existência de incentivos fiscais e outros. Os incentivos são aplicáveis especialmente no caso de bancos de desenvolvimento ou fundos constitucionais.

As principais condições de financiamento que devem ser analisadas em detalhes pelo investidor são:

- (a) Necessidade de alocação de recursos próprios;
- (b) Documentação requerida;
- (c) Prazos de liberação;
- (d) Limites de crédito;
- (e) Prazos de carência;
- (f) Prazos e condições de pagamento;
- (g) Taxas juros;
- (h) Garantias exigidas nas operações.

O processo de financiamento passa por diversas etapas, que diferem entre as instituições financeiras, considerando o prazo necessário para análise da solicitação de financiamento, os prazos e a forma de liberação dos recursos, o grau de detalhamento requerido do projeto e a documentação necessária do processo de solicitação de financiamento.

Em alguns casos, o processo de financiamento pode ser longo e burocrático, com altos custos de transação. Por exemplo, pode ser necessário submeter, juntamente com a documentação do empreendedor, o projeto básico da indústria, um estudo de viabilidade econômica e financeira, a licença emitida pelos bombeiros e ainda a licença ambiental do empreendimento proposto. No caso de financiamento baseado em créditos de fornecedores, estas exigências são, em geral, menores.



É fundamental, portanto, que o empreendedor conheça todos os detalhes envolvendo o processo de financiamento do projeto, tanto para selecionar a melhor fonte (especialmente prazo, juros e garantias) como as exigências, tempo necessário e custos envolvidos na preparação de documentação, trâmite do processo e liberação dos fundos. Os prazos e os custos devem ser considerados no planejamento físico e financeiro do projeto.

7.4 LICITAÇÃO, NEGOCIAÇÃO E CONTRATAÇÃO DE BENS E SERVIÇOS

A implantação de um projeto é iniciada normalmente após a aprovação e a decisão de investimento ter sido tomada. A empresa deve estar devidamente estabelecida, os aspectos legais complementares (e.g., licenciamento ambiental e alvará de implantação) cumpridos e as fontes de financiamento definidas. No entanto, podem existir casos em que ocorra uma sobreposição destas atividades, com a finalidade de reduzir o tempo necessário para a implantação e também os custos.

Para iniciar a implantação de um projeto, deve também estar definida e estabelecida a equipe de gerenciamento e fiscalização, a qual irá planejar as atividades envolvidas. Após o planejamento é possível iniciar o processo de licitação, negociação e contratação de bens e serviços necessários à implantação do projeto. O conjunto destas atividades é conhecido como um processo geralmente denominado de *procurement*.

A licitação pública é um procedimento administrativo formal para contratação de serviços ou aquisição de bens². No passado, o procedimento

2 A Constituição da República Federativa do Brasil reconheceu a licitação como regra nas obras, serviços, compras e alienações realizadas pela Administração Pública, conforme Art. 37, XXI. A Lei Nº 8.666/93 instituiu normas para licitações e contratos da Administração Pública, pertinentes a obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações, e dá outras providências.

de licitação era adotado basicamente pela administração pública, mas o mesmo foi gradualmente ajustado e incorporado também pelo setor privado. O processo de licitação envolve diversas etapas. As principais etapas e alguns dos aspectos mais relevantes a serem considerados em um processo de *procurement* são apresentados na sequência.

Pré-qualificação Técnica e Legal de Fornecedores de Bens e Serviços

A pré-qualificação é um procedimento administrativo, que tem como objetivo habilitar fornecedores de bens e serviços para participar em um processo de licitação. A pré-qualificação seleciona potenciais fornecedores baseados em critérios gerais como porte, qualidade, tecnologia ofertada, experiência, reputação no mercado, liquidez/solvência do fornecedor, riscos associados, aspectos legais e outros fatores considerados relevantes às aquisições.

Um das primeiras atividades para a pré-qualificação é a solicitação de preenchimento de um cadastro por parte dos fornecedores, que servirá de base para uma primeira análise da qualificação (técnica, financeira e legal) dos interessados. Após uma análise do cadastro, outras informações poderão ser solicitadas

Esta etapa de pré-qualificação é indispensável especialmente quando houver necessidade de avaliar a qualificação técnica de interessados para contratar obra ou serviço de grande porte e cuja execução envolva certo grau de dificuldade, demandando do executor um nível correspondente de conhecimento e experiência, como também de solidez financeira.

As informações fornecidas servirão para uma avaliação, e somente os fornecedores pré-selecionados serão convidados para participar da licitação (apresentar uma oferta).

Podem ainda ser coletadas informações sobre os fornecedores no mercado (com empresas já atendidas) e em registros oficiais. O produto final desta atividade é uma lista de fornecedores cadastrados e aprovados para participarem do processo de licitação.

Preparação dos Documentos de Licitação

O documento de licitação é basicamente um convite para a

apresentação da proposta de fornecimento de bens e/ou serviços. Ele deve ser preparado por profissionais especializados e conter detalhes relacionados às especificações dos bens ou serviços a serem adquiridos, informando as características, quantidades, condições de suprimento, prazo, qualidade, assistência técnica e garantias básicas a serem ofertadas, e a documentação requerida. O documento pode também incluir uma minuta do contrato a ser firmado entre as partes. Pode ainda ser solicitada uma garantia de oferta (*bid bond*) emitida por um banco ou seguradora.

Um dos objetivos do documento de licitação é uniformizar as ofertas, reduzindo a necessidade de equalização das propostas dos diversos fornecedores, o que leva a uma maior demanda de tempo para o processo de licitação. A solicitação pode prever a apresentação, em separado, de propostas técnicas e comerciais.

Envio de Cartas-Convite (Solicitação de Propostas)

As licitações podem considerar várias modalidades, tais como concorrência pública aberta a todos fornecedores, tomada de preços, carta-convite ou pregão eletrônico. A definição da modalidade leva em consideração basicamente o valor e a complexidade da licitação.

Nos casos de indústrias florestais, a modalidade carta-convite é a mais comum. Trata-se do envio de uma carta convidando os fornecedores pré-qualificados para apresentar uma proposta para o fornecimento de bens ou serviços, estabelecendo prazos e outras condições. Os documentos de licitação, contendo detalhes como especificações, quantidades, modelo de contrato e outros, são normalmente anexados à carta-convite.

Avaliação das Propostas

Considerando que os fornecedores foram pré-selecionados, a avaliação das propostas considera uma primeira fase de avaliação técnica. Nesta fase, as propostas recebidas são avaliadas considerando como base os critérios técnicos definidos nos documentos de licitação, em especial as características técnicas, a qualidade, tecnologia e inovações, prazos de entrega, garantias, assistência técnica e outros fatores.

As propostas que atenderem as demandas técnicas básicas são subsequentemente avaliadas no relativo à oferta comercial, incluindo basicamente o preço, forma de pagamento e eventuais opções de financiamento ofertadas.

Equalização das Propostas

O processo de equalização é necessário na maioria dos casos, em função de particularidades dos fornecedores, interpretações da carta-convite e dos documentos de licitação e da forma de apresentação das propostas.

Esse processo de equalização de propostas, no âmbito do setor público, é considerado como uma garantia constitucional que se refere à observância do princípio da isonomia, isto é, o tratamento isonômico entre os licitantes para minimizar eventuais desigualdades fáticas entre as empresas licitantes³.

De qualquer forma, um processo de equalização é necessário, e tem como objetivo tornar as propostas comparáveis quando as ofertas por desigualdades entre os licitantes diferem ou apresentam discrepâncias. Em geral é necessário solicitar esclarecimentos, complementação ou revisão das propostas, pois em muitos casos tal desigualdade fática pode refletir no valor das propostas. Por exemplo, alguns licitantes podem oferecer preços mais competitivos devido à adoção de uma tecnologia menos evoluída, por não considerar determinados componentes, por efeitos de garantias, por existirem benefícios fiscais ou outros motivos que podem reduzir os custos, resultando no preço final mais competitivo.

A análise destes e de outros aspectos é importante para entender as razões das diferenças no preço ofertado e para oferecer uma segunda chance com igualdade de oportunidades para todos os licitantes.

3 Art. 3º da Lei nº 8.666/93 estabelece que “*A licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia ...*”

Parágrafo 1º - “É vedado aos agentes públicos: ...

II – Estabelecer tratamento diferenciado de natureza comercial, legal, trabalhista, previdenciária ou qualquer outra, entre empresas brasileiras e estrangeiras [...]”

Negociação e Seleção

Somente após uma análise das propostas devidamente equalizadas é selecionado o fornecedor e iniciado o processo de negociação. O mecanismo de negociação nas licitações pode considerar várias opções. Uma das inovações no processo de negociação é o adotado pelo Regime Diferenciado de Contratações Públicas (RDC), que consiste na ampliação das hipóteses em que a administração pública poderá negociar condições mais vantajosas após o julgamento das propostas⁴.

A negociação no setor privado normalmente deve envolver dois ou mais potenciais fornecedores, mesmo que já tenha sido tomada antecipadamente uma decisão final. Os critérios de seleção consideram normalmente a melhor técnica ou menor preço, podendo ainda serem considerados técnica e preço, maior retorno econômico ou outros fatores como prazos, forma de pagamento, garantias, compatibilidade com a linha e outros⁵.

Por exemplo, na fase de negociação existe a possibilidade de se aumentar o valor proposto para que o ofertante possa ajustar tecnicamente sua oferta atingindo o padrão desejado, ou ainda negociar uma redução do valor da proposta, considerada como tecnicamente vencedora.

Contratação da Proposta Selecionada

O contrato de fornecimento deve incluir todos os detalhes técnicos (quantidades e especificações) do bem ou serviço a ser adquirido e outros aspectos, como prazos, inspeções de fabricação, testes de desempenho, valores, forma de pagamento, embalagem, local de entrega, garantias e assistência técnica. O contrato deve ainda considerar penalidades pelo

4 O mecanismo da negociação do RDC está previsto no art. 26 da Lei 12.463/2011, que estabelece: “Definido o resultado do julgamento, a administração pública poderá negociar condições mais vantajosas com o primeiro colocado”. Parágrafo único:— “A negociação poderá ser feita com os demais licitantes, segundo a ordem de classificação inicialmente estabelecida, quando o preço do primeiro colocado, mesmo após a negociação, for desclassificado por sua proposta permanecer acima do orçamento estimado”.

5 Lei 12.463/2011, art. 26 dispõe sobre critérios de julgamento.

não cumprimento do acordado. Como anteriormente mencionado, pode também ser considerada a exigência de uma garantia de performance (*performance bond*) emitida por um banco ou seguradora.

É importante que o cronograma físico e financeiro da obra seja ajustado, levando em consideração o prazo de entrega, os pagamentos (desembolsos) e outros aspectos constantes nas ofertas vencedoras.

