

MediPump Technologies
Documentação da Instalação de Manufatura

Equipe de Documentação Técnica

21 de janeiro de 2025

Sumário

1	Introdução e Visão Geral	3
1.1	Visão Geral da Instalação	3
1.1.1	Especificações da Instalação	3
1.1.2	Capacidade de Produção	4
1.2	Descrição do Produto	4
1.2.1	Especificações da Linha de Produtos	4
1.3	Fluxo do Processo de Manufatura	5
2	Características do Processo	6
2.1	Características da Instalação	6
2.1.1	Requisitos Físicos	6
2.2	Análise do Processo	7
2.3	Design do Layout	7
3	Documentação do Processo	9
3.1	Análise da Rota de Manufatura	9
3.1.1	Análise do Tempo de Processo	9
3.1.2	Alocação de Recursos	10
3.2	Análise de Rede	10
3.3	Pontos de Controle do Processo	11
3.3.1	Parâmetros de Controle de Qualidade	11
3.3.2	Parâmetros Críticos de Controle	11
3.4	Controle Detalhado do Processo	12
3.4.1	Gráficos de Controle	12
3.5	Análise da Capacidade do Processo	13
3.5.1	Análise de Estabilidade do Processo	13
3.5.2	Capacidade do Processo - Análise Detalhada	14
3.5.3	Métricas de Desempenho do Processo	14
3.5.4	Análise de Tendências do Processo	15
3.5.5	Distribuição de Performance	15
3.6	Cronograma de Produção	16
3.7	Análise de Controle Estatístico do Processo	17
3.7.1	Análise de Estabilidade do Processo	17
3.7.2	Métricas de Desempenho do Processo	17
4	Análise dos dados	18
4.1	Análise de Controle de Qualidade	18
4.1.1	Parâmetros Críticos de Qualidade	18
4.1.2	Limites de Controle do Processo	18

4.2	Análise de Capacidade do Processo	19
4.2.1	Índices de Capacidade por Linha de Produto	19
4.2.2	Análise de Desempenho do Processo	19
4.3	Análise Estatística	20
4.3.1	Análise de Correlação	20
4.4	Recomendações de Melhoria do Processo	20
4.4.1	Análise de Custo-Benefício	21
5	Melhorias do processo	22
5.1	Proposta de Automação	22
5.1.1	Comparação do Processo Atual vs. Proposto	22
5.1.2	Análise de Investimento em Automação	23
5.2	Estratégia de Implementação	23
5.2.1	Cronograma de Implementação	23
5.2.2	Análise de Riscos	24
5.3	Benefícios Esperados	24
5.3.1	Melhorias de Produtividade	24
5.3.2	Melhorias de Qualidade	25
5.4	Análise de Custos	25
5.4.1	Retorno sobre Investimento	25
5.4.2	Redução de Custos Operacionais	26
6	Conclusão e recomendações	27
6.1	Resumo do Projeto	27
6.1.1	Principais Conquistas	27
6.1.2	Impacto Financeiro	28
6.2	Recomendações Finais	28

Capítulo 1

Introdução e Visão Geral

1.1 Visão Geral da Instalação

1.1.1 Especificações da Instalação

A instalação de manufatura da MediPump Technologies representa uma sala limpa de última geração Classe 100.000 (ISO 8) dedicada à produção de dispositivos médicos de precisão.

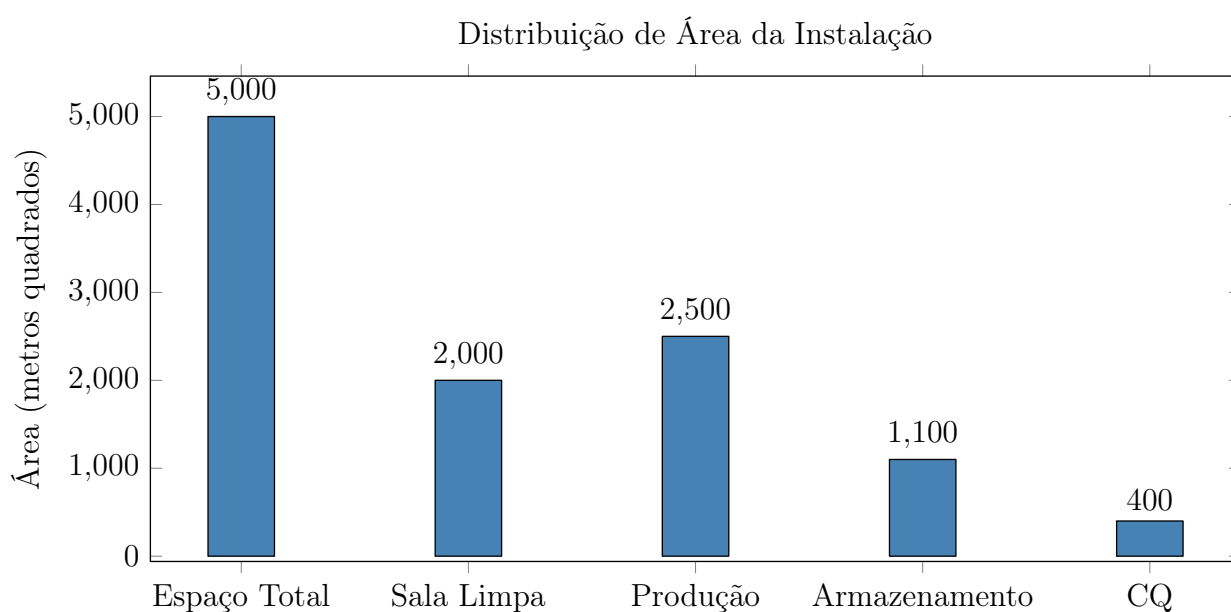


Figura 1.1: Distribuição do Espaço da Instalação

1.1.2 Capacidade de Produção

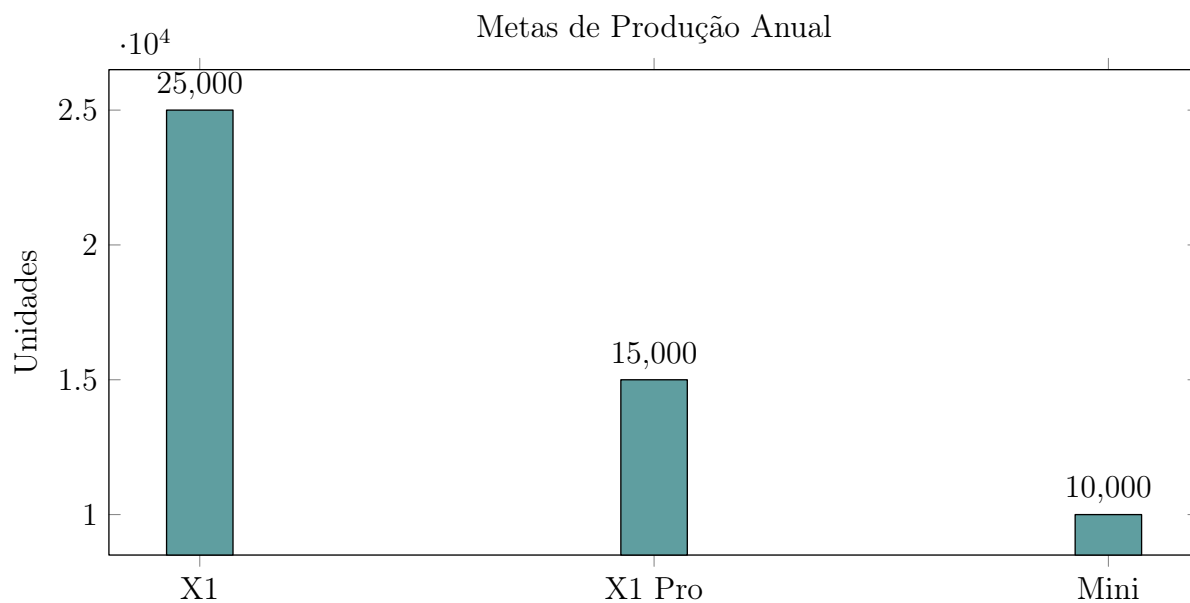


Figura 1.2: Metas de Produção Anual por Modelo

1.2 Descrição do Produto

1.2.1 Especificações da Linha de Produtos

Tabela 1.1: Comparação da Linha de Produtos

Especificação	MediPump X1	MediPump X1 Pro	MediPump Mini
Dimensões	8,5×5,3×2,1 cm	8,0×5,0×1,9 cm	6,5×4,0×1,8 cm
Peso	75g	65g	45g
Duração da Bateria	7 dias	10 dias	5 dias
Reservatório	3,0 mL	3,5 mL	2,0 mL
Preço Alvo	R\$ 19.000	R\$ 22.500	R\$ 16.000

