

VINICIUS MURAKAMI YAMAMOTO

MELHORIA EM UMA EMPRESA DE PROJETOS

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

São Paulo - SP

2011

VINICIUS MURAKAMI YAMAMOTO

MELHORIA EM UMA EMPRESA DE PROJETOS

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do diploma de
Engenheiro de Produção

Orientação:
Professor Doutor Alberto Wunderler Ramos

São Paulo – SP

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Yamamoto, Vinicius Murakami

**Melhoria em uma empresa de projetos / V.M. Yamamoto. --
São Paulo, 2011.
156 p.**

**Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Qualidade do projeto 2. Qualidade do processo 3. Simula-
ção de sistemas I. Universidade de São Paulo. Escola Politéc-
nica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.**

A minha família e amigos
que sempre me apoiaram no período de
elaboração deste trabalho e em toda a vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai, por toda sua sabedoria e conhecimento.

À minha mãe, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Aos meus irmãos, pela compreensão das tensões do dia a dia.

À Marina, pela ajuda na elaboração deste trabalho.

Ao Professor Doutor Alberto Wunderler Ramos, pelo auxílio e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

A todo Departamento de Engenharia de Produção, pela convivência durante todos os anos de curso.

À Escola Politécnica, pela oportunidade de realização do curso de Engenharia de Produção.

A todos os colegas e amigos, pelo suporte oferecido.

A todos os funcionários da empresa, que colaboraram para a execução deste trabalho.

“Stay Hungry, Stay Foolish”

Steve Jobs

RESUMO

Este trabalho é o relatório em formato acadêmico sobre a melhoria dos processos de uma empresa de projetos estruturais. Requisito para a obtenção do diploma do curso de Engenharia de Produção na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foram realizadas análises para identificar as causas da redução significativa da parcela de mercado em que a empresa se insere. Primeiramente, fez-se necessária uma breve descrição da empresa e de seus processos, além de uma revisão da literatura relacionada ao tema. Em seguida, através do exame da qualidade dos processos foi possível identificar a causa do problema, para depois, propor e executar um plano de ação para sua solução. Isso feito, discutiu-se a viabilidade econômica da proposta e seus resultados, tendo em vista os possíveis ganhos econômicos, operacionais e indiretos. Por fim, conclui-se este relatório com uma reflexão geral sobre o trabalho realizado.

Palavras-chave: Qualidade do projeto, qualidade do processo, simulação de sistemas.

ABSTRACT

This is an academic report of the improvement in the processes of a structural design company. It is a requirement for graduating in the major of industrial engineering at Escola Politécnica of University of São Paulo. In this report several analysis are made, with the main purpose of identifying the leading causes for the decreasing of the company's market-share. First, it felt necessary to present the company's summary, its processes, and a bibliographic review related to the theme. After that, through the examination of the processes' quality, it became possible to reveal the real cause of the issue, and afterwards, to propose and execute a plan of action for its resolution. Then, the proposal's feasibility and its results were discussed, focusing at possible increases in revenues, operational improvements and collateral effects. Finally, this report is concluded with a general reflection on the work done.

Key Words: Quality on projects, quality on process, system simulation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1. Lançamentos e Market Share da Empresa. Elaborado pelo autor.	30
Ilustração 2. Ciclo PDCA. Adaptado de Campos (2004), p. 180.	36
Ilustração 3. Classificação dos Critérios. Adaptado das notas de aula de Alvarenga Netto. ...	37
Ilustração 4. Matriz Importância X Desempenho. Adaptado das notas de aula de Alvarenga Netto.	39
Ilustração 5. Tabela da Qualidade Planejada. Adaptado de Cheng E Melo Filho (2010), p. 126.	41
Ilustração 6. Matriz de Correlação. Elaborado pelo Autor.....	43
Ilustração 7. Representação da Matriz da Qualidade. Adaptado de Cheng E Melo Filho (2010), p. 156.	43
Ilustração 8. Seleção por critérios de classificação múltiplos. Extraído de notas de aula de Francischini.	45
Ilustração 9. Fluxograma do processo de lançamento de um empreendimento. Elaborado pelo autor.	49
Ilustração 10. Fluxograma do Processo de Ante-Projeto. Elaborado pelo autor.	54
Ilustração 11. Fluxograma do Processo de Pré-Execução. Elaborado pelo autor.	57
Ilustração 12. Fluxograma do Processo de Execução. Elaborado pelo autor.	60
Ilustração 13. Check List de Verificação. Fonte: Cálculos.	62
Ilustração 14. Exemplo de Verificação dos Detalhamentos. Fonte: Cálculos.....	63
Ilustração 15. Exemplo 2 de Verificações dos Detalhamentos. Fonte: Cálculos.	63
Ilustração 16. Tabela de Identificação do Desenho. Fonte: Cálculos.....	64
Ilustração 17. Padronização dos Arquivos. Fonte: Cálculos.	65
Ilustração 18. Fluxograma do Processo Completo. Elaborado pelo autor.....	67
Ilustração 19. Matriz Importância X Desempenho das Qualidades Exigidas. Elaborado pelo autor.	73
Ilustração 20. Fluxograma do Processo de Verificação dos Cálculos e Armações. Elaborado pelo autor.	83
Ilustração 21. Fluxograma do Processo de Detalhamento. Elaborado pelo autor.	84
Ilustração 22. Fluxograma do Processo de Verificação Final. Elaborado pelo autor.....	85
Ilustração 23. Diagrama de Causa e Efeito para o Tempo de Detalhamento Grande. Elaborado pelo autor.	87

Ilustração 24. Diagrama de causa e efeito para Uso de Versões Antigas. Elaborado pelo autor.	94
Ilustração 25. Ambiente de Trabalho. Fonte: Cálculos.....	96
Ilustração 26. Sistema de informação atual. Elaborado pelo autor.	100
Ilustração 27. Sistema de informação após implantação do servidor. Elaborado pelo autor.	102
Ilustração 28. Representação do Projeto através da ADM e Caminho Crítico. Elaborado pelo autor.	121
Ilustração 29. Apresentação da simulação realizada para a atividade A. Elaborado pelo