7.5 COMISSIONAMENTO

Comissionamento é o processo que busca assegurar que os componentes e sistemas de um projeto industrial estejam de acordo com o projetado e tenham sido adquiridos, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais requeridos.

O comissionamento é um processo de aplicação integrada de um conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia para verificar, inspecionar e testar cada componente físico do empreendimento, incluindo máquinas, equipamentos, peças e instrumentos, bem como módulos, sistemas e subsistemas.

Embora as atividades de comissionamento sejam aplicáveis a todas as fases do empreendimento, desde o projeto básico ao detalhado, elas são mais importantes quando do suprimento, construção, montagem e entrega final da obra ou projeto. O comissionamento de uma unidade industrial pode ainda incluir uma fase de partida e de operação assistida.

As principais atividades relacionadas ao comissionamento de um projeto industrial são:

- (a) Avaliação/acompanhamento da fabricação de máquinas e equipamentos;
- (b) Testes e avaliações pré-operacionais de máquina, equipamentos e instalações;
- (c) Testes experimentais;
- (d) Testes de desempenho (performance) de componentes instalados ou da linha de produção;

- (e) Aceitação dos equipamentos, máquinas e instalações, ou da linha de produção.

O estágio de comissionamento, dependendo do projeto industrial, pode demandar um período relativamente longo. Como forma de otimização do cronograma, parte do período adotado para o comissionamento pode ser utilizado para treinamento, especialmente do pessoal a ser envolvido na operação e manutenção.

Além de alocar tempo e recursos necessários ao comissionamento, é importante lembrar que as atividades envolvidas podem requerer, em determinados estágios, materiais, insumos, pessoal especializado, instrumentos e equipamentos. Portanto, é importante planejar adequadamente o processo de comissionamento para assegurar a alocação dos recursos nos prazos necessários, buscando uma otimização de custos e do cronograma de implementação.

7.6 ORGANIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO DA MÃO DE OBRA

A organização do empreendimento envolvendo a definição da hierarquia de funções e de cargos, e ainda outros aspectos, é um componente a ser desenvolvido na fase de projeto básico. No entanto, é importante revisar o proposto e, se necessário, realizar ajustes na fase de implantação do projeto.

Os ajustes podem ser simultâneos ao processo de contratação, uma vez que é possível existirem casos em que sejam encontradas dificuldades para preencher as funções e cargos definidos na estrutura originalmente proposta.

Para seleção e contratação da mão de obra necessária ao gerenciamento e operação do empreendimento, pode ser considerada uma estrutura própria de recursos humanos ou ser contratada uma empresa especializada. O procedimento de seleção e contratação considera basicamente:

- (a) Definição das necessidades de mão de obra, por qualificação;
- (b) Preparação de requisitos mínimos de qualificação para os diversos níveis;
- (c) Anúncio do processo de seleção de pessoal;

- (d) Recebimento e análise da documentação dos candidatos;
- (e) Pré-seleção de candidatos;
- (f) Entrevistas e testes individuais;
- (g) Seleção final e contratação.

Independente do porte ou do grau de complexidade do projeto, ou ainda da qualificação da mão de obra requerida e disponível, o treinamento é uma fase importante.

A capacitação pode incluir cursos formais de curto e médio prazo, treinamento em instalações de terceiros e treinamento na própria operação (*on-the-job training*). O processo de treinamento pode ainda ser feito em grupo ou individualmente.



A capacitação da mão de obra deve normalmente ser iniciada já na fase de implantação do projeto, com o objetivo de assegurar que os recursos humanos necessários estejam preparados no momento da partida da unidade industrial.

O programa de treinamento da mão de obra necessária para o novo empreendimento pode ser conduzido em diversas fases da implantação, considerando as diferentes categorias de mão de obra, como:

- (a) Comissionamento e Montagem
Capacitação do pessoal de manutenção e de gerência;
- (b) Testes de Desempenho e Aceitação
Capacitação dos operadores especializados;
- (c) Partida e Pré-Operação
Capacitação dos operadores e auxiliares de produção.

Dependendo da complexidade da unidade industrial, disponibilidade e ainda da qualidade da mão de obra na região onde a unidade industrial está sendo instalada, poderá ser necessária a busca de pessoal em outras regiões. Muitas vezes a busca de profissionais em outras regiões é inevitável,

e é importante considerar que, associado à transferência de pessoal, existem diversos riscos e implicações de custos.

Outra alternativa para facilitar o processo de capacitação é a busca de apoio externo, seja em instituições especializadas em capacitação de mão de obra, empresas especializadas em treinamento de pessoal ou em empresas similares já em operação. É frequente os fornecedores de máquinas e equipamentos apoiarem na busca de alternativas para capacitação da mão de obra.

7.7 *MARKETING* PRÉ-OPERAÇÃO

O *marketing* pré-operação tem como objetivo principal abrir o mercado e se aplica especialmente no caso de um novo produto ou nova marca. Ele pode envolver diversas atividades, como:

(a) Campanhas Publicitárias

Incluindo anúncios da oferta futura de um novo produto, novo conceito ou nova marca;

(b) Introdução no Mercado

Buscar no mercado um produto similar ao ser ofertado pelo novo empreendimento e distribuir no mercado-alvo (antecipação de vendas), evidenciando as vantagens comparativas. Esta opção permite também testar canais de distribuição e preços, e corrobora para a definição de uma estratégia de comercialização;

(c) Capacitação no Uso ou Consumo

Trata-se de oferecer treinamento para promover o uso de um novo produto, incluindo a capacitação de distribuidores e vendedores, ou ainda de consumidores.

O *marketing* pré-operação é importante, como já mencionado, especialmente no caso de lançamento de um novo produto no mercado, particularmente em operações de grande porte, quando vêm ser ofertados grandes volumes em um curto espaço de tempo e a linha de produção não permitir uma redução significativa da oferta (linhas contínuas).



Estocar a produção por dificuldades de comercialização na fase inicial da operação de uma unidade de produção não é, em geral, a melhor solução, seja por limitações de espaço ou por implicações no fluxo de caixa do negócio. Por isso, em muitos projetos, o *marketing* pré-operação é essencial.

Um exemplo clássico e de sucesso de *marketing* pré-operação envolvendo a indústria florestal no Brasil ocorreu nos anos 1990, quando foi iniciada a introdução do MDF no mercado. Tratava-se de um produto novo, até então praticamente desconhecido no mercado nacional, sendo necessário desenvolver um *marketing* pré-operação, que compreendeu a importação, divulgação, distribuição e um programa de capacitação no uso de painéis de MDF.

A necessidade e a forma de desenvolver um *marketing* pré-operação exige conhecimentos especializados. Em geral, estes conhecimentos estão disponíveis em empresas de consultoria e *marketing*, que podem ser envolvidas para avaliar as necessidades e definir as atividades para introduzir e promover o novo produto, novo conceito ou nova marca no mercado de interesse. Estas empresas podem apoiar na preparação e implementação de um programa específico para atender as necessidades do projeto.

7.8 CRONOGRAMA E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

O cronograma é uma ferramenta fundamental para a gestão da implantação de um projeto. Ele mostra as atividades a serem desenvolvidas em uma sequência lógica e serve de apoio para a definição dos responsáveis pelas tarefas necessária no planejamento do projeto, organizando o processo de implementação para que seja cumprido o prazo definido.

Na preparação de um cronograma de implantação, é importante considerar em detalhes o tempo necessário para executar cada atividade, bem como os recursos a serem alocados e os custos envolvidos na execução. Deve ser prevista também a necessidade de contratação de serviços de terceiros e a inter-relação entre as diferentes atividades.

Sempre que possível deve ser considerada, na preparação de um cronograma de implantação, a possibilidade de sobreposição de atividades como alternativa de redução de custos e prazos.

O modelo de cronograma de implantação a ser adotado depende da dimensão, complexidade, número de atividades e outros detalhes. Em projetos industriais de menor porte, os cronogramas consideram, em geral, gráficos de barras ou Gantt.

Um exemplo simplificado de um gráfico Gantt, indicando somente as principais atividades envolvidas na implantação de um projeto industrial, responsáveis e o prazo requerido, é mostrado na Figura 31. É possível, além de definir os prazos, definir as inter-relações ou dependência entre as diversas atividades.

FIGURA 31 – CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO INDUSTRIAL

ATIVIDADES	RESPONSÁVEL										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Licenciamento	Cons. Externo	■	■	■							
Legalização do Projeto	Cons. Externo	■	■								
Funding	Depto Financ.	■	■	■							
Licitação e Compras	Cons. Externo		■	■	■	■	■				
Preparação do Terreno	Empresa A				■	■	■				
Construções	–						■	■	■		
Montagem	–							■	■		
Instalações	–								■	■	
Testes e Partidas	–									■	■
Pré-Operação	–										■

FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

Existem *softwares* especializados, como o Primavera e o MS Project, que facilitam a preparação especialmente de cronogramas de maior complexidade. Em projetos de maior porte, podem ser consideradas outras alternativas, que se constituem de um conjunto de técnicas utilizado para o planejamento e controle de projetos.

Basicamente existem duas alternativas que podem ser consideradas, com o apoio de *softwares* especializados, quais sejam:

- (a) Método do Caminho Crítico (“*Critical Path Method*”) - CPM;
- (b) Técnica de Avaliação e Revisão de Projetos (“*Project Evaluation and Review Technique*”) - PERT.

Independente da solução adotada, na preparação de um cronograma de implantação, normalmente são considerados os seguintes passos:

(a) Passo 1: Eventos/Atividades

Identificação dos eventos/atividades e da sequência lógica a ser considerada na implementação;

(b) Passo 2: Análise

Análise das necessidades de tempo para implementação de cada fase ou evento, e identificação de eventuais subfases e tempo requerido, e de dependências;

(c) Passo 3: Preparação

Envolve a preparação do cronograma e descrição dos eventos ou atividades, incluindo informação sobre o trabalho a ser executado, os recursos necessários, os responsáveis pela atividade, os resultados a ser entregues e a inter-relação com as demais atividades.

Os fornecedores de máquinas e equipamentos, e de serviços, tem um papel importante na definição dos prazos. Eles podem colaborar para definir detalhes do cronograma fornecendo informação mais precisa sobre os prazos de fabricação e ainda os requeridos para transporte, instalação, comissionamento, testes de desempenho (performance), de instalação, pré-operação e outros.

Os custos relativos à implementação deverão ser definidos a partir das atividades que foram consideradas no planejamento. Estes custos devem ser cotados, ou estimados, na fase de elaboração do projeto e são geralmente considerados na análise do investimento como investimentos pré-operacionais.

[CAPÍTULO 8]

TESTES, PARTIDA E PRÉ-OPERAÇÃO

A etapa final da fase de implantação de um projeto industrial envolve a realização dos testes para avaliar o desempenho (performance) das máquinas e equipamentos, ou da linha de produção, para dar o aceite, realizar a partida da linha industrial e iniciar a fase de pré-operação.