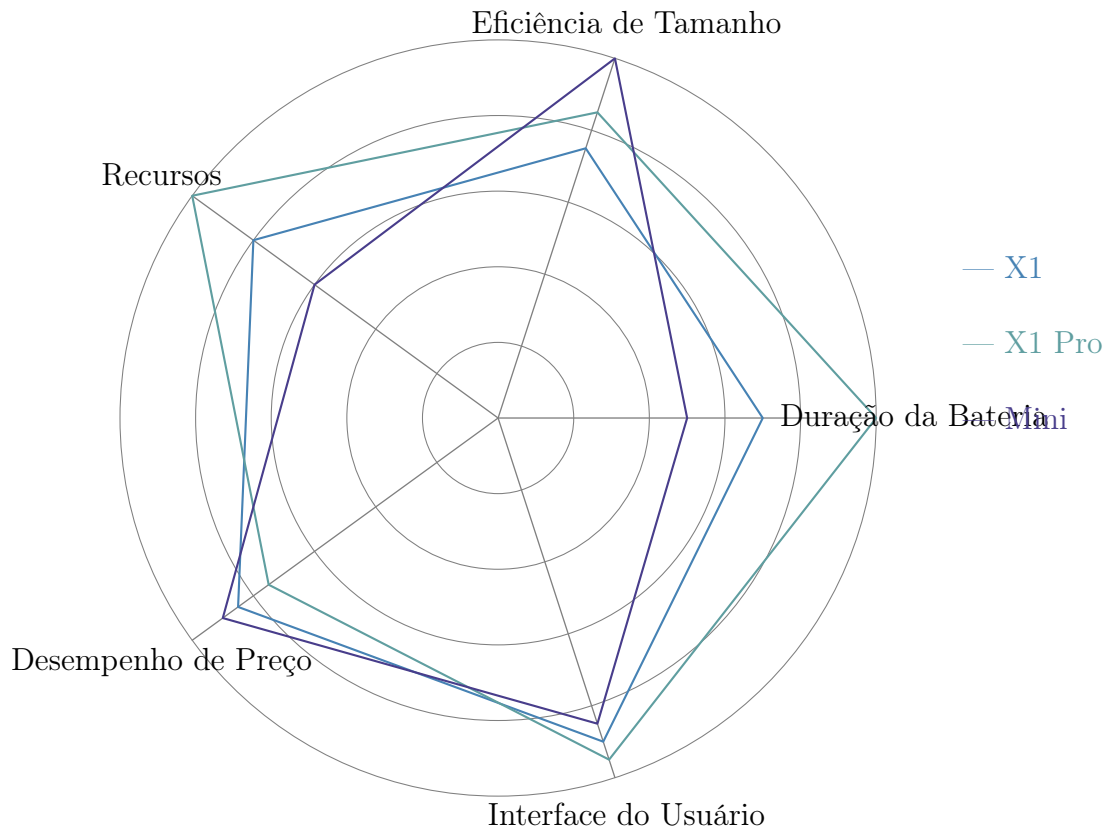


Figura 1.3: Comparação de Recursos dos Produtos

1.3 Fluxo do Processo de Manufatura

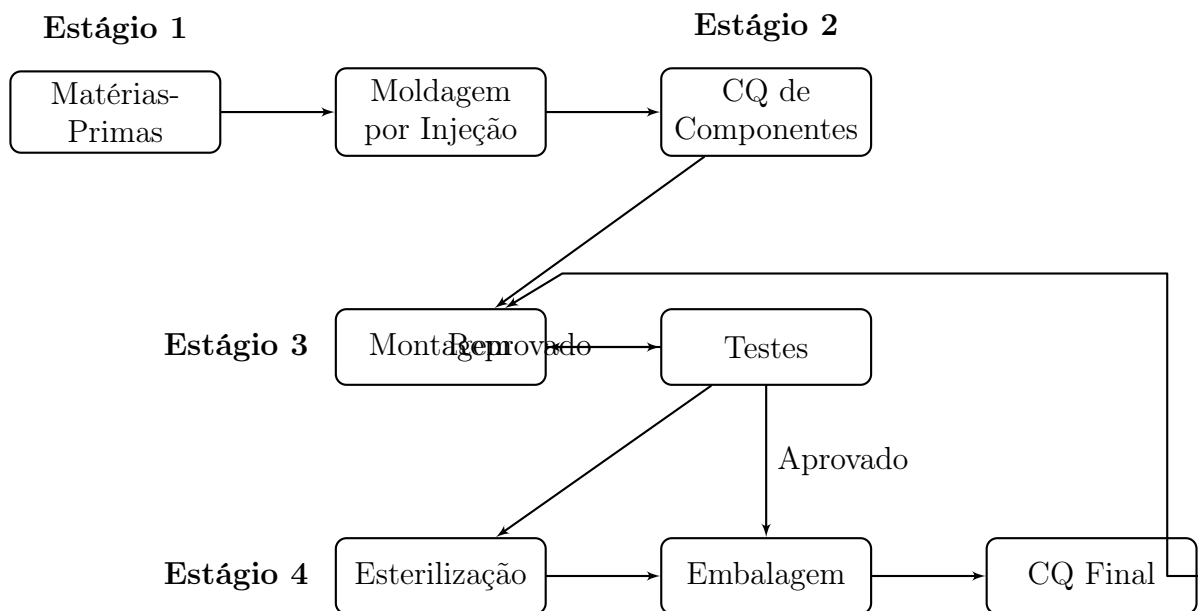


Figura 1.4: Fluxo do Processo de Manufatura

Capítulo 2

Características do Processo

2.1 Características da Instalação

2.1.1 Requisitos Físicos

Tabela 2.1: Requisitos Físicos da Instalação

Requisito	Especificação
Capacidade de Carga do Piso	1000 kg m ⁻²
Altura do Teto	4.5 m
Controle de Temperatura	20 °C ±0.5 °C
Controle de Umidade	45% ±5% UR

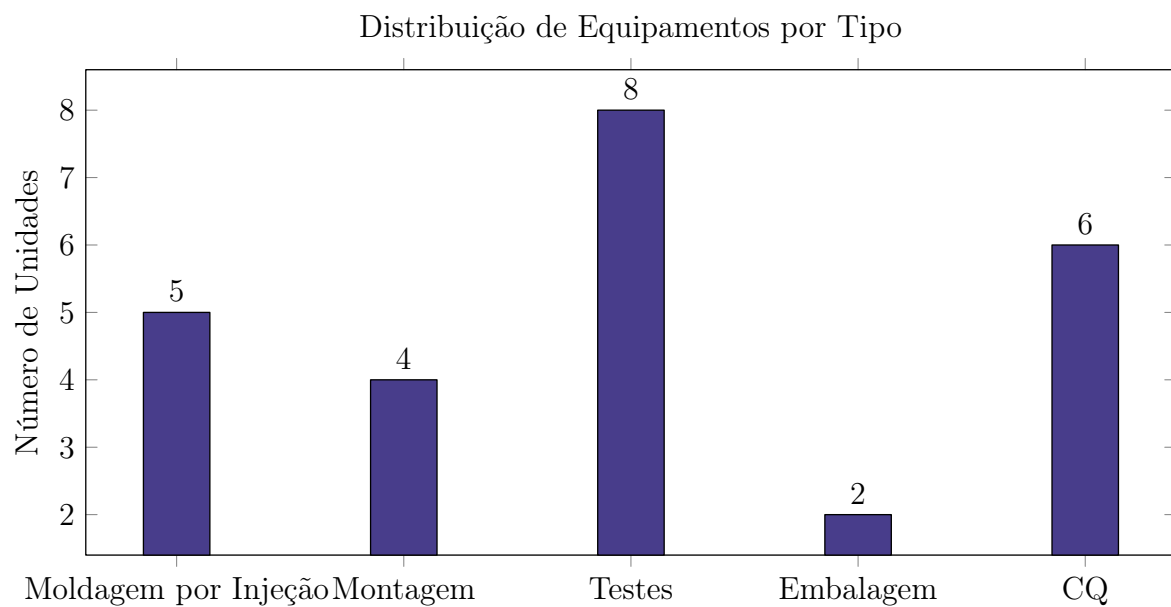


Figura 2.1: Distribuição de Equipamentos

2.2 Análise do Processo

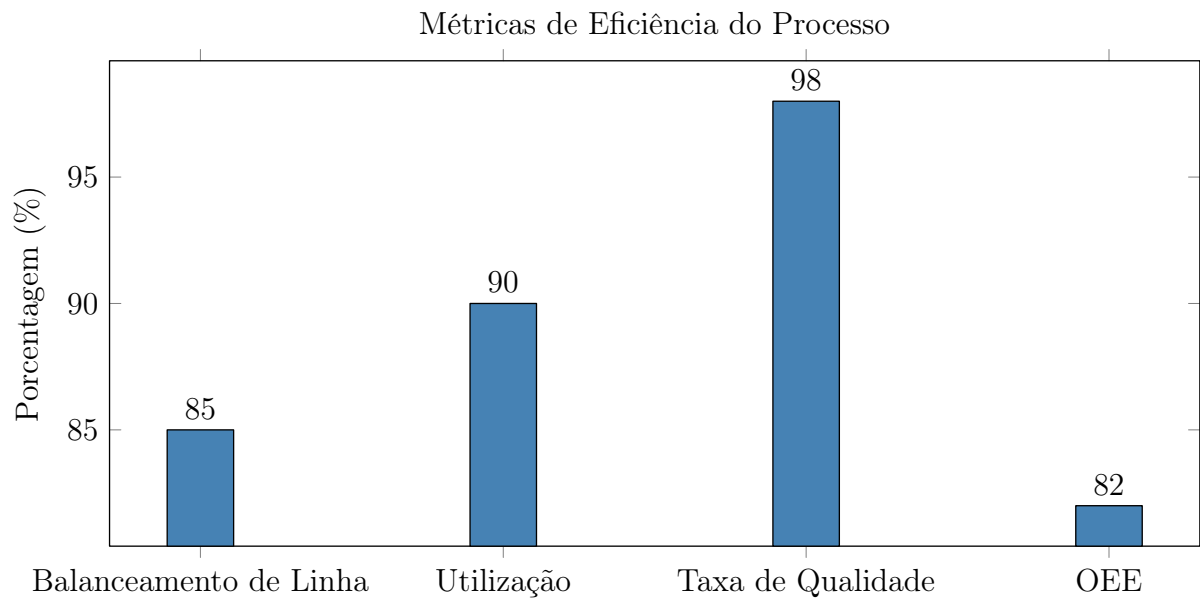


Figura 2.2: Métricas de Eficiência do Processo

2.3 Design do Layout

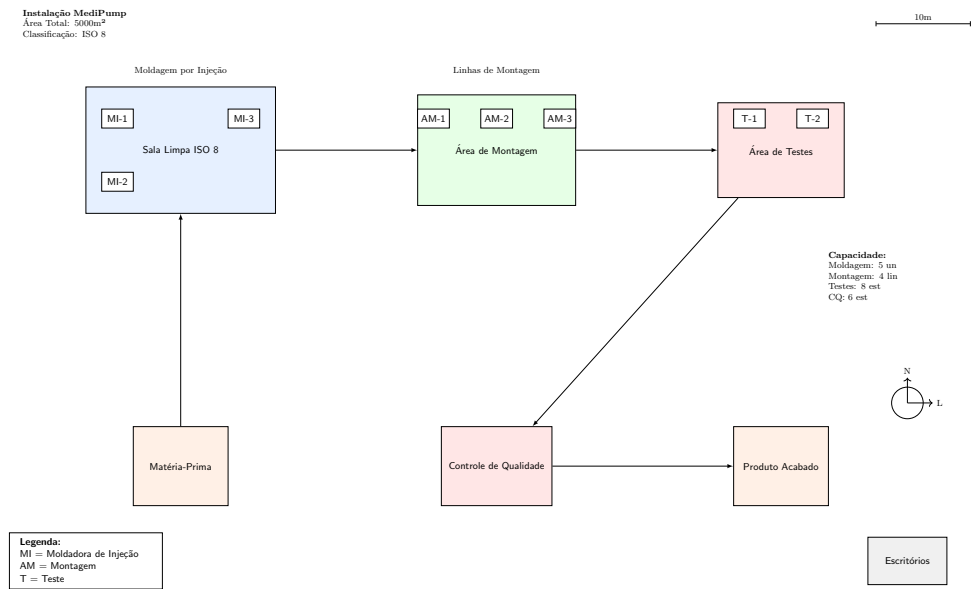


Figura 2.3: Layout da Instalação (Versão Reduzida)

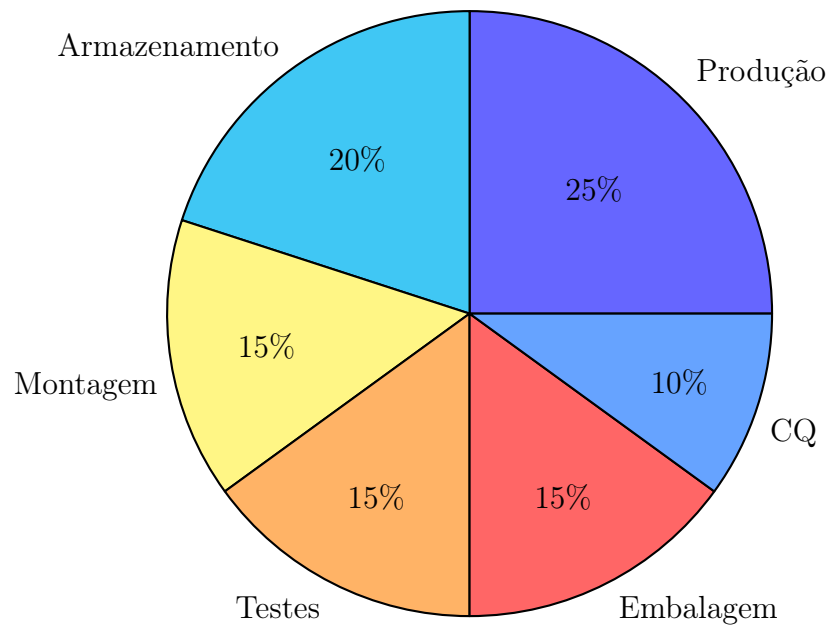


Figura 2.4: Alocação de Área da Instalação

Capítulo 3

Documentação do Processo

3.1 Análise da Rota de Manufatura

3.1.1 Análise do Tempo de Processo

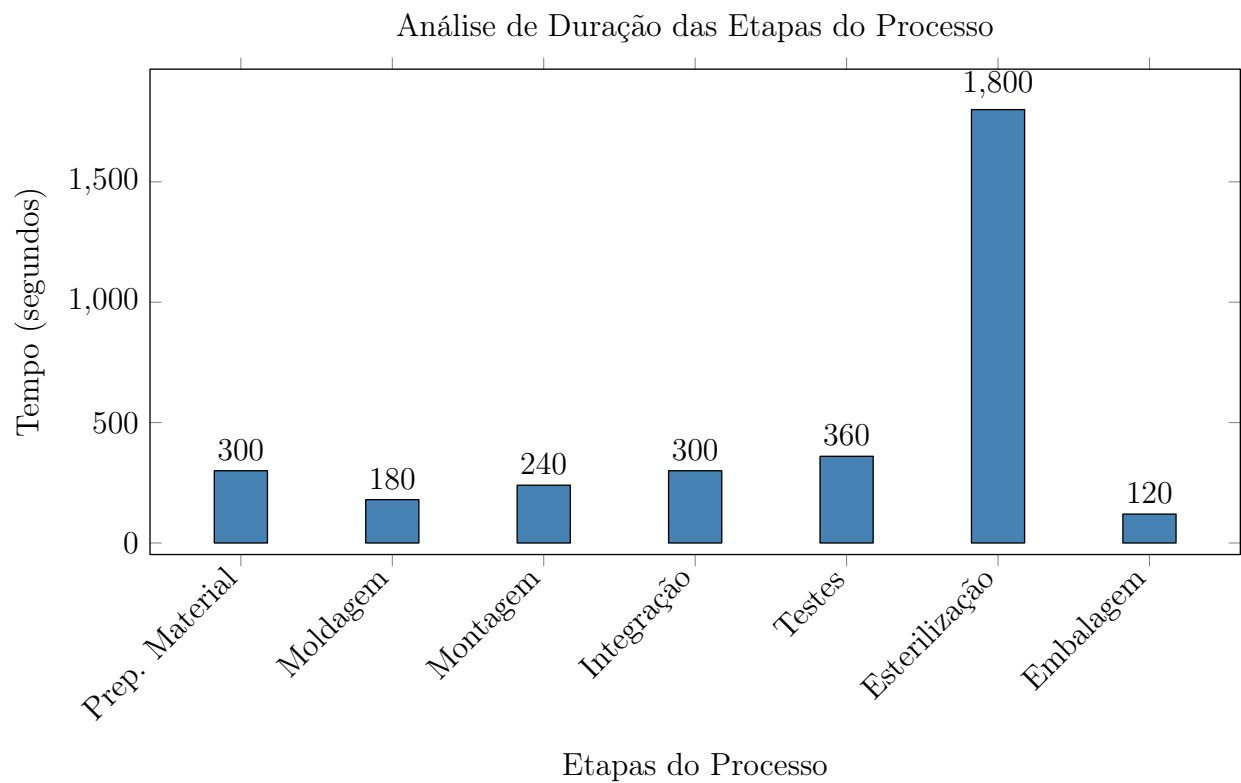


Figura 3.1: Duração das Etapas do Processo

3.1.2 Alocação de Recursos

Tabela 3.1: Requisitos de Recursos do Processo

Etapa do Processo	Operadores	Equipamentos	Verificações de Qualidade	Tempo de Set
Preparação de Material	2	2	2	15
Moldagem por Injeção	1	3	3	30
Montagem de Componentes	3	4	4	20
Integração Eletrônica	2	2	5	25
Testes	2	6	6	15
Esterilização	1	1	2	45
Embalagem	2	2	3	20

3.2 Análise de Rede

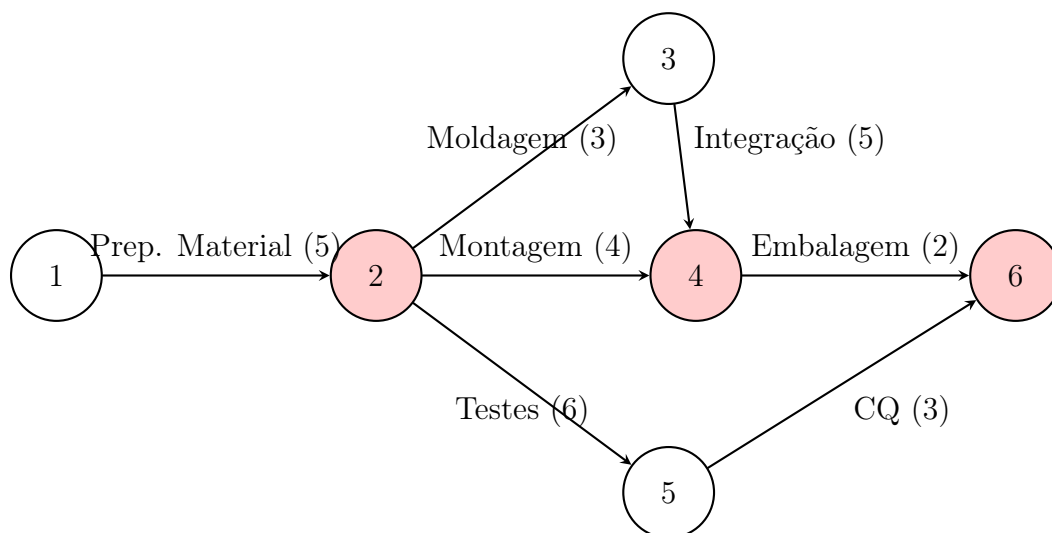


Figura 3.2: Diagrama de Rede do Processo com Caminho Crítico

3.3 Pontos de Controle do Processo

3.3.1 Parâmetros de Controle de Qualidade

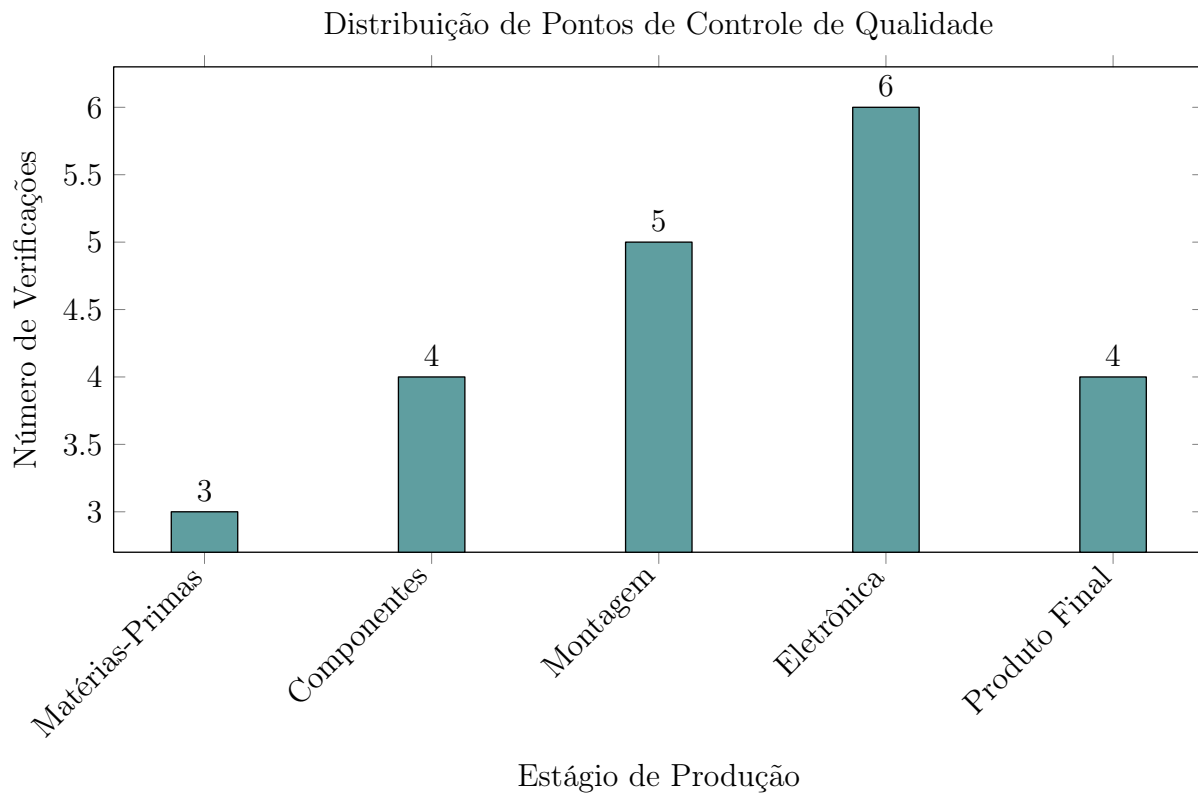


Figura 3.3: Distribuição do Controle de Qualidade

3.3.2 Parâmetros Críticos de Controle

Tabela 3.2: Parâmetros Críticos do Processo

Parâmetro	Especificação	Tolerância	Frequência de Medição
Pressão de Injeção	800 PSI	± 20 PSI	Cada ciclo
Temperatura do Molde	180°C	$\pm 5^{\circ}\text{C}$	Contínua
Torque de Montagem	2,5 Nm	$\pm 0,1$ Nm	100% inspeção
Taxa de Fluxo	0,1 mL/hr	$\pm 0,005$ mL/hr	Cada unidade
Desempenho da Bateria	168 hrs	+2/-0 hrs	Cada unidade