Para os testes de desempenho, partida e pré-operação, é necessário um planejamento detalhado, assegurando que todos os recursos necessários estejam disponíveis na quantidade e no prazo almejado.

Os recursos necessários aos testes de desempenho, partida e pré-operação envolvem, normalmente, matéria-prima, insumos, mão de obra, utilidades, ferramentas, instrumentos, equipamentos de segurança e alguns outros itens. Existem casos em que outras providências podem ser necessárias, por exemplo, assegurar a presença de fornecedores, de equipes de segurança do trabalho e de combate a incêndios.

Os procedimentos básicos de testes, partida e pré-operação dependem das particularidades do projeto. Em projetos industriais florestais de pequeno porte e de pouca complexidade, os procedimentos podem ser simples, e o prazo de execução é relativamente curto. No entanto, projetos de grande porte e complexos, como no caso de uma fábrica de painéis reconstituídos ou de celulose e papel, os testes de desempenho, a partida e a fase de pré-operação podem envolver procedimentos mais detalhados, e o tempo requerido é normalmente mais longo.

Cabe lembrar que o envolvimento de profissionais na gestão, operação e manutenção da unidade industrial nesta fase pode fazer parte do processo de capacitação de mão de obra. Os aspectos mais importantes a serem considerados nos procedimentos padrão são descritos na sequência.

8.1 TESTES DE DESEMPENHO E ACEITE

Um planejamento detalhado dos testes de desempenho de máquinas, equipamentos, instalações ou da linha de produção, incluindo a definição dos procedimentos, a listagem de ferramentas, instrumentos, materiais, recursos humanos, insumos e utilidades necessários, deve ser feito com antecedência.

Os testes são frequentemente conduzidos pelos fornecedores das máquinas e equipamentos, com o acompanhamento e assistência dos responsáveis pelo gerenciamento e fiscalização da implantação do projeto. Estes são, na maior parte dos casos, responsáveis por disponibilizar materiais, equipamentos e ferramentas auxiliares, instrumentos, utilidades, recursos humanos e outras necessidades para realização dos testes.

Os procedimentos a serem considerados no teste de desempenho e as condições para aceitação são estabelecidos com base em discussões com os fornecedores, e o acordado deve constar do contrato de aquisição.

A avaliação do desempenho segue normalmente padrões definidos em comum acordo com os fornecedores na fase de negociação, e os detalhes são parte integrante do contrato firmado. Existem casos em que a avaliação possa ser baseada em normas nacionais ou internacionais vigentes.

Geralmente para avaliação do desempenho são consideradas especificidades facilmente mensuráveis da máquina, equipamento, instalação ou da linha. Exemplos são a velocidade de avanço, consumo de energia, produção, qualidade do produto, segurança, emissões de ruídos e outras variáveis.



Os resultados dos testes devem ser devidamente registrados e são considerados para análise quanto ao aceite da entrega. Nos casos em que os resultados dos testes indiquem não conformidades, são necessários ajustes. Para tais ajustes são definidos responsáveis e o prazo.

Os contratos de fornecimento de máquinas e equipamentos consideram, em geral, o pagamento da parcela final somente após o aceite do bem adquirido. No caso de não atingimento do desempenho definido, além de não ser liberado o pagamento, os contratos podem ainda considerar outras penalidades, como multas.

É recomendável o acompanhamento dos testes de desempenho e aceite, especialmente por parte de profissionais que estarão envolvidos na gestão, operação e manutenção da unidade industrial. Estas atividades podem também fazer parte do processo de capacitação de recursos humanos.

8.2 PARTIDA

Concluídos os testes, realizados os ajustes e identificado que o desempenho da máquina, equipamento, instalações ou da linha de produção está em conformidade com o contratado, poderá ser dada a partida.

Além de ter completado todos os testes de desempenho, realizado os ajustes e ter sido dado o aceite, é necessário para a partida que os responsáveis pelo gerenciamento da implantação do projeto também assegurem a disponibilidade de recursos necessários, incluindo matéria-prima, insumos,

utilidades, mão de obra, ferramentas, instrumentos e outros que venham a ser necessários. A metodologia a ser adotada na partida, a necessidade de recursos e as responsabilidades pelo fornecimento devem estar previstas no contrato firmado com o fornecedor.

É recomendado que a partida seja assistida pelos fornecedores das principais máquinas e equipamentos, especialmente quando o fornecedor for responsável pela entrega e montagem de grande parte ou do total de uma linha de produção.

Para a partida é ainda necessário assegurar que todos os aspectos legais tenham sido atendidos, incluindo a licença de operação, a licença do corpo de bombeiros, licença ambiental, certificados de capacitação para cargos operacionais específicos (e.g. operador de caldeira), o alvará de funcionamento e outras formalidades.

O envolvimento de profissionais que serão responsáveis pelo gerenciamento da unidade industrial, pela operação e manutenção das máquinas e equipamentos no processo de partida, é importante. Esta atividade também é parte do processo de capacitação.

Considerar uma partida assistida pode ser justificada. Esta facilita novos ajustes na linha de produção nesta fase. A duração de um processo de partida pode ser relativamente curta, como um ou dois dias. No entanto, em projetos de grande porte e/ou complexos, o período pode variar de alguns dias até várias semanas, para que todos os ajustes sejam realizados e a linha entre em regime de produção.

8.3 PRÉ-OPERAÇÃO

A pré-operação é uma fase inicial de produção que tem a função de ordenar a operação, promovendo a interação entre as diversas fases do processo industrial, familiarizando os operadores com o processo e permitindo também melhorar as suas habilidades, o que resulta em ganhos de produtividade. De fato, a pré-operação é uma fase de aprendizado que

ocorre após concluída a partida do projeto e é em geral quando a capacitação da mão de obra, principalmente operacional, é complementada.

Além de ser uma fase de aprendizado, a pré-operação é também uma fase de ajustes, e o início pode requerer o envolvimento de fornecedores das principais máquinas e equipamentos industriais.

A pré-operação, considerada como parte do programa de capacitação dos operadores e auxiliares, é a fase na qual se inicia a chamada “curva de aprendizado”. A curva de aprendizado, como já mencionado, é caracterizada por ganhos de produtividade, resultado dos ajustes e ganhos de habilidade dos operadores, com aumento gradativo na produtividade e na escala de produção.

O tempo a ser dispendido na fase de pré-operação varia de acordo com o tipo de empreendimento industrial. Em projetos industriais florestais de pequeno porte e menos complexos, a duração da pré-operação, até que seja alcançada a capacidade plena, pode variar de algumas semanas a seis meses. Por outro lado, a curva de aprendizado em um projeto industrial de maior porte pode ser mais longa, variando entre seis meses e um ano.

No primeiro ano de operação, de uma serraria de médio/grande porte, por exemplo, em função da curva de aprendizado, é frequente atingir uma média de 60% da capacidade de produção prevista em projeto.



8.4 DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO E ARQUIVOS

Toda documentação do projeto, desde a fase de estudos técnicos, econômicos e financeiros iniciais até a entrada em operação, deve ser organizada e arquivada. Os principais documentos de um projeto industrial são:

- (a) Estudos e projetos técnicos
Projeto conceitual, básico e detalhados;
- (b) Documentação de licitação e negociação (*procurement*)
Pré-seleção de fornecedores, especificações, carta convite/solicitação de propostas, propostas, documentos de equalização, contratos e outros;
- (c) Documentação de gerenciamento e fiscalização da implantação
Cronogramas físico e financeiro, diários de obras, relatórios de fiscalização, relatórios de diligenciamento, correspondências, notas de reunião e outros;
- (d) Documentos contábeis
Notas fiscais, recibos, faturas, cupom fiscal ou outro documento equivalente, comprovantes de pagamentos e outros;
- (e) Testes de desempenho
Relatórios de testes de desempenho, solicitações de ajustes e relatórios de aceite;
- (f) Partida
Relatório de partida, solicitações de ajustes, ajustes realizados e outros documentos da partida;
- (g) Catálogos e manuais de máquinas e equipamentos;
- (h) Certificados e documentos de garantia de máquinas e equipamentos;
- (i) Documentação legal
Incluindo licenças ambientais de implantação e operação, licença de bombeiros, alvará de construção e de operação, registros e outros documentos;
- (j) Documentos de treinamento e capacitação de operadores;
- (k) Anotações de responsabilidade técnica – ART;
- (l) Outros documentos.

Estes documentos são essenciais para gerenciamento das operações industriais, envolvendo ainda aspectos legais, contábeis, de manutenção, de treinamento e garantias. Os documentos formam também uma base para eventuais disputas judiciais, para comprovação fiscal, contábil, tributária, trabalhista, jurídica, e de outros aspectos.

8.5 PROJETO *AS BUILT*

Os projetos das diversas disciplinas (arquitetônico, elétrico, mecânico, civil, tubulação, automação e outros) anteriormente apresentados definem os detalhes que devem ser considerados na implantação da unidade industrial.

No entanto, durante a fase de implantação, podem ser necessários alguns ajustes em função de limitações de campo, erros na implantação, erros nos projetos, introdução de uma solução melhorada ou outros aspectos.

É frequente ocorrer o fato de que o implantado tenha diferenças do projetado. Nesse caso, alterações são necessárias nos documentos dos projetos (especialmente nas plantas) para que reflitam a nova solução adotada e mudanças introduzidas no projeto. Como resultado dessas alterações, são preparados os projetos *as built* (projetos “como instalado ou construído”).

Os projetos *as built* são normalmente desenvolvidos nas fases finais da implantação ou logo após a partida. Em princípio, para facilitar a preparação dos projetos *as built*, as alterações feitas na implantação do projeto devem ser devidamente registradas durante o processo de implantação, mas nem sempre isso ocorre.

Recomenda-se que o registro das alterações na fase de implantação seja feito em documento denominado Notas de Alteração do Projeto – NAPS. Este registro facilita a elaboração dos projetos *as built*, ou seja, a introdução das alterações nos projetos originais. Sejam as alterações registradas ou não, é quase sempre necessário rever os projetos e preparar, quando for necessário, novas plantas ou documentos.

A análise técnica dos fatos que levaram à necessidade de alteração dos projetos não cabe ao responsável pela elaboração de um projeto *as built*. A ele cabe **representar o projeto instalado como instalado**. Caso nenhuma alteração no projeto tenha ocorrido durante a execução da obra, o projeto detalhado adotado na implantação passa a ser automaticamente considerado como o projeto *as built*.

Os projetos *as built* devem ser identificados como projeto implantado, através da emissão de uma nota com revisão para referenciar a condição de projeto *as built*. De qualquer forma, cópia do projeto final deverá ser registrada, arquivada e entregue ao proprietário.

Os projetos revisados, devidamente registrados, servirão de base para manutenção e para apoiar a área de engenharia no caso de modificações ou ampliações que venham a ser necessárias nas instalações industriais no futuro. Como mencionado, os projetos *as built* são importantes, e o proprietário do projeto e/ou os gerenciadores da implantação não devem dispensar esta fase, embora a preparação destes projetos representem custos adicionais.

É normalmente desejável que a elaboração do projeto *as built* seja feita ao longo da implantação do projeto, com o envolvimento do projetista e do responsável pela implantação, e não no final da obra, e que ele represente fielmente a realidade do implantado.

O projeto *as built* tem também papel relevante nas questões de ordem legal, e a existência de um projeto *as built* pode resguardar o projetista que originalmente assumiu a responsabilidade técnica, mas teve seu projeto alterado por terceiros e que não foi devidamente documentado. A inexistência de um projeto *as built* pode, por exemplo, levar o projetista a responder técnica, civil e criminalmente por uma instalação que não atinge padrões requeridos, em virtude de ter sido alterada na fase de implantação.

[CAPÍTULO 9]

QUALIDADE DE PROJETOS

O termo qualidade é geralmente empregado para significar “**excelência**” de um produto ou serviço e que se torna cada vez mais importante.

A qualidade da engenharia de um projeto industrial não é refletida somente nos documentos e plantas (produtos). Ela se revela também nas fases subsequentes, incluindo o processo de compra, a fabricação das máquinas e equipamentos, a fase de construção e de montagem, a partida e também a operação.

Nestas diversas fases, a engenharia de projeto é avaliada por fornecedores, construtores, montadores, pela equipe de gerenciamento e outros participantes da implantação do empreendimento. Finalmente a avaliação da qualidade é feita pelos gerenciadores e operadores da unidade industrial.

A qualidade de bens e serviços tem várias definições, incluindo o conceito de conformidade com as exigências técnicas e dos clientes, ou da relação custo/benefício, da adequação ao uso e de conformidade com as normas.

Para assegurar a qualidade de projetos, é importante ter conhecimento e experiência e considerar criteriosamente os critérios técnicos e os parâmetros de qualidade. O processo pode ainda adotar um sistema de garantia total.

Neste capítulo são apresentados aspectos mais relevantes relacionados aos critérios e parâmetros para garantir a qualidade de um projeto industrial, bem como aspectos relacionados ao processo de garantia total.

9.1 CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ENGENHARIA DE PROJETOS

Para assegurar e avaliar a qualidade de um projeto de engenharia, devem ser considerados diversos critérios, e entre eles destacam-se:

(a) Funcionalidade

Trata do conjunto de características como desempenho, exequibilidade de construção/montagem, operacionalidade (funcionamento), facilidades de manutenção e de acesso e outras;

(b) Conformidade

Refere-se à capacidade do projeto de refletir corretamente os requisitos e parâmetros estabelecidos, incluindo parâmetros técnicos, econômicos, financeiros, ambientais e outros;

(c) Confiabilidade

Considera a confiança de que itens, sistemas e componentes da instalação, projetados ou especificados, tem no desempenho na planta industrial (qualidade ao longo de um período);

(d) Custo/investimento

Trata-se do valor final pago ou investido pelo cliente na engenharia do projeto;

(e) Prazo

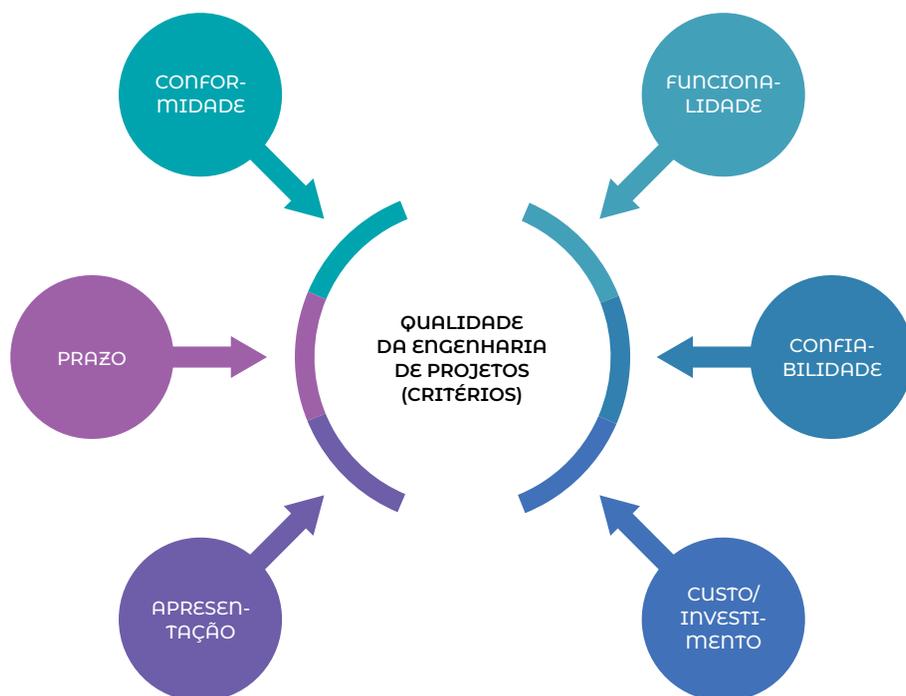
Considera a compatibilidade entre os marcos estabelecidos no planejamento do projeto, incluindo todas as etapas (elaboração de projetos, construção/montagem, testes de performance, pré-operação e partida), finalização e exequibilidade;

(f) Apresentação

Inclui as características de um projeto, considerando como um veículo de informações (representação gráfica, organização da documentação do projeto, formatação e outros aspectos).

A figura 32 apresenta esquematicamente que os diversos critérios devem ser considerados de forma integrada, para fins de assegurar a qualidade da engenharia de projetos.

FIGURA 32 – CRITÉRIOS DE QUALIDADE DA ENGENHARIA DE PROJETOS



FONTE: Elaborado pelo Autor (2019)

9.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE

Os parâmetros mais relevantes, e que podem ser considerados como determinantes para assegurar e avaliar a qualidade da engenharia de projeto de um empreendimento industrial, são:

- (a) Disponibilidade, conhecimento e experiência
Atributos relacionados aos recursos humanos e ferramentas, incluindo *softwares*, *hardwares* e outros, envolvidos na elaboração do projeto;
- (b) Definição e clareza dos objetivos e outros critérios
Envolve parâmetros relacionados aos objetivos a serem considerados na elaboração do projeto;

- (c) **Qualidade, disponibilidade e acessibilidade**
Trata-se da qualidade, disponibilidade e acessibilidade dos dados básicos e informações necessários à elaboração dos projetos;
- (d) **Disponibilidade de registros operacionais e de outras informações**
Refere-se à existência de registros confiáveis para elaboração dos projetos;
- (e) **Controle da qualidade**
Inclui a aplicação de técnicas, por redundância, para verificação contínua de alternativas para soluções a serem aplicadas no projeto;
- (f) **Integração dos projetistas**
Considera o envolvimento do responsável pelo gerenciamento do projeto e interação entre os projetistas das diversas disciplinas em todas as fases, incluindo a elaboração do projeto, a construção e montagem, os testes de performance e o aceite, a partida e a pré-operação.

9.3 PROCESSO DE GARANTIA TOTAL

A adoção de um sistema de garantia de qualidade, fundamentado em um processo de garantia total aplicado a todo o ciclo de desenvolvimento do projeto, é uma alternativa importante para atingir os padrões requeridos.

Um processo de gestão de qualidade como os definidos na série ISO 9000, que compreende um grupo de normas, estabelece um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral e pode ser considerado para assegurar a qualidade de um projeto industrial. A adoção de um sistema como esse pode ser uma alternativa genérica, mas é importante para garantir a qualidade de todos os processos.

As normas da série ISO 9000 podem ser aplicadas em diversos tipos de organização e se referem à qualidade dos processos da organização, e não dos produtos ou serviços. Esse grupo de normas descreve regras relacionadas à implantação, desenvolvimento, avaliação e continuidade do Sistema de Gestão da Qualidade. Elas tornaram-se oficiais a partir do ano de 1987, baseada em normas britânicas, e desde então vêm sofrendo

revisões. Organizações que aplicam as normas ISO 9000 têm uma vantagem adicional: maior credibilidade frente aos seus clientes e concorrentes.

A engenharia de projeto é uma fase do ciclo que, direta ou indiretamente, afeta a qualidade do processo e do produto da unidade industrial projetada, o que tem implicações operacionais, financeiras e econômicas. Por isso as empresas industriais, especialmente as ligadas a atividades industriais de tecnologia mais avançadas (nuclear, petróleo, petroquímica, eletrônica e outras), consideram Sistemas de Garantia da Qualidade para a engenharia de projeto, adotando padrões bastante rígidos.

A introdução da garantia da qualidade na engenharia de projeto procura formalizar, organizar e sistematizar todas as atividades que afetam a qualidade tanto executivas quanto administrativas como forma de minimizar erros, desvios e falhas de processo que tenha interferência humana.

A engenharia de projeto é uma atividade diretamente afetada pela participação do homem, e assim esse controle é mais difícil. No entanto, é possível controlar a qualidade da engenharia de projeto com base em um conjunto de critérios e parâmetros semelhantes aos observados na garantia da qualidade, como no caso da construção, da fabricação e da montagem.

Os requisitos dos sistemas de garantia da qualidade para a engenharia de projeto são normalmente estabelecidos em uma especificação que é parte do contrato. Os requisitos da qualidade são definidos explicitando especialmente:

- (a) Normas a serem adotadas;
- (b) O perfil e qualificação dos principais responsáveis pela execução e controle do projeto;
- (c) Critérios mínimos do sistema de garantia da qualidade.

As empresas de engenharia de projeto devem procurar implantar e desenvolver sistemas de garantia da qualidade para atender padrões definidos e as exigências dos clientes. O desenvolvimento de um sistema de Garantia da Qualidade depende em grande parte da definição da sua política da qualidade, que pode considerar um sistema com foco em áreas ou setores de atuação.

O conceito adotado é de que a base para a garantia da qualidade da engenharia de projeto é a padronização e normalização, que são o próprio

sistema de informações dentro da empresa, através do qual o conhecimento técnico e administrativo deve envolver as pessoas que conduzem e executam suas tarefas.