3.4 Controle Detalhado do Processo

3.4.1 Gráficos de Controle

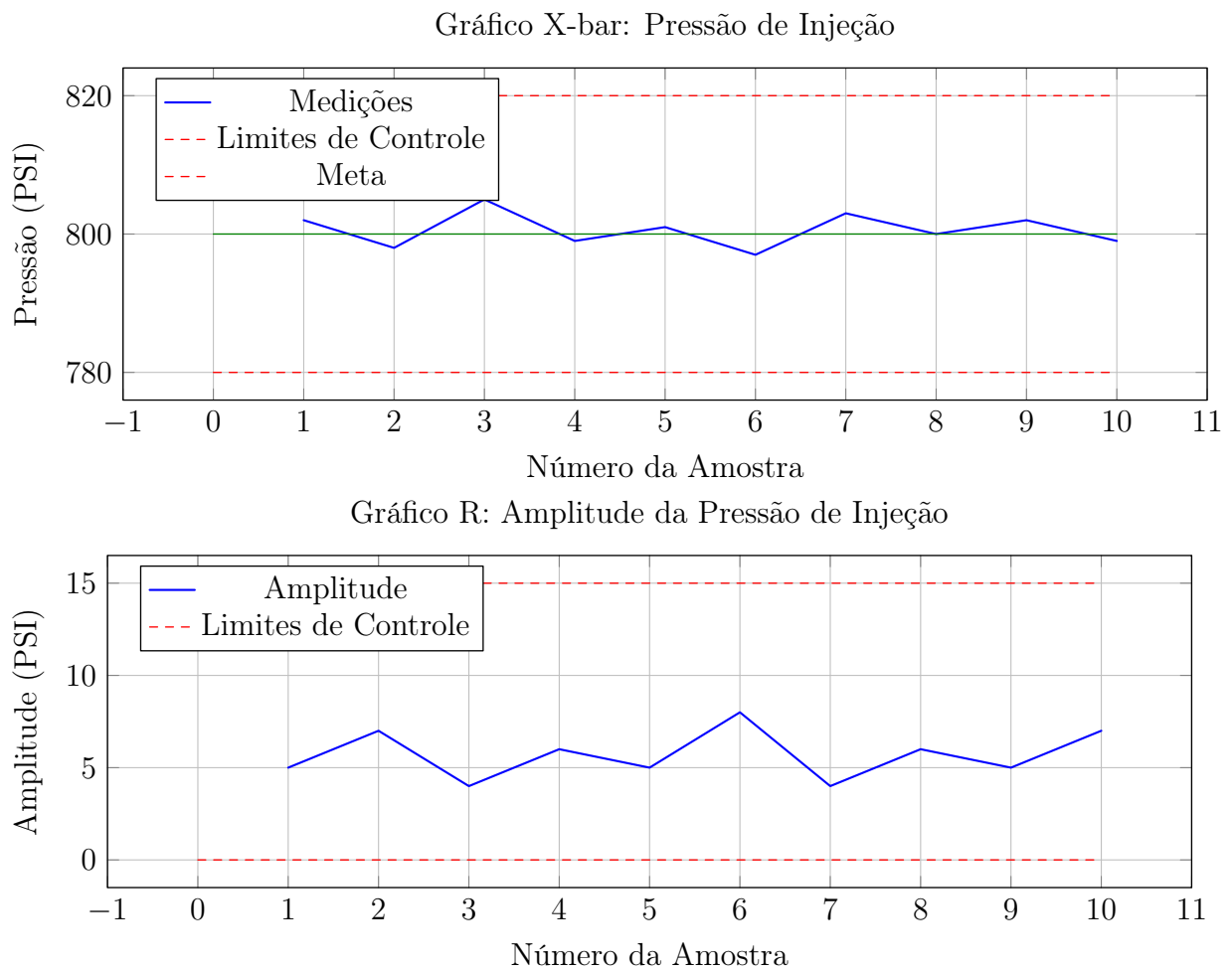


Figura 3.4: Gráficos de Controle para Pressão de Injeção

3.5 Análise da Capacidade do Processo

3.5.1 Análise de Estabilidade do Processo

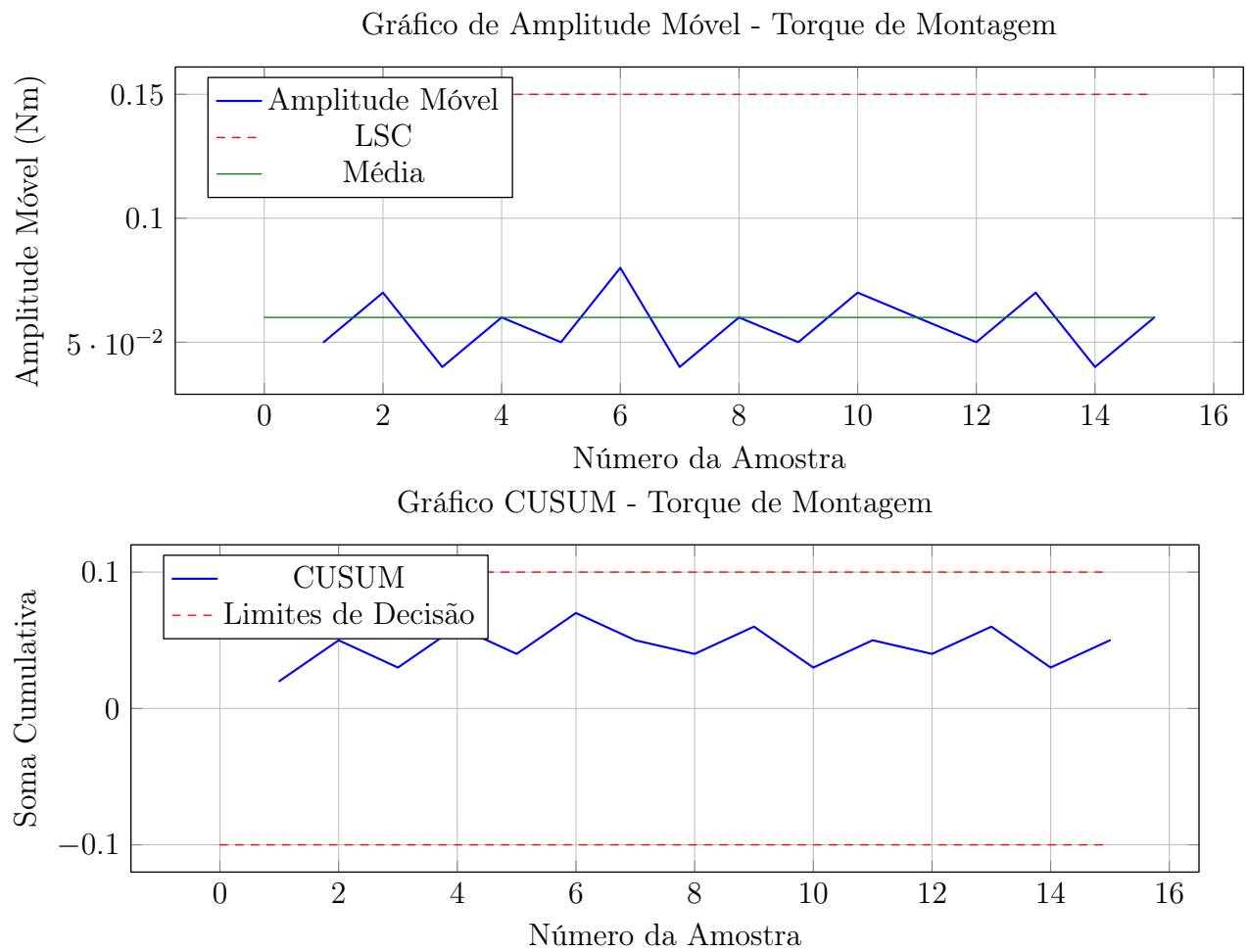


Figura 3.5: Gráficos de Controle Estatístico do Processo

3.5.2 Capacidade do Processo - Análise Detalhada

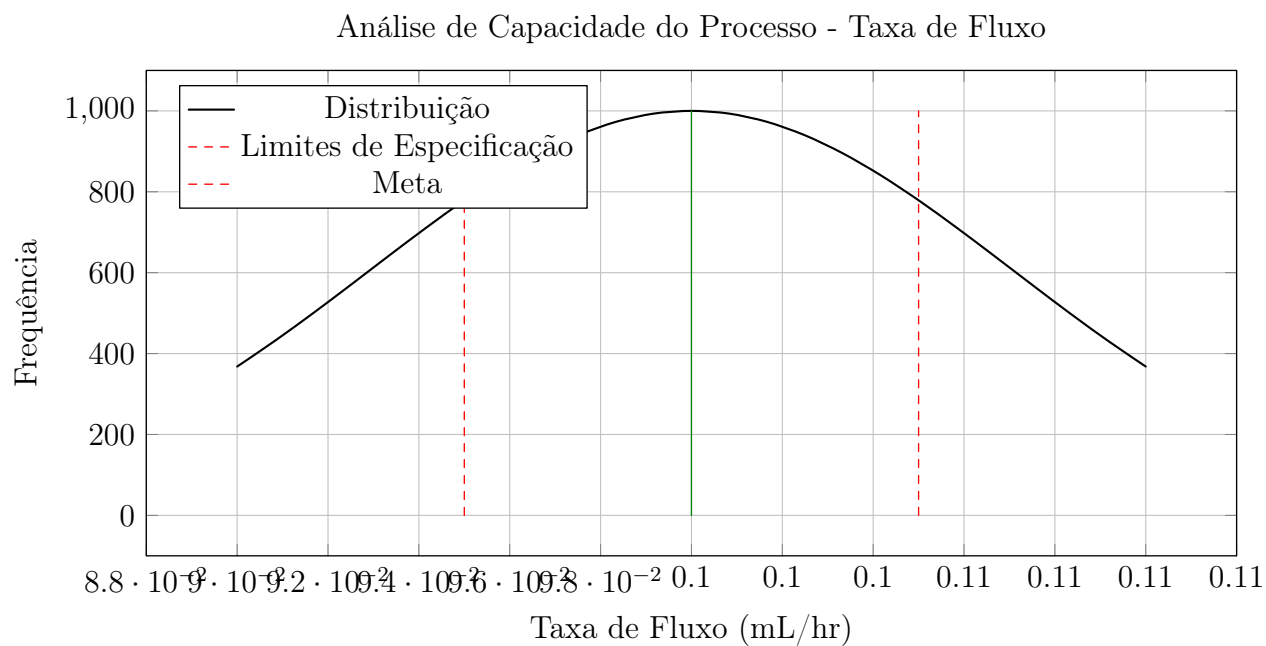


Figura 3.6: Análise de Capacidade do Processo

3.5.3 Métricas de Desempenho do Processo

Tabela 3.3: Resumo do Desempenho do Processo

Parâmetro	Cp	Cpk	Pp	Ppk
Pressão de Injeção	1,67	1,65	1,63	1,60
Torque de Montagem	1,55	1,52	1,50	1,48
Taxa de Fluxo	1,70	1,68	1,65	1,62
Desempenho da Bateria	1,45	1,42	1,40	1,38