Um sistema de padronização e normalização da engenharia de projeto deve contemplar, de acordo com a ABNT, as seguintes normas:

(a) Classificação

Refere-se aos documentos técnicos da engenharia de projetos, definindo os tipos de documentos técnicos e específicos de cada especialidade, relacionando suas finalidades, as informações que devem conter e recomendações relativas à sua elaboração;

(b) Especificação

Trata-se de especificações gerais de máquinas e equipamentos, condições gerais exigíveis para o projeto, fabricação e fornecimento dos principais tipos de máquinas e equipamentos utilizados nas instalações da empresa e aplicáveis aos projetos. Adicionalmente, as especificações de serviços devem definir as condições gerais e requisitos para a execução dos diversos tipos de serviços de fabricação, construção, montagem e testes de instalações e equipamentos;

(c) Procedimento

Inclui os procedimentos para elaboração, identificação e tramitação de documentos técnicos, elaboração de projetos para controle de dados básicos, interfaces e alterações do projeto, controle de pendências, avaliação técnica de propostas de fornecedores, procedimento para aprovação de documentos técnicos de fornecedores e inspeção de equipamentos e materiais;

(d) Padronização

Refere-se aos critérios para padronizações de máquinas, equipamentos e materiais, bem como de detalhes de fabricação, construção e montagem;

(e) Simbologias

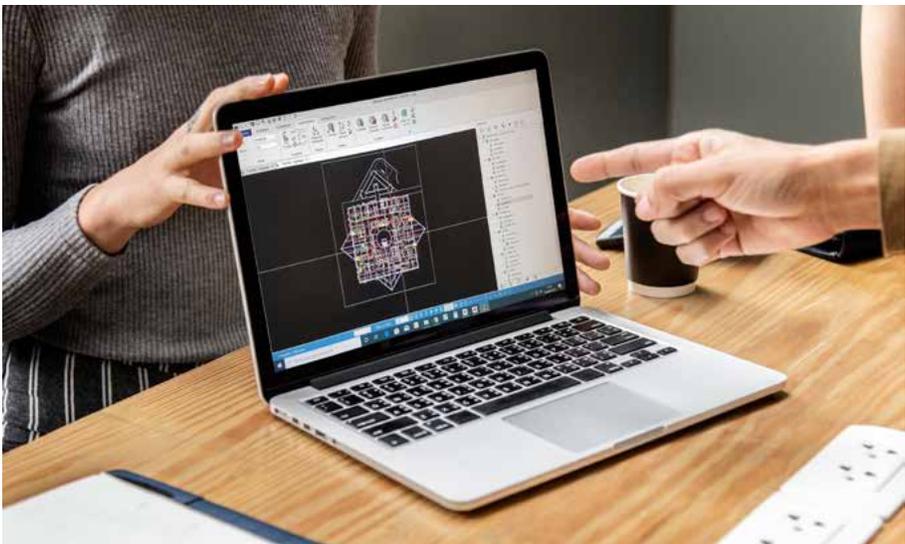
Trata-se de definição das convenções gráficas e/ou literais, abreviações e siglas de aplicação geral para a elaboração de documentos técnicos da engenharia de projeto.

[CAPÍTULO 10]

SOFTWARES PARA PROJETOS INDUSTRIAIS

Para assegurar a qualidade de um projeto industrial, além do envolvimento de profissionais com conhecimento, experiência e habilidade, é recomendável ter disponíveis diversas ferramentas, em especial *softwares* especializados. Estes *softwares* facilitam o gerenciamento do projeto, a compatibilização de projetos das diversas disciplinas, a preparação dos desenhos e de outros documentos necessários ao projeto (lista de materiais, especificações e outros).

O desenho como forma de representar projetos arquitetônicos começou a ser usado a partir do Renascimento. Por muitos anos os projetos não eram sequer normatizados. Com a Revolução Industrial, os projetos das máquinas passaram a demandar maior precisão, e os projetistas necessitaram buscar melhorias na comunicação para aumentar a eficiência do processo de preparação e minimizar erros. A Revolução Industrial fez, portanto, que crescesse a importância dos projetos das diversas disciplinas.



Como resultado, a partir do século XIX, surgiram as primeiras normas técnicas de representação gráfica de projetos, e o desenho técnico passou a ser considerado um recurso tecnológico indispensável ao desenvolvimento industrial e econômico.

As primeiras aplicações de computadores para representação gráfica datam do início da década de 50. A aplicação de computadores para auxílio na engenharia ocorreram inicialmente no *Massachusetts Institute of Technology* – MIT e formaram uma base para o surgimento da tecnologia CAD/CAM. Os sistemas desenvolvidos se limitavam à descrição de entidades geométricas em duas dimensões, a criação e manipulação de desenhos em terminais gráficos monocromáticos.

Embora estes desenvolvimentos tenham sido iniciados na década de 50, ainda na década de 80 se utilizava basicamente prancheta, régua T, régua paralela, par de esquadros, escalímetro, papel vegetal, canetas nanquim, normógrafos e outras ferramentas simples na elaboração de desenhos e projetos.

Para se adaptar às condições necessárias à utilização de *software* de desenhos por computador, era necessário mudar toda uma cultura, treinar profissionais e investir em equipamentos como computadores e impressoras. Além disso, era imperativo desenvolver sistemas de segurança e arquivamento de documentos eletrônicos e *backup*, entre outros. Tudo isso significava investimentos elevados.

Os benefícios imediatos da adoção do uso de tecnologias mais avançadas, especialmente com o uso de computadores, foram no ganho de produtividade, redução de erros e de retrabalho. Os *softwares* evitavam perdas de informação e retrabalho em peças e produtos e reduziam o tempo necessário à execução das atividades e conseqüentemente dos custos envolvidos. Estes aspectos foram decisivos para a rápida adoção da nova tecnologia, com o uso de computadores, no desenvolvimento de projetos.

Neste capítulo são apresentados aspectos relacionados ao desenvolvimento de *softwares* aplicados à preparação de projetos de engenharia industrial, bem como apresenta-se a nova geração de *softwares* recentemente desenvolvidos. Adicionalmente, são também feitos comentários quanto as precauções necessárias à seleção de *softwares*

no apoio ao planejamento e na preparação de projetos, com foco em projetos industriais.

10.1 DESENVOLVIMENTO DE *SOFTWARES* BÁSICOS PARA PROJETOS

O *software* para desenvolvimento de projetos é uma ferramenta que auxilia os profissionais envolvidos na preparação de projetos, aumentando a produtividade. É uma ferramenta útil principalmente para eventos rotineiros e procedimentos repetitivos, facilitando a visualização, a integração das várias disciplinas envolvidas na preparação de um projeto e reduzindo a probabilidade de ocorrência de erros.

Embora existam diversas vantagens, o resultado final mais importante da utilização de um *software* em projetos de engenharia industrial é basicamente uma melhoria na qualidade do produto (projeto), com redução no prazo e no custo. Como resultado, nos últimos anos, os *softwares* empregados em engenharia de projetos industriais se tornaram uma ferramenta cada vez mais indispensável.

Os primeiros *softwares* desenvolvidos para elaboração de projetos se apoiavam na preparação de desenhos em duas dimensões (2D). Eles evoluíram gradualmente e passaram a projetar em dimensão tridimensional (3D), melhorando a visualização e possibilitando adoção de soluções cada vez mais complexas.

Em um primeiro momento, o uso de *softwares* mais complexos requeria o envolvimento de profissionais especializados, com profundos conhecimentos em linguagem de programação. Isso limitava a aplicação a grandes empresas, pois requeria pessoal altamente capacitado e envolvia investimentos e custos elevados.

Com o desenvolvimento de um sistema operacional robusto (Windows NT), o custo com *hardware* e a necessidade de usuários mais especializados foram reduzidos. Com o uso do computador pessoal, surgiram e foram aprimorados os *softwares*:

- (a) Desenho Auxiliado pelo Computador – CAD;

- (b) Engenharia Auxiliada pelo Computador – CAE;
- (c) Manufatura Auxiliada pelo Computador – CAM.

Estas ferramentas de trabalho foram desenvolvidas para serem utilizadas de maneira isolada ou integradas entre si. Existem no mercado *softwares* com programas de CAD, CAE e CAM independentes ou que permitem a interação entre eles, como o CAD/CAE, o CAD/CAM e o CAD/CAE/CAM.

Adicionalmente, estes *softwares* podem ser incorporados a processos ou equipamentos diversos, possibilitando uma otimização do sistema de produção e desenvolvimento de tarefas de forma multidisciplinar, importantes para o desenvolvimento de projetos industriais.

10.2 ANÁLISE DE OPÇÕES DE SOFTWARE

Os projetistas, principais usuários dos *softwares*, devem estar informados sobre as alternativas disponíveis e ter conhecimento e experiência para selecionar a melhor opção. Cabe lembrar que um *software* não supre a falta de conhecimento técnico necessário para desenvolver os projetos industriais. O conhecimento e a experiência do técnico da disciplina e o seu domínio na operação de um *software* para alimentar com informações corretas é fundamental para obter o resultado correto.

O uso dos *softwares* tem várias vantagens, como a redução do tempo de execução e dos custos de desenvolvimento do projeto, aprimoramento do planejamento e da execução dos projetos e a compatibilização de projetos das diversas disciplinas, o que melhora a acuidade dos resultados.

No passado, o desenvolvimento de *softwares* pelos próprios usuários (*home made*) era frequente, mas na atualidade isso é raro. Portanto, ter conhecimento das alternativas de *software* disponíveis no mercado, para uma determinada aplicação, é fundamental.

Os cuidados básicos necessários para a aquisição de um *software* incluem, entre outros, os seguintes aspectos:

- (a) Análise crítica comparativa das características;
- (b) Performance do *software*;

- (c) Custos envolvidos e forma de acesso;
- (d) Adequação ao usuário e ao projeto;
- (e) Resultados obtidos com o uso do *software*.

A primeira característica do *software* é a ausência de existência física, dificultando, em princípio, a verificação do produto. Além dos aspectos acima mencionados, na aquisição de um *software* é ainda necessário assegurar, além da qualidade, o suporte técnico, a disponibilidade de treinamento, os planos de atualização e de expansão do produto e os custos envolvidos.

A qualidade de um *software* é, na realidade, avaliada pelo cliente, com base na sua percepção ao longo do uso e da prestação do serviço. Esta avaliação é subjetiva, mas existem alguns critérios que podem ser considerados para verificar a qualidade de um produto, tais como:

- (a) Usabilidade
Medida pela facilidade de aprendizado e de uso do *software*;
- (b) Integridade
Considera a proteção do programa e as limitações de acesso não autorizado;
- (c) Eficiência
Trata da capacidade de utilização otimizada dos recursos, como processadores e memória;
- (d) Correção
Considera a capacidade de adequação do programa às suas especificações/necessidades;
- (e) Confiabilidade
Trata-se da capacidade do *software* de não apresentar erros;
- (f) Facilidade de manutenção
Engloba a facilidade para localizar e corrigir falhas do programa no ambiente de operação;
- (g) Flexibilidade
Trata-se da facilidade de alteração/atualização do programa conforme mudanças no ambiente de operação;
- (h) Interoperabilidade
Considera a capacidade de interação com outros sistemas.

Nos últimos anos, a indústria de *software* evoluiu muito, desenvolvendo cada vez mais *softwares* de melhor qualidade e de maior capacidade. Na análise de *softwares*, devem ser ainda considerados e analisados os seguintes fatores ou características:

(a) Capacidade requerida do *hardware*

Os *softwares* atuais tendem a ser cada vez mais complexos, demandando maiores capacidades do *hardware* para operação;

(b) Características especiais dos *softwares*

Os *softwares* de aplicação mais sofisticada (de aplicação especializada), em sua maioria, não são produzidos em série e podem envolver desenvolvimento, o que, como resultado, pode elevar o custo;

(c) Vida útil dos *softwares*

Os *softwares* são produtos que não se desgastam e nem se modificam com o uso, no entanto podem se tornar obsoletos em prazo relativamente curto devido a novos desenvolvimentos, necessitando ser atualizados ou substituídos, o que representa custos adicionais.

Devido aos avanços da tecnologia da informação, não só a complexidade e qualidade dos *softwares* vêm aumentando, mas também o número de alternativas ofertadas vem crescendo.

Considerar a dinâmica envolvida na gestão destes produtos é cada vez mais importante. Uma das alternativas é estabelecer um sistema de gestão da qualidade do *software*. O processo de desenvolvimento e manutenção de *softwares* é diferente da maioria dos demais tipos de

produtos industriais. Trata-se de um desenvolvimento rápido e, portanto, o estabelecimento de sistemas de gestão da qualidade necessita acompanhar este processo de crescimento.

A indústria do *software* busca, em geral, convencer potenciais usuários de que basta um bom



computador e um programa adequado (*hardware* e *software*) para habilitar profissionais no desenvolvimento de projetos industriais.

No entanto, deve ser lembrado que a identificação da **melhor solução** de engenharia depende de conhecimentos, experiência, criatividade e habilidade dos profissionais envolvidos na elaboração do projeto. Ademais, como já mencionado, os operadores devem estar capacitados para alimentar corretamente o *software* para a obtenção da resposta correta.

10.3 SOFTWARES SELECIONADOS PARA PROJETOS INDUSTRIAIS

Além dos *softwares* básicos usados no desenvolvimento de projetos, existe um grande número de *softwares* especializados para aplicação no desenvolvimento de projetos industriais envolvendo as diversas disciplinas. Existe também uma grande variedade de fornecedores. Os *softwares* especializados mais tradicionais, que podem ser considerados para a preparação de projetos industriais florestais, são apresentados na sequência.

CAD Elétrica

Utilizado para preparar desenhos e outros documentos envolvendo esquemas elétricos, planilha de bornes e listas de cabos, *layout* de painéis e fiações, cabos e chicotes, diagrama lógico eletrônico, documentação para produção, manufatura e manutenção e outros;

CAD Mecânica

Possibilita o modelamento paramétrico complexo de peças em sólidos e superfícies, a criação de montagens e simulação de movimentos através de física dinâmica, detalhamento automático com listagem de materiais e outras funções;

Desenho de Plantas

Utilizado para o desenvolvimento de arranjos físicos de plantas industriais (*layout*), incluindo a disposição de máquinas e equipamentos,

de componentes, de tubulações, de instalações, de estruturas metálicas e outras funções;

Softwares para Estruturas Metálicas

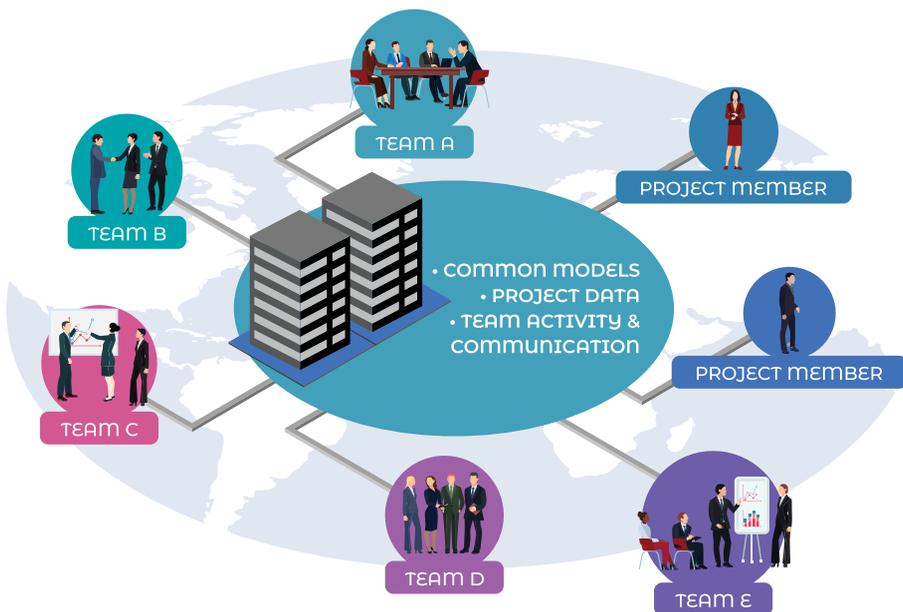
São *softwares* utilizados no detalhamento, fabricação e montagem de estruturas metálicas utilizadas em construção. Ele modela perfis, uniões estruturais, gera planos para visualização da planta e lista de materiais e peças;

GED – Gerenciamento Eletrônico de Documentos

É uma ferramenta para criação de planos de gerenciamento de projetos que facilita a preparação de cronograma de projetos e a revisão, bem como auxilia no gerenciamento de documentos relacionados às atividades, no gerenciamento de riscos e na elaboração de relatórios;

Scanning Laser

Apoia o registro do avanço da obra, gerando informação-base para preparação do projeto *as-built* e de outros documentos.



Entre os *softwares* tradicionais listados, um dos mais importantes é o Gerenciamento Eletrônico de Documentos – GED. Este *software* é uma tecnologia que oferece um meio de facilmente gerar, controlar, armazenar, compartilhar e recuperar informações existentes em documentos. O sistema permite aos usuários acessar os diferentes documentos do projeto de forma ágil e segura, podendo ser utilizado através da intranet corporativa.

A decisão quanto à implantação de um sistema de Gerenciamento Eletrônico de Documentos em uma empresa de projetos de engenharia envolve uma série de variáveis que devem ser criteriosamente analisadas. Entre elas, mencionam-se:

- (a) Quantidade de documentos a armazenar;
- (b) Frequência de consultas aos documentos nos diferentes arquivos;
- (c) Número de pessoas que precisam ter acesso ao sistema;
- (d) Necessidade de dispor ou guardar documentos originais;
- (e) Período de arquivamento necessário;
- (f) Necessidade de vários escritórios ou filiais terem acesso ao banco de dados;
- (g) Número de documentos acrescentados, consultados, alterados e transferidos no tempo;
- (h) Necessidade de indexação dos documentos para facilitar a consulta e recuperação;
- (i) Existência de servidor (*hardware*) com capacidade para suportar a carga representada pelo sistema.

De qualquer forma, como a tendência atual é transformar a informação registrada em papel em meio digital, o Gerenciamento Eletrônico de Documentos é cada vez mais importante. Ele facilita a indexação, o armazenamento, as pesquisas, a comunicação, a transparência e a recuperação de documentos.

10.4 SOFTWARES RECENTES PARA PROJETOS INDUSTRIAIS

O desenvolvimento de *softwares* na área de projetos industriais está em constante aprimoramento, com a oferta de ferramentas cada vez mais robustas. Existem diversos *softwares* disponíveis, alguns de alta complexidade e integrados em plataformas que podem ser aplicadas a projetos industriais.

10.4.1 Plataforma BIM

A Plataforma BIM – *Building Information Modelling* significa Modelagem da Informação da Construção ou Modelo da Informação da Construção e pode ser definido genericamente como *um conjunto de informações geradas e mantidas durante todo o ciclo de vida de um edifício*.

O conceito de modelagem de informação, base da Plataforma BIM, é recente. Segundo informações, o conceito foi criado pelo Prof. Charles M. Eastman do Instituto de Tecnologia da Geórgia (EUA) e foi citado inicialmente em um artigo de van Nederveen and Tolman, em 1992.

A Plataforma consiste na aplicação de um conceito inovador, envolvendo uma modelagem virtual tridimensional para os projetos de engenharia. O modelo garante maior confiabilidade das informações projetadas, a compatibilização de ideias entre os projetistas das diversas disciplinas envolvidos e uma redução de tempo empregado e custos para elaboração dos projetos.

Trata-se de um modelo virtual, que não é constituído apenas de geometria e texturas para efeito de visualização. É uma construção virtual equivalente a uma edificação real, possuindo muitos detalhes, incluindo a composição dos materiais de cada elemento, e permitindo simular a edificação e entender seu comportamento antes de sua construção real ter sido iniciada. O modelo pode ser utilizado para vários fins, como a visualização tridimensional, para auxiliar nas decisões de projeto e comparar as várias alternativas de design e para vender o conceito ou projeto ao cliente.

A tecnologia BIM tem a premissa de transformar a forma geométrica planificada dos projetos de engenharia, que usualmente são preparados em ambiente CAD (*Computer Aided Design*), em uma modelagem tridimensional parametrizada para qualquer projeto: arquitetônico, civil, elétrico, hidráulico e eletromecânico.

Um grande ganho da utilização do BIM são as compatibilizações multidisciplinares simultâneas, que ocorrem entre os projetistas de diversas áreas, como arquitetônica, civil, hidráulica, elétrica, mecânica e tubulação. Eles podem trabalhar de forma simultânea, e as informações geradas envolvem os quantitativos de materiais utilizados.

Na realidade, os projetos desenvolvidos nessa plataforma não são apenas desenhos ou representações gráficas. Eles são um conjunto de várias informações técnicas, extremamente necessárias para uma boa execução do empreendimento.

Todos os dados são armazenados dentro de um arquivo BIM, cada modificação na modelagem da edificação será automaticamente replicada em cada vista, como plantas, seções e elevações. Isso não só ajuda a documentar o projeto de forma mais rápida, mas também proporciona maior segurança e qualidade com a coordenação automática de todas as vistas.

Os modelos BIM contém, portanto, mais do que apenas dados de arquitetura. Informações a respeito das demais disciplinas da engenharia, informações de sustentabilidade e outras características podem ser facilmente simuladas bem antes da construção real. O BIM também pode ser utilizado para demonstrar todo o ciclo de vida da construção, incluindo os processos construtivos e fases de instalação.

O BIM pressupõe que, quando o arquiteto modela o edifício virtual utilizando ferramentas tridimensionais (Scia Engineer, Allplan, Autodesk AEC Collection – Revit, Bentley AECOSim Building Designer, Acca Edificius, Archicad, VectorWorks, Tekla Structures, Cype, TecnoMETAL, ArCADia BIM, entre outras), toda a informação necessária à representação gráfica (desenhos rigorosos), à análise construtiva, à quantificação de trabalhos e de mão de obra, desde a fase inicial até a conclusão do empreendimento, se encontra no modelo.