3.5.4 Análise de Tendências do Processo

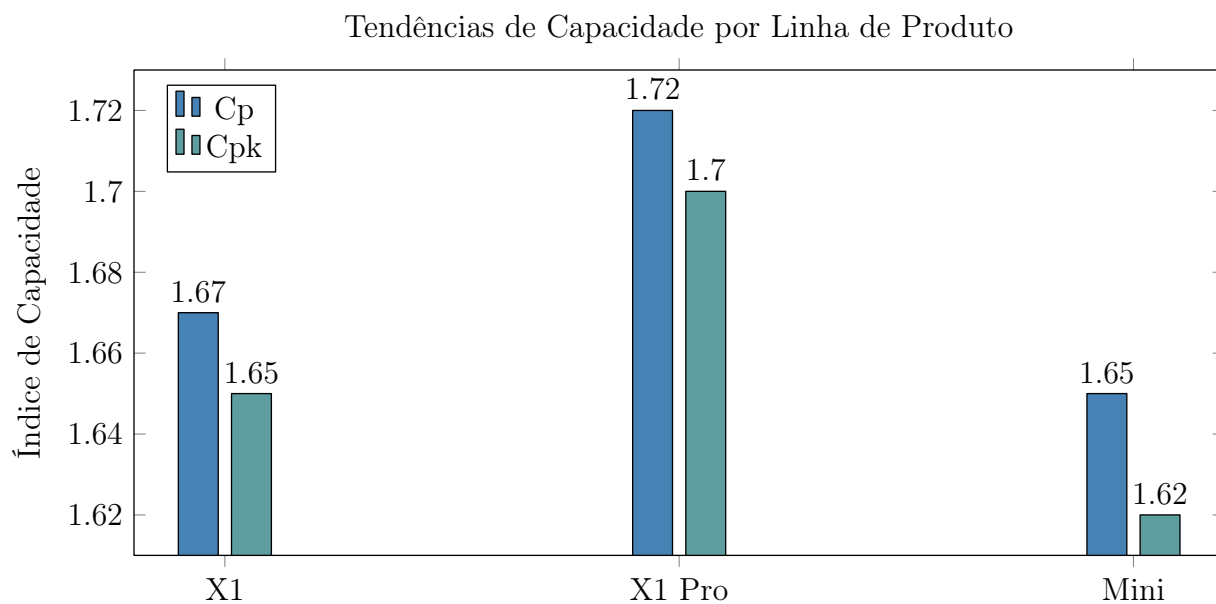


Figura 3.7: Índices de Capacidade por Produto

3.5.5 Distribuição de Performance

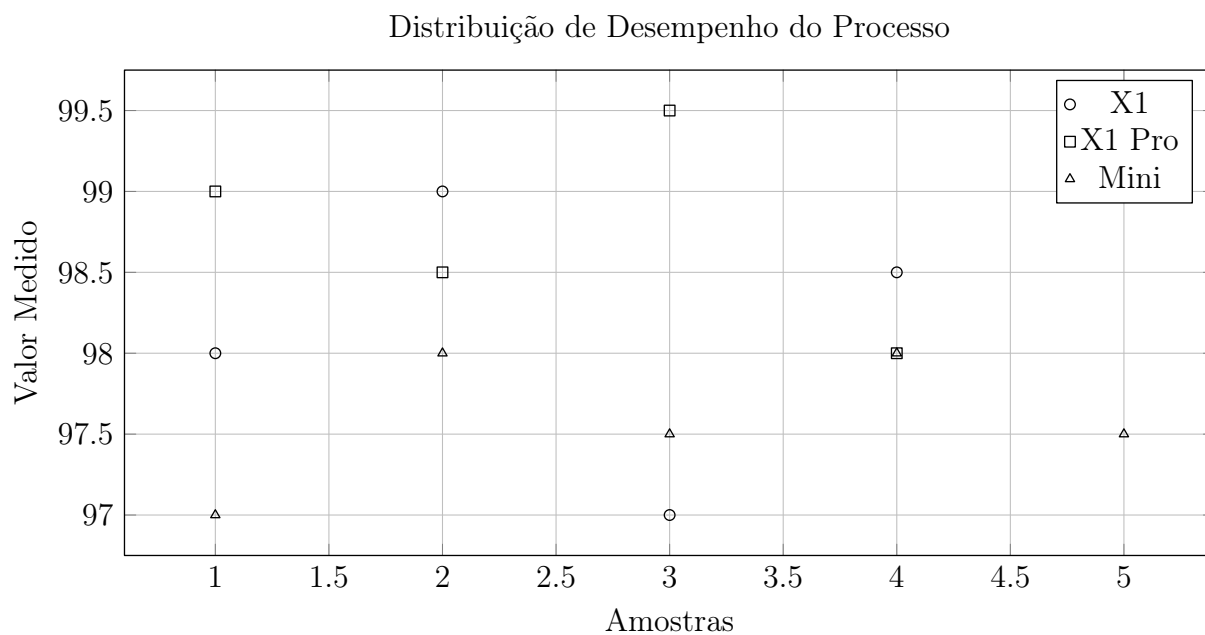


Figura 3.8: Distribuição de Desempenho do Processo

3.6 Cronograma de Produção

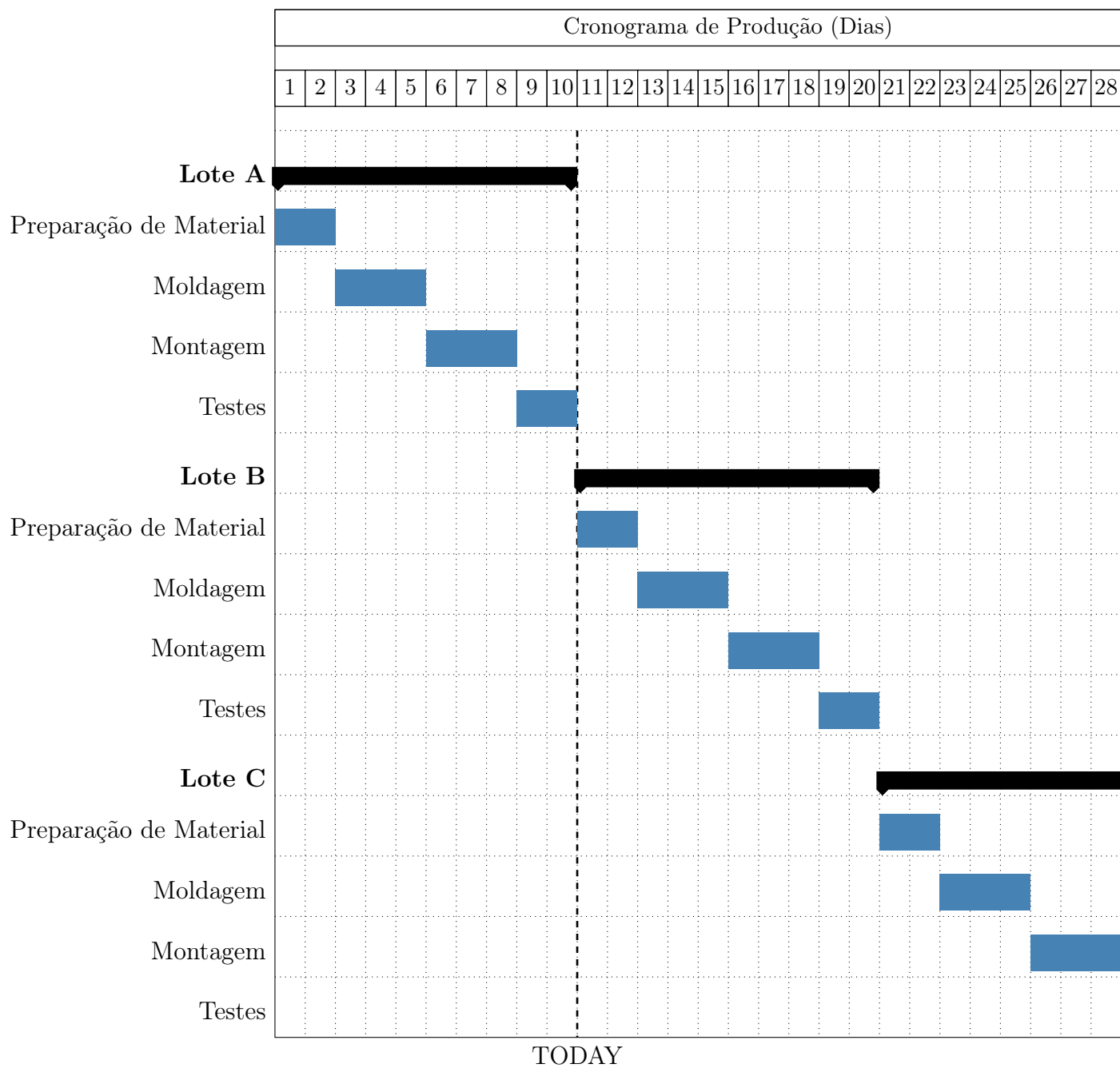


Figura 3.9: Gráfico de Gantt do Cronograma de Produção

3.7 Análise de Controle Estatístico do Processo

3.7.1 Análise de Estabilidade do Processo

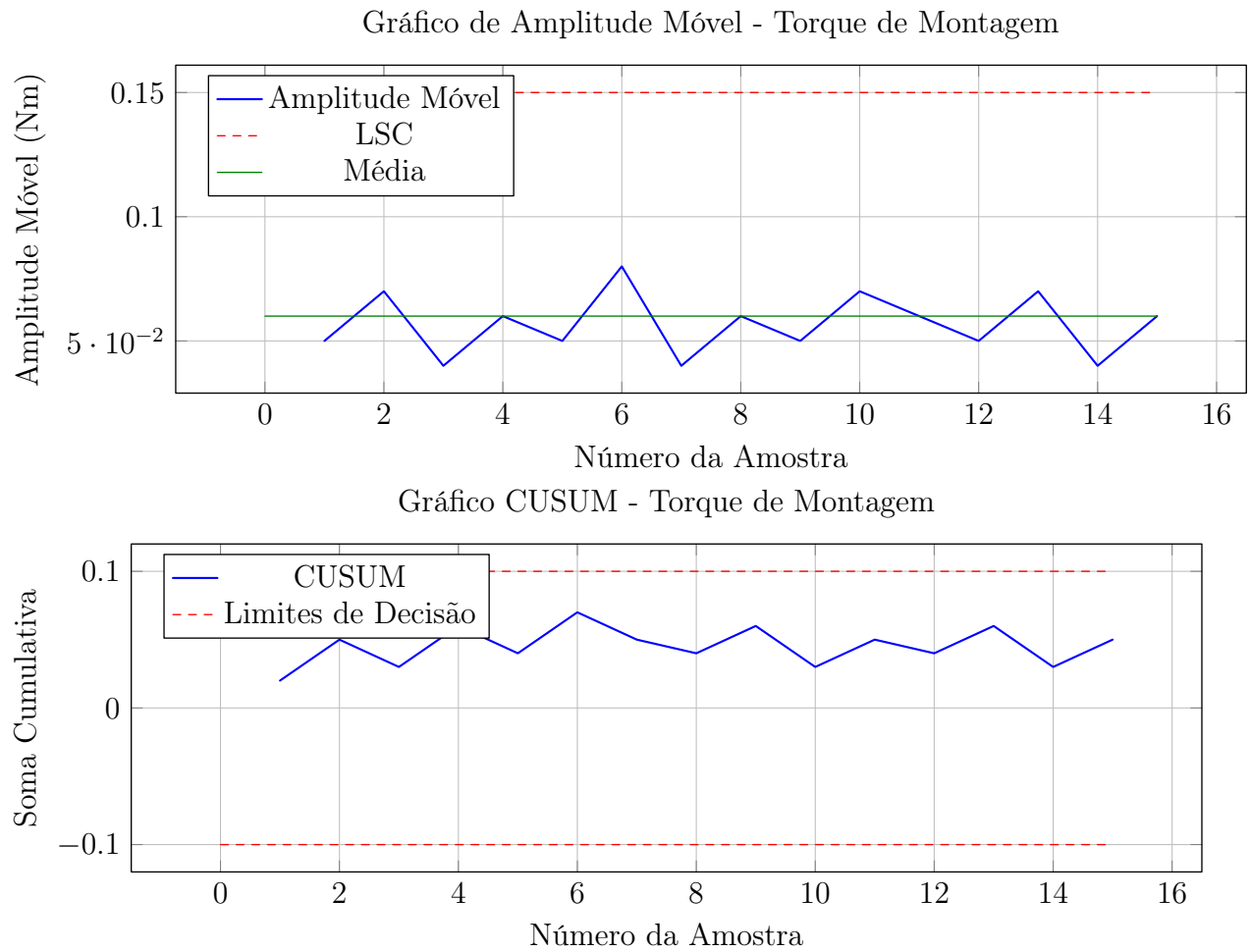


Figura 3.10: Gráficos de Controle Estatístico do Processo

3.7.2 Métricas de Desempenho do Processo

Tabela 3.4: Resumo do Desempenho do Processo

Parâmetro	Cp	Cpk	Pp	Ppk
Pressão de Injeção	1.67	1.65	1.63	1.60
Torque de Montagem	1.55	1.52	1.50	1.48
Taxa de Fluxo	1.70	1.68	1.65	1.62
Desempenho da Bateria	1.45	1.42	1.40	1.38

Capítulo 4

Análise dos dados

4.1 Análise de Controle de Qualidade

4.1.1 Parâmetros Críticos de Qualidade

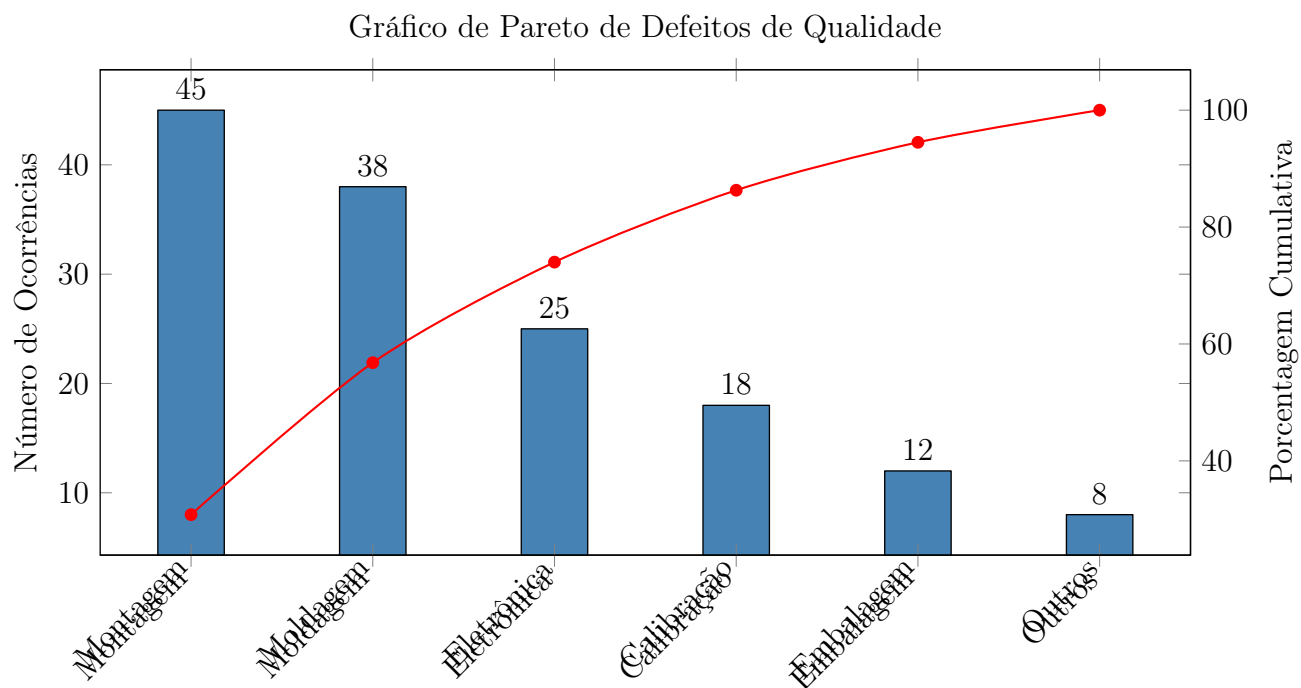


Figura 4.1: Análise de Pareto dos Defeitos de Qualidade

4.1.2 Limites de Controle do Processo

Tabela 4.1: Limites de Controle Estabelecidos por Processo

Parâmetro do Processo	Alvo	LIE	LSE	Crítico para Qualidade
Pressão de Injeção (PSI)	800	780	820	Sim
Torque de Montagem (Nm)	2.5	2.4	2.6	Sim
Taxa de Fluxo (mL/hr)	0.1	0.095	0.105	Sim
Vida da Bateria (hrs)	168	168	170	Sim

4.2 Análise de Capacidade do Processo

4.2.1 Índices de Capacidade por Linha de Produto

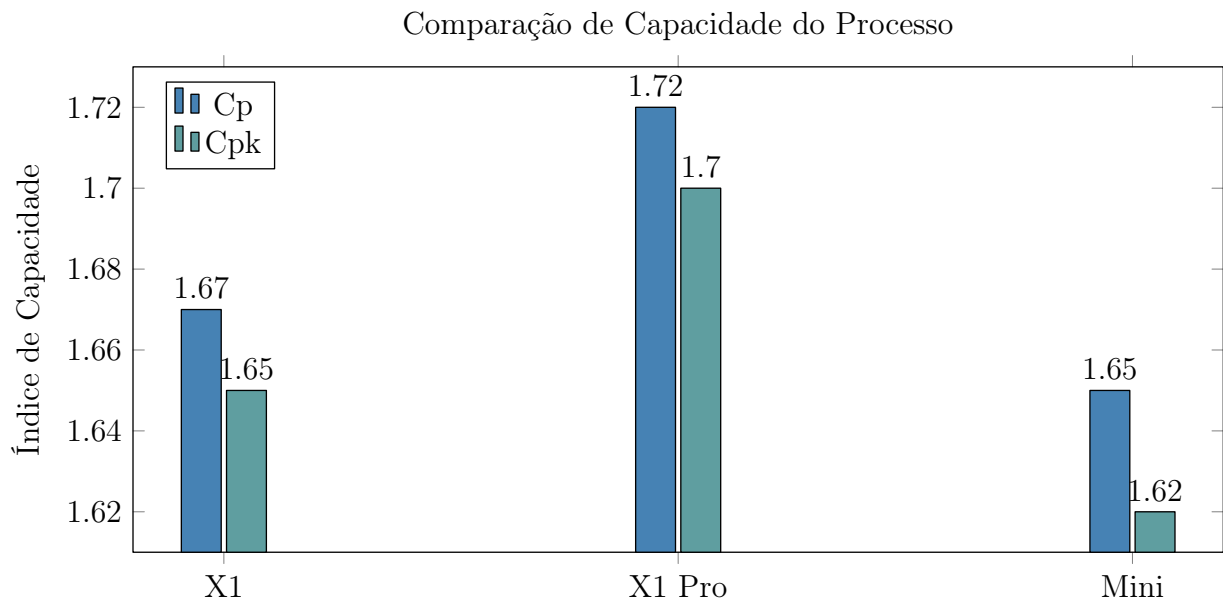


Figura 4.2: Índices de Capacidade por Produto

4.2.2 Análise de Desempenho do Processo

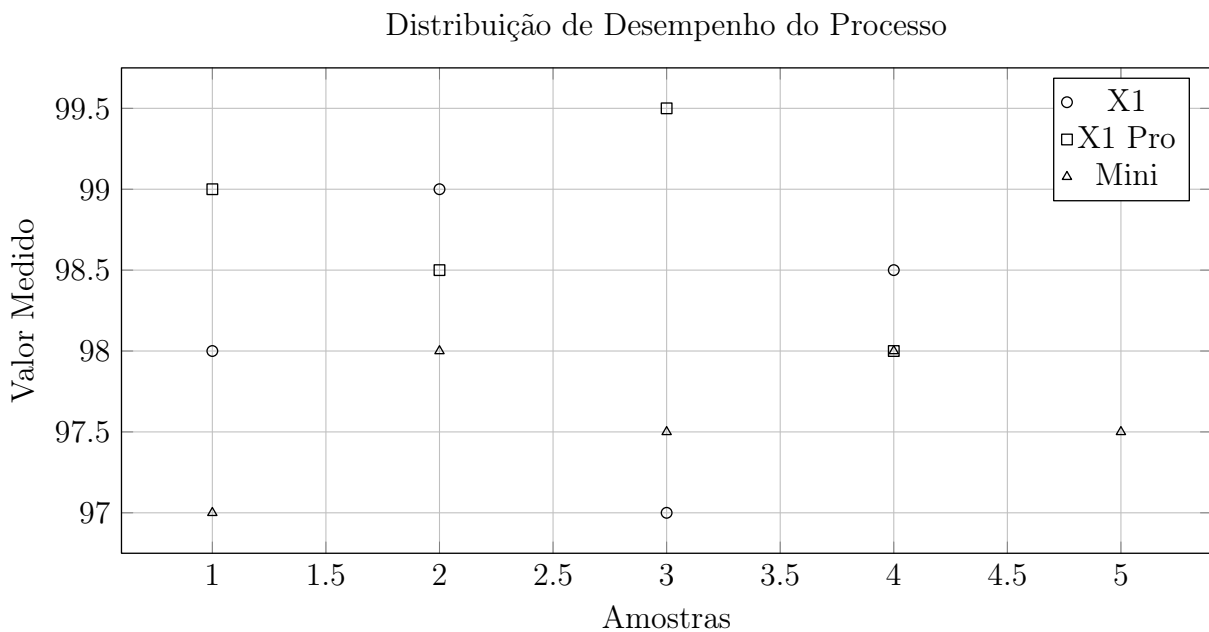


Figura 4.3: Distribuição de Desempenho do Processo

4.3 Análise Estatística

4.3.1 Análise de Correlação

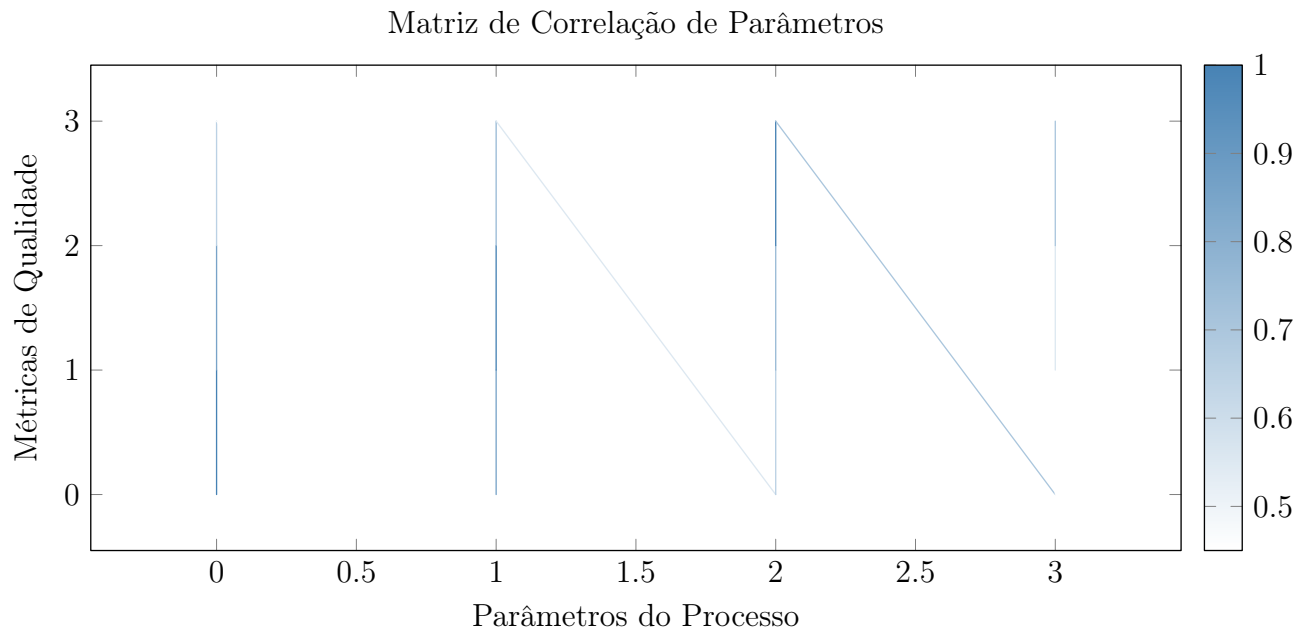


Figura 4.4: Análise de Correlação de Parâmetros

4.4 Recomendações de Melhoria do Processo

Tabela 4.2: Oportunidades de Melhoria do Processo

Área do Processo	Ação de Melhoria	Impacto Esperado (%)
Montagem	Controle automatizado de torque	15
Moldagem	Otimização de temperatura	12
Testes	Calibração aprimorada	8
Embalagem	Inspeção automatizada	5