No Brasil, a adoção da Plataforma BIM é recente. No entanto, algumas empresas e projetistas já a incorporaram. Em 2017, foi assinado pelo governo do Brasil um decreto criando um Comitê Estratégico de Implantação da Tecnologia BIM. Em 16 de maio de 2018, foi lançada a Estratégia Nacional para Disseminação do BIM.

Esta ação governamental causou a expectativa, baseada em estudos contratados pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), de ganhos de até 10% na produtividade e uma redução de custos de até 20% na preparação de projetos.

10.4.2 *Softwares* Selecionados

Existem diversos *software* aplicados a projetos industriais e atualmente utilizados na Plataforma BIM. A tecnologia BIM faz uso de *softwares* específicos, gerando arquivos em formato universal (IFC). Entretanto, os arquivos podem ser salvos em formato DWG, possibilitando ser acessados e alterados a partir dos *softwares* usuais de elaboração de projetos (CAD).

Informações gerais de alguns dos *softwares* recentes, aplicáveis ao desenvolvimento de projetos industriais e compatíveis com a Plataforma BIM, são apresentadas na sequência.

ArchiCAD

Trata-se do programa BIM mais antigo disponível no mercado. O ArchiCAD é intuitivo de aprender e possui uma base de usuários relativamente ampla, distribuída por todo o mundo. Ele possui uma extensa biblioteca disponível e uma maturidade decorrente dos seus anos de experiência e desenvolvimento no mercado.

No entanto, possui algumas limitações, como a falta de potência para trabalhar com projetos muito complexos, além do sistema de base de dados ser um pouco mais básico que em programas similares.

Este *software* tem compatibilidade com *softwares* de orçamentos, como o Volare e o Orçamento Expresso, e com o EcoDesign, de cálculo energético, entre outros.

Bentley Architecture

A solução BIM da BENTLEY SYSTEMS é construída sobre a plataforma do Microstation, um programa CAD. Possui suporte para formato IFC. O Bentley Architecture faz parte de uma extensa plataforma, que inclui *softwares* específicos para estrutura, instalações e modelagem de elementos complexos.

No entanto, como desvantagem, é considerado como um programa de aprendizagem complexa e interface pouco intuitiva, além de ter uma base de usuários pequena no Brasil.

Vectorworks Architect

O Vectorworks Architect, da NEMETSCHEK, é um *software* BIM e Modelador 3D para arquitetura e design. Possui compatibilidade total com o formato IFC para troca de arquivos com outros *softwares* BIM. Tem como vantagem ser uma solução relativamente simples e barata e permite projetar da forma tradicional, como se fosse um programa de CAD convencional.

Autodesk Revit Architecture

O *software* Revit Architecture da AUTODESK é uma poderosa ferramenta na elaboração de projetos arquitetônicos que permitem modelos para projetar, planejar e gerenciar empreendimentos de edificações e infraestruturas. Este *software* também é um dos mais difundidos no mercado, por ser do mesmo fabricante do AutoCad e pela estratégia de vendas adotada pela AUTODESK.

No Revit Architecture, os arquivos gerados nos programas específicos de estrutura (Revit Structure) e instalações (Revit MEP) agilizam a coordenação e compatibilização dos complementares. Ele considera recursos utilizados em todas as disciplinas envolvidas de forma multidisciplinar (projeto de arquitetura, engenharia de sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos, engenharia estrutural e construção), envolvendo projeto de um empreendimento. Arquitetos, engenheiros e profissionais de construção podem acessar o modelo central compartilhado e trabalhar em uma plataforma unificada, resultando em uma melhor coordenação.

Segundo a AUTODESK, os diversos formatos de publicação e de exportação possibilitam que as informações criadas e gerenciadas sejam disponíveis em aplicativos de visualização, fornecidos gratuitamente.

Adicionalmente, o risco de erros de conversão de dados é reduzido, e o processo do projeto pode ser mais previsível. A interoperabilidade ocorre com a equipe de trabalho envolvida no projeto, pois os arquivos são importados e exportados em formatos mais usuais na indústria de programação, tais como formato da *Industry Foundation Classes* – IFC e arquivo formato DWG e DGN. O uso do IFC reduz, por exemplo, a perda de informações na transmissão de arquivos.

No entanto, o Revit Architecture tem algumas desvantagens, como limitações para trabalhar com arquivos muito grandes e relativa escassez de ferramentas de desenho. Como resultado, pode ser necessário o dispêndio de tempo para criar os elementos da biblioteca necessária ao desenvolvimento do projeto, e este fato é uma das suas maiores desvantagens.

Autodesk Revit MEP (Mecânica, Elétrica e Hidráulica)

O Revit MEP da AUTODESK é utilizado para desenvolver projetos específicos nas áreas de mecânica, elétrica e hidráulica na construção, com maior precisão e otimização do desempenho. Ele adota uma modelagem tridimensional de forma paramétrica, facilitando a compatibilização entre projetos e coordenação com componentes arquitetônicos e estruturais e com a obtenção de informações, como lista de materiais, identificando possíveis incompatibilidades e interferências.

Da mesma forma, os arquivos podem ser importados e exportados em formatos mais usuais na indústria de programação IFC e DWG.

TQS Estrutura – TQS

O *software* TQS Estrutura é uma ferramenta que se destaca no mercado para os profissionais de estruturas de concreto armado. Ele dispõe de uma interface para modelagem tridimensional, criando modelos inteligentes de estrutura de forma coordenada com outros componentes de construção, permitindo avaliar se o projeto estrutural está em conformidade com as normas de segurança e de construção.

Similarmente a outros *softwares*, dispõe da interoperabilidade dos seus arquivos, gerando também a lista de materiais. Os arquivos podem ser exportados em formatos mais usuais na indústria de programação IFC e DWG.

Tekla Structures

O Tekla Structures é um *software* desenvolvido pela empresa TEKLA e é utilizado por projetistas no âmbito industrial para modelagem de estruturas metálicas e também de concreto. Ele gerencia o detalhamento, planejamento da produção/fabricação e montagem de todas as estruturas metálicas, gerando ganhos na eficiência.

A capacidade e a flexibilidade do Tekla Structures permitem criar um modelo 3D real e detalhado de qualquer estrutura metálica, disponibilizando lista de materiais e peças e podendo incorporar informações sobre o maquinário de fabricação de outros fornecedores sem perda de interface com outros sistemas. Ademais, toda essa informação depende de modelo (*software*). Com quaisquer mudanças efetuadas no modelo, todos os planos são atualizados para refletir a realidade (mudança). Também neste caso, os arquivos podem ser importados e exportados em formato de programação IFC e DWG.

PDMS (*Plant Design Management System*)

O *software* PDMS, desenvolvido pela AVEVA, é uma ferramenta para a elaboração de projetos de tubulações industriais e caldeiras (vasos de pressão), permitindo a interface e modelagem dos elementos com a automação do sistema projetado.

O PDMS é um sistema de uma base de dados centralizada, com ambiente integrado, que permite o gerenciamento automático tanto da parte gráfica do projeto quanto dos dados. Dessa forma, usuários podem trabalhar apenas em sua área de interesse, garantindo a consistência e integridade de todos os dados do projeto.

Este *software* facilita a modelagem de forma paramétrica dos elementos estáticos ou dinâmicos, como bombas, torres de processo, vasos de pressão, entre outros elementos de uma indústria. Da mesma forma que os demais,

O fluxo de trabalho colaborativo com o uso da Plataforma BIM é fundamental para minimizar erros, maximizar a eficiência nos projetos industriais, reduzir custos e evitar a duplicação de esforço. Como resultado, existe uma maior probabilidade da conclusão de projetos dentro do prazo definido, no custo estabelecido e na qualidade desejada.

FIGURA 33 – COMPATIBILIZAÇÃO DOS MODELOS DE *SOFTWARES* USADOS NA PLATAFORMA BIM



FONTE: Elaborado pelo autor (2019)

BIBLIOGRAFIA

ANTUNES, P. R. Projeto Conceitual: o que é e porque fazê-lo. *In: Meio Filtrante*, n. 53, 2011. Disponível em: <http://www.meiofiltrante.com.br/edicoes.asp?link=ultima&fase=C&id=743> Acesso em: 05 jun. de 2017.

AUSTIN, J. E. **Agroindustrial Project Analysis**. The Economic Department of the International Bank for Reconstruction and Development. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1981. 213p.

BEHRENS, W.; E HAWRANEK, P. M. **Manual for the Preparation of Industrial Feasibility Studies**. United Nations Industrial Development Organization, Vienna, 1991. 386p.

BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. Artes Médicas, Porto Alegre, 1998. 288p.

BNDES. **Apoio Financeiro**, 2016. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/financiamentos>

CONTROLADORIA Geral do Estado do Acre. **Formação de Projetos Básicos/Executivos**. Rio Branco, AC, 35 p. 2014.

DINSMORE, P.C.; SILVEIRA NETO, F.H. **Gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2008. 151 p.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2. ed. John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, USA, 2011. 611 p.

FAO. **Management of Forest Industries**. FAO Paper 69, Rome, 1986. 304 p.

ITTO. **Planificación de Industrias Forestales en Países en Desarrollo**. International Tropical Timber Organization, Serie Técnica 6: Helsinki, 1991. 140p.

LAROZINSKI NETO, A.; FAVARETTO, F. **Projeto Conceitual: o projeto da “forma” do produto**. V CBGDP: Curitiba, PR, 2005. 9p.

MARION, J. C. **Contabilidade Rural**. 14. Editora Atlas: São Paulo, SP, 2014.

MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. Editora Saraiva: São Paulo, SP, 2000. 445p.

MELNICK, J. **Manual de Projectos de Desarrollo Económico** – Naciones Unidas. Entrelivros Cultural: Rio de Janeiro, 1978. 293p.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

PMI – Project Management Institute. **PMBOK – Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos**. 3a. ed. ANSI, PMI, 2004.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos** – Guia PMBOK® 5ª. Ed. EUA: Project Management Institute, 2013.

ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do Modelo de Desdobro na Qualidade da Madeira Serrada de Eucalyptus Grandis e Eucalyptus Durnii. *In: Cerne*. Lavras, v. 8, n. 2, 2002. p. 73-86.

ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do Modelo de Corte nas Dimensões de Madeira Serrada de Eucalyptus Grandis e Eucalyptus Durnii. *In: Floresta e Ambiente*. Seropédica, v. 8, n. 1, 2001. p. 94-103.

SAMANEZ, C. P. **Gestão de Investimentos e Geração de Valor**. Pearson Prentice Hall: São Paulo, 2007. 382 p.

SOUZA, A. & CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e Análises de Investimentos:** conceitos, técnicas e aplicações. 6a ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TEKLA Structures. Disponível em: <https://www.tekla.com/br/produtos/tekla-structures> Acesso em: 05 jun. de 2017.

TOMASELLI, I.; SIQUEIRA, J. D. P. **Gerenciamento de Projetos** – conhecimentos e habilidades. Kairós Edições: Curitiba, 2016. 124 p.

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN F. D. **Modeling Multiple Views on Building.** Automation in construction. Amsterdam, v.1, i. 3, 1992. p. 215-224.

ÍNDICE REMISSIVO

Análise de riscos, 181

- sensibilidade da TIR, 183

Análise de pré-viabilidade, 69

- análise de sensibilidade, 74
- fluxo de caixa, 70
- indicadores, 73

Análise de viabilidade, 149

- capital de giro, 154
- investimentos e fontes de financiamento, 151
- ativo fixo, 153
- despesas pré-operacionais, 152
- investimento total, 156
- avaliação econômica e financeira, 169
- fluxo de caixa, 168
- receitas, 166
- custos, 162
- incentivos e subsídios, 160
- fontes de financiamento, 157

Anotação de Responsabilidade Técnica, ART, 19

Arranjo físico, 100

- célula, 105
- detalhamento de unidades, 112
- funcional ou por processo, 105

- misto, 106
- preparação de arranjo físico, 107
- seleção do tipo de arranjo físico, 107
- tipos de arranjos físicos, 102
- posicional, 103
- por produto, 104
- preparação de arranjo fixo, 107

Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, 7, 40, 173, 185

Avaliação econômica e financeira, 169

- ponto de equilíbrio (PE), 178
- período de retorno do investimento (PRI), 180
- taxa interna de retorno (TIR), 175
- valor presente líquido (VPL), 171

Banco da Amazônia – BASA, 224

Banco do Nordeste – BND, 224

Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, 159

Banco Mundial – BIRD, 159

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, 158, 224

Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul – BRDE, 158, 224

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA, 141

Corporación Andina de Fomento – CAF, 20

Ciclo de vida do projeto, 90

Comissionamento, 231

Construções e instalações, 118

Coordenador de projetos, 24

Cronograma e custos de implantação, 236

Curva de aprendizado, 136

Custos, 60, 162, 236

- custos fixos, 163
- custos totais, 166
- custos variáveis, 164
- madeira e insumos, 122
- mão de obra, 124
- utilidades, 122

Dimensionamento e tecnologia, 62

- escala, 63
- opções tecnológicas, 64

Documentação do projeto e arquivos, 244

Engenharia básica, 77

- fluxograma do processo, 80
- fluxo de massa, 80
- tecnologia, máquinas, equipamentos e investimentos, 85
- seleção da tecnologia, 86
- seleção de máquinas e equipamentos, 92
- investimentos em máquinas e equipamentos, 99

Estrutura organizacional, 68, 124

- organização do empreendimento, 126
- mão de obra requerida e custos, 128
- Fases do projeto, 28
- encerramento, 31
- execução e controle/monitoramento, 30
- iniciação/concepção, 29
- planejamento, 30

Financiamento do projeto/*funding*, 220

- capital próprio, 222
- capital de terceiros, 223

Fluxo de caixa, 70

Fluxo de massa, 80

Fluxograma do processo, 66, 80

Fontes de financiamento, 151, 157

Gerenciamento de projetos, 27

Implantação do projeto, 213

- comissionamento, 231
- cronograma e custos de implantação, 236
- gerenciamento de obras e fiscalização da implantação, 216
- legalização da empresa e do projeto, 214
- licitação, negociação e contratação, 226
- *marketing* pré-operação, 234
- organização e capacitação da mão de obra, 232

Incentivos e subsídios, 160

Insumos, 53, 56,120

- investimentos, 85, 118, 151, 152
- capital de giro, 154
- investimentos em máquinas e equipamentos, 99
- despesas pré-operacionais, 152
- investimento total, 156
- ativo fixo, 153

Licitação, negociação e contratação de bens e serviços, 226

- equalização de propostas, 229
- avaliação de propostas, 228
- carta-convite, 228
- contratação, 230
- negociação e seleção, 230
- preparação de documentos de licitação, 227
- pré-qualificação técnica e legal, 227

- *procurement*, 226
- localização, 56
- fatores qualitativos, 61
- fatores quantitativos, 59

***Marketing* pré-operação, 234**

Mão de obra, 124

- custos, 128
- mão de obra requerida, 128
- organização do empreendimento, 126
- organização e capacitação, 232
- ambiente socioeconômico e cultural, 130
- capacitação, 131
- categorias, funções e quantidades de mão de obra, 128
- custos de mão de obra, 128, 133
- disponibilidade e recrutamento, 130
- mão de obra requerida, 128
- organização do empreendimento, 126

Matéria-prima e insumos, 53, 120

- custos, 120
- demanda de madeira e insumos, 122
- suprimento de madeira, 141
- madeira, 54
- insumos, 56

Meio ambiente e outros aspectos legais, 139

- alvará de construção e funcionamento, 146
- capacitação/qualificação técnica, 146
- constituição da empresa, 141
- exigências relativas a segurança, 145
- legalização da empresa e do projeto, 214
- licenciamento ambiental das instalações industriais, 142
- outorgas, 145
- responsabilidade técnica do projeto, 140
- suprimento de madeira, 141

Mercado, 46

- canais de distribuição, 52
- concorrentes, 53
- formas de comercialização, 52
- produto, 51
- tendências e perspectivas, 53
- termos comerciais, 52

Organização e capacitação de mão de obra, 232

Partida, 241

Pré-operação, 242

- Pre-viabilidade, 69
- análise de sensibilidade, 74
- fluxo de caixa, 70
- indicadores, 73
- outros fatores, 75

Projeto, 26

Projeto *as built*, 41, 245

Projeto básico, 36, 77

- meio ambiente, 139
- programa de produção, 135
- mão de obra e custos, 124
- utilidades e custos, 122
- fluxograma, 80
- fluxo de massa, 80
- tecnologia, máquinas, equipamentos e investimentos, 85
- arranjo físico, 100
- construções, instalações e investimentos, 118
- matéria-prima, insumos e custos, 120

Projeto conceitual, 34, 43,

- análise do mercado, 46
- suprimentos, 53

- unidade industrial e localização, 56
- dimensionamento e tecnologia, 62
- fluxograma, 66
- estrutura organizacional, 68
- pré-viabilidade, 69

Projeto detalhado ou executivo, 38, 185

- projeto arquitetônico, 188
- projeto civil e estrutural, 191
- projeto de automação e controle, 210
- projeto de tubulações, 206
- projeto elétrico, 198
- projetos industriais, 33
- projeto mecânico, 193

Programa de produção, 135

- curva de aprendizado, 136
- produtos e programa, 138

Qualidade de projetos, 247

- critérios de qualidade, 248
- parâmetros de qualidade, 249
- processo de garantia total, 250

Receitas, 166

- efeito da curva de aprendizagem, 168

Seleção de máquinas e equipamentos, 92

- categorias de máquinas e equipamentos, 95
- comissionamento, testes e desempenho, 97
- licitação, tempo de entrega e garantias, 98
- limitações, 98
- nível de automação, 95
- peças sobressalentes e ferramentas, 96
- relação com outros componentes do projeto, 99

Softwares, 253

- análise de opções, 256

- CAD Elétrica, 259
- CAD Mecânica, 259
- desenho de plantas, 259
- desenvolvimento de *softwares* básicos, 255
- GED/Gerenciamento Eletrônico de Documentos, 260
- Naviswork, 268
- PDMS, 267
- Plataforma BIM, 262
- Revit Architecture, 265
- Revit MEP, 266
- *Scanning Laser*, 260
- *Softwares* para estruturas metálicas, 260
- *Softwares* recentes para projetos industriais, 262
- *Softwares* selecionados para projetos industriais, 259
- Tekla Structures, 267
- TQS Estrutura, 266
- ArchiCAD, 264
- Bentley Architecture, 265
- Vectorworks Architect, 265

Suprimento de madeira e insumos, 53

- insumos, 56
- madeira, 54

Tecnologia, 62, 85

- categorias de máquinas e equipamentos, 95
- comissionamento, testes e desempenho, 97
- evolução da tecnologia, 90
- impacto ambiental, 89
- integração local, 91
- limitações, 98
- nível de automação, 95
- seleção de tecnologia, 86
- tecnologia requerida e disponibilidade, 87

Testes, partida e pré-operação, 239

- partida, 241
- pré-operação, 242

- testes de desempenho e aceite, 240
- documentação do projeto, 244

Utilidades, 122

- demanda de utilidades, 122, 124
- custos de utilidades, 122, 124

Viabilidade econômica e financeira, 149

- análise de riscos, 181
- análise de sensibilidade, 74
- capital de giro, 154
- custos fixos, 163
- custos variáveis, 164
- custos totais, 166
- fontes de financiamento, 157
- fluxo de caixa, 168
- investimentos, 152
- ativo fixo, 153
- despesas pré-operacionais, 152
- investimento total, 156
- incentivos e subsídios, 160
- período de retorno do investimento, 180
- ponto de equilíbrio - PE, 178
- receitas, 166
- taxa interna de retorno - TIR, 175
- taxa mínima de atratividade - TMA, 172
- valor presente líquido - VPL, 171



Este livro foi impresso em papel Couché Matte 115g/m².

Capa em papel Cartão Supremo Duo Design 250g/m².

Tiragem: 1.500 exemplares.

CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS AO DESENVOLVIMENTO, ANÁLISE E IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS INDUSTRIAIS FLORESTAIS COMPETITIVOS

Este livro é resultado de anos de estudos, pesquisas e trabalho, desenvolvidos na minha vida acadêmica, como professor dos cursos de Graduação e Pós-Graduação de Engenharia Florestal e de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal do Paraná-UFPR e também como consultor e gestor da STCP Engenharia de Projetos Ltda. Na STCP estive envolvido na elaboração, análise e implantação de grande número de projetos industriais, principalmente para o setor florestal.

Conhecimentos e experiência são importantes para identificar alternativas e selecionar a **melhor solução** para o desenvolvimento e implantação de projetos industriais eficientes e competitivos. Os conhecimentos são obtidos através de informações que envolvem leitura, investigação, análise e reflexão. A experiência é resultado da aplicação de conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de projetos ao longo dos anos, resultado da avaliação criteriosa dos resultados obtidos, da análise do impacto gerado com a introdução de mudanças e da adoção de novas soluções. As lições aprendidas são importantes para inovar, buscando alternativas ainda mais eficientes e eficazes.

Na preparação de um projeto industrial florestal, devem ser consideradas diversas variáveis que afetam o empreendimento. As mais relevantes são, na maioria dos casos, o mercado, o suprimento, a tecnologia, a logística, a mão de obra, a legislação, as condições locais, o meio ambiente e os aspectos sociais. Este livro corrobora para desenvolver um projeto que seja viável, considerando parâmetros técnicos, legais, financeiros e econômicos. O objetivo é assegurar que o projeto seja sustentável, gerando recursos para garantir a sustentabilidade da cadeia.

ISBN 978-85-68814-05-5



9 788568 814055