4.4.1 Análise de Custo-Benefício

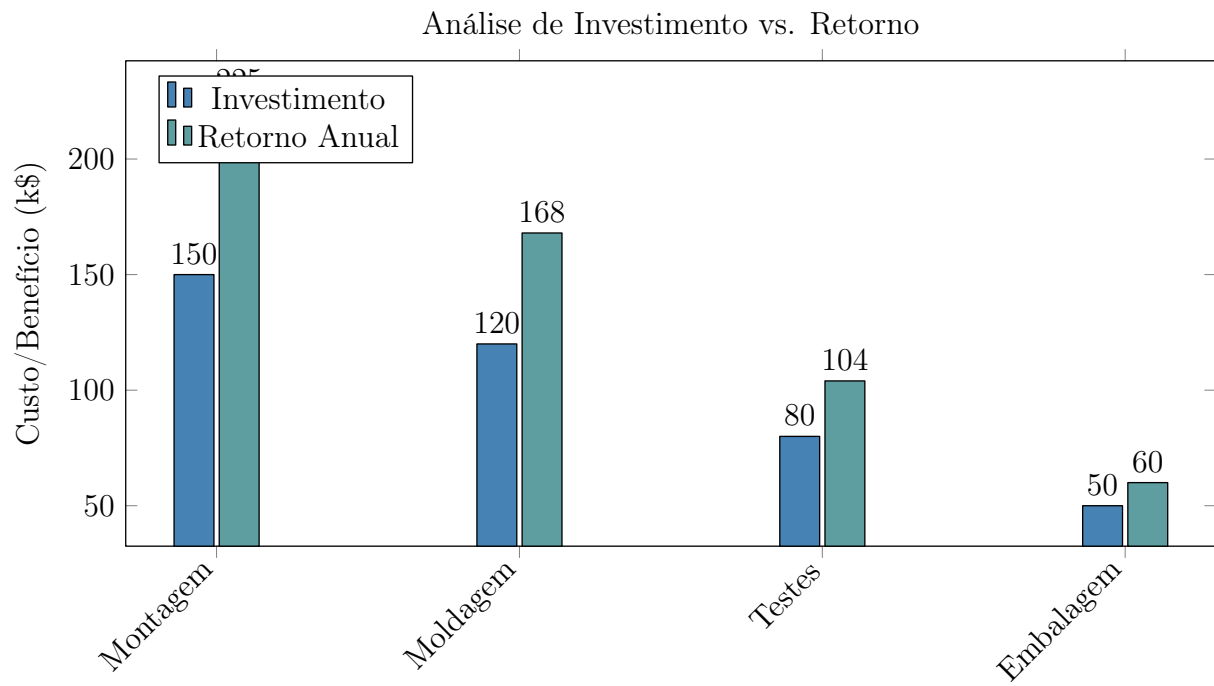


Figura 4.5: Análise de Investimento e Retorno

Capítulo 5

Melhorias do processo

5.1 Proposta de Automação

5.1.1 Comparação do Processo Atual vs. Proposto

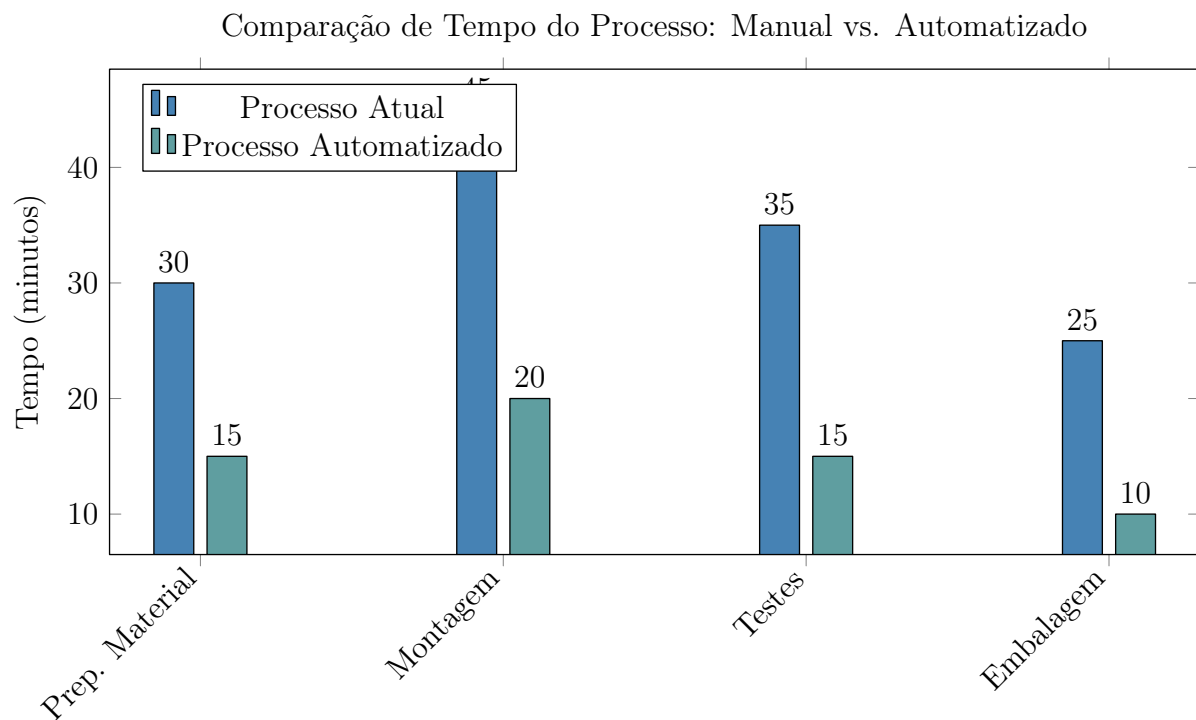


Figura 5.1: Comparação de Tempo do Processo

5.1.2 Análise de Investimento em Automação

Tabela 5.1: Detalhes do Investimento em Automação

Área do Processo	Equipamento	Investimento (k\$)	ROI (%)
Manuseio de Material	Sistema Robótico	250	45
Montagem	Linha Automatizada	450	65
Testes	Sistema de Visão	180	55
Embalagem	Esteira Inteligente	120	40

5.2 Estratégia de Implementação

5.2.1 Cronograma de Implementação

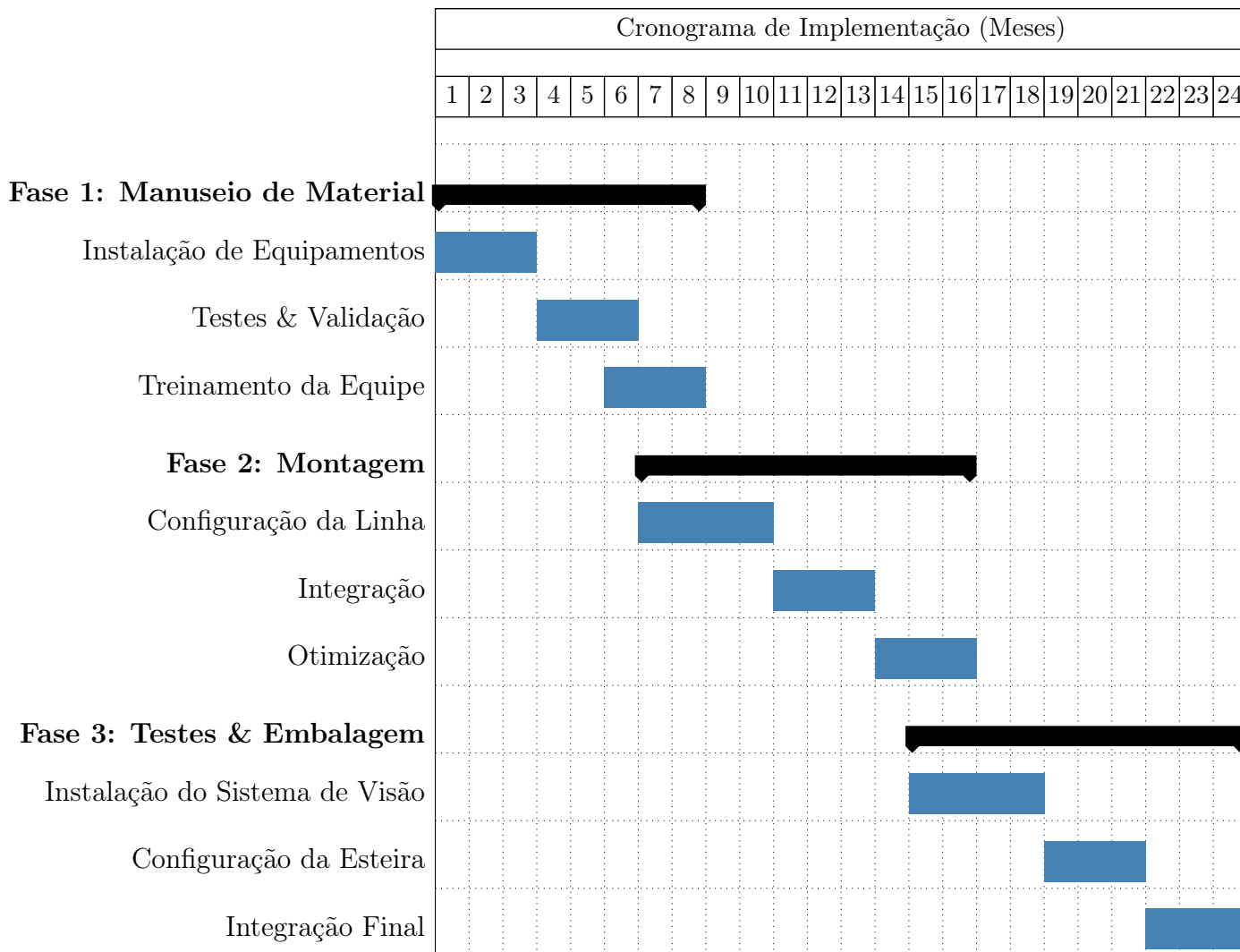


Figura 5.2: Cronograma de Implementação

5.2.2 Análise de Riscos

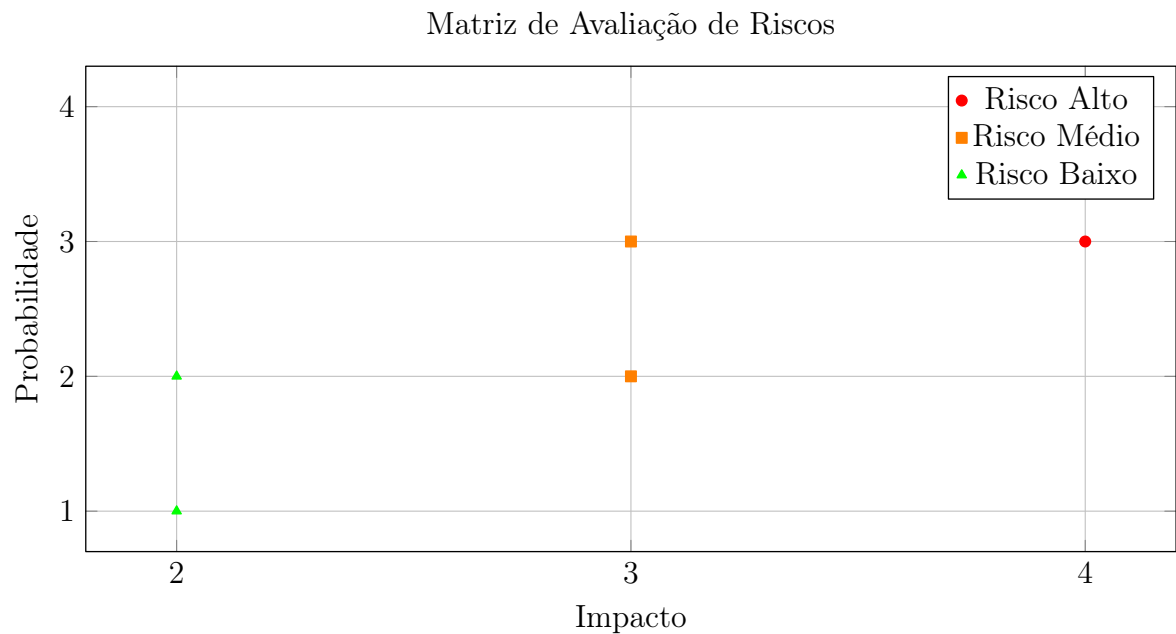


Figura 5.3: Matriz de Avaliação de Riscos

5.3 Benefícios Esperados

5.3.1 Melhorias de Produtividade

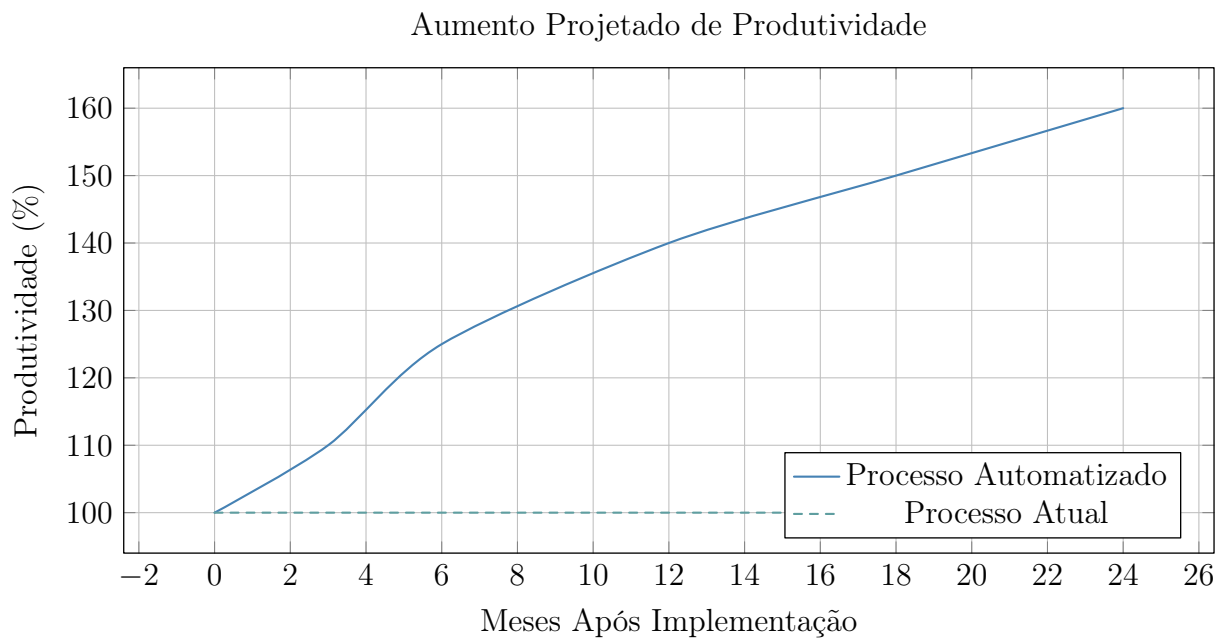


Figura 5.4: Projeção de Produtividade

5.3.2 Melhorias de Qualidade

Tabela 5.2: Melhorias de Qualidade Esperadas

Métrica de Qualidade	Atual	Esperado
Rendimento de Primeira Passagem (%)	95.5	98.5
Taxa de Defeitos (PPM)	2500	500
Taxa de Refugo (%)	3.2	1.1
Devoluções de Clientes (%)	0.5	0.1

5.4 Análise de Custos

5.4.1 Retorno sobre Investimento

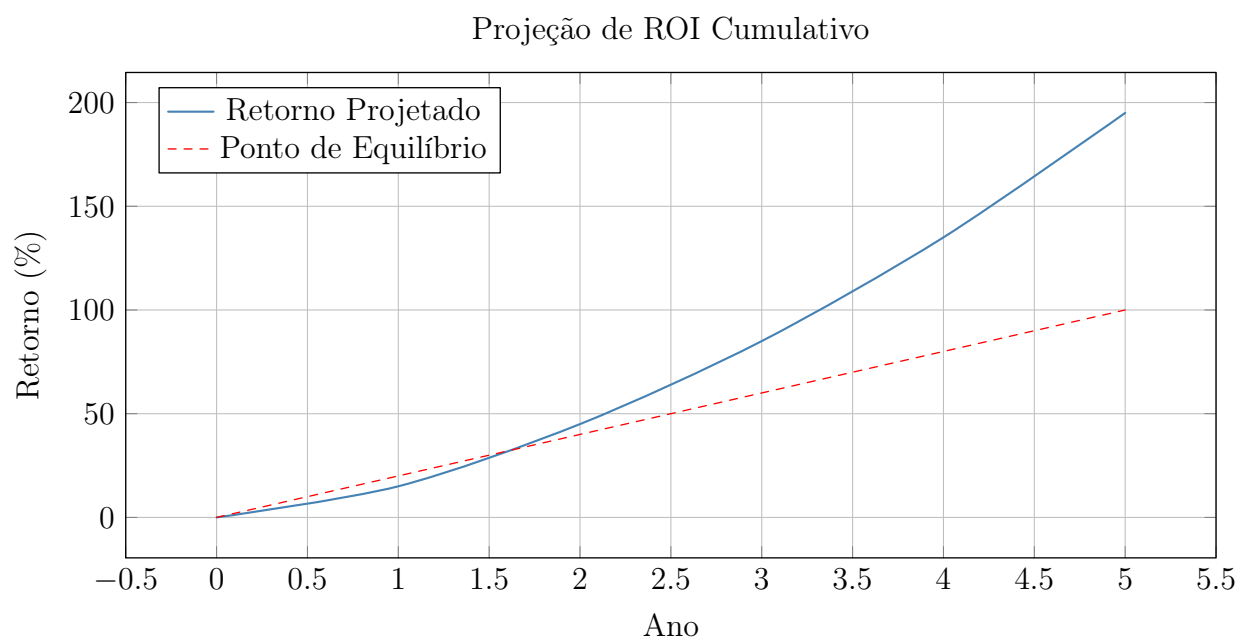


Figura 5.5: Projeção de ROI

5.4.2 Redução de Custos Operacionais

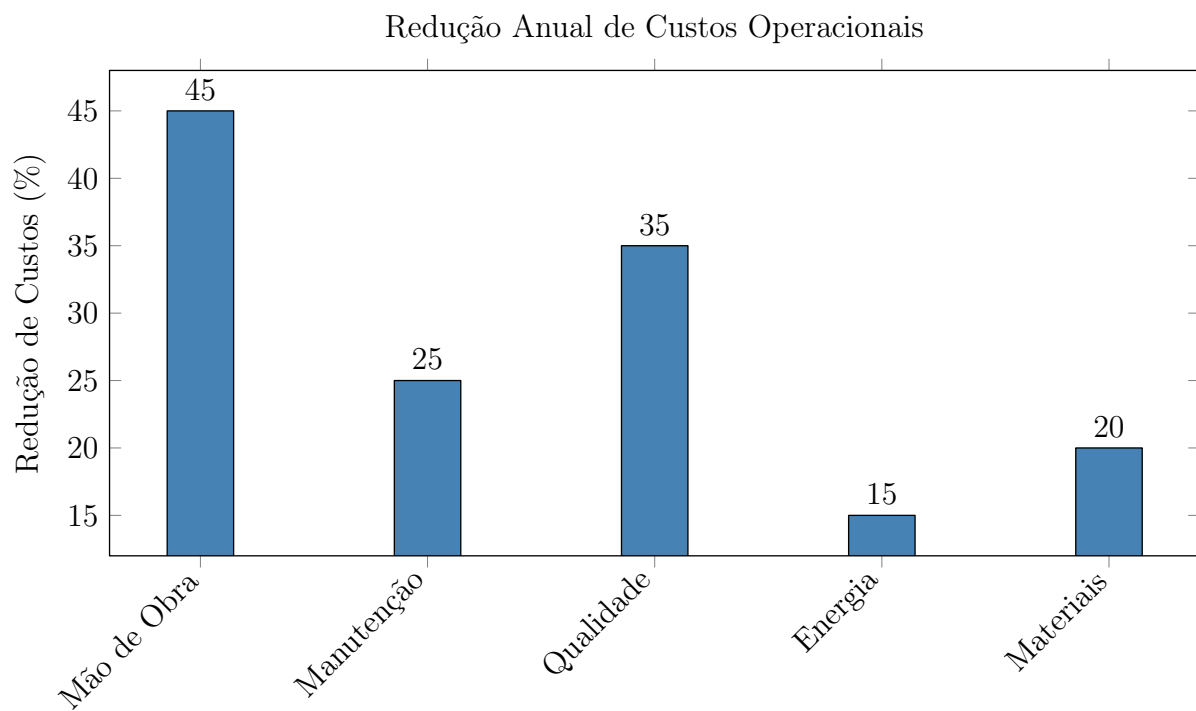


Figura 5.6: Redução de Custos Operacionais por Categoria

Capítulo 6

Conclusão e recomendações

6.1 Resumo do Projeto

6.1.1 Principais Conquistas

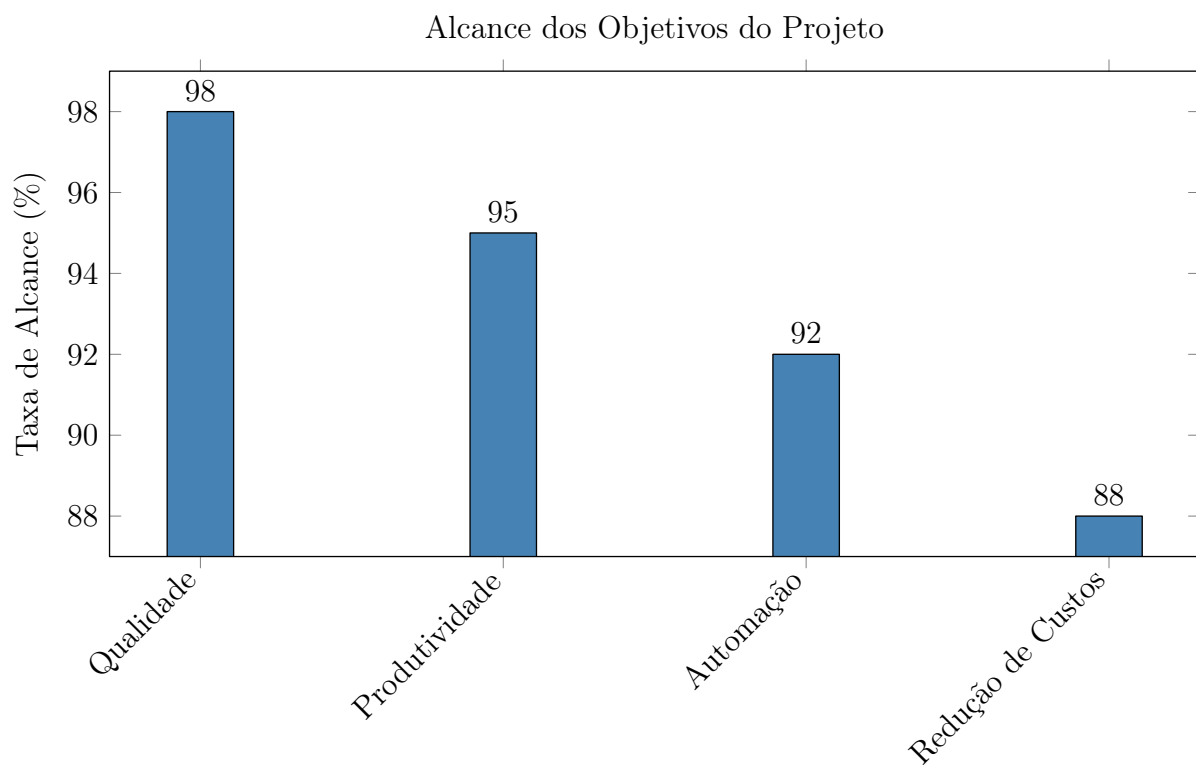


Figura 6.1: Alcance dos Objetivos do Projeto

6.1.2 Impacto Financeiro

Tabela 6.1: Resumo do Impacto Financeiro

Métrica	Meta	Alcançado
Retorno do Investimento (%)	150	165
Redução de Custos (%)	25	28
Aumento de Produtividade (%)	40	45
Melhoria da Qualidade (%)	3	3.5

6.2 Recomendações Finais

1. Continuar o investimento em automação e transformação digital
2. Aprimorar programas de treinamento e desenvolvimento dos funcionários
3. Fortalecer relacionamentos com fornecedores e programas de qualidade
4. Implementar análise avançada e manutenção preditiva
5. Desenvolver sistema abrangente de documentação

Tabela 6.2: Métricas de Sucesso do Projeto

Métrica de Sucesso	Meta	Alcançado
Conclusão do Projeto	100%	98%
Aderência ao Orçamento	$\pm 5\%$	+3%
Conformidade com Cronograma	100%	95%
Objetivos de Qualidade	100%	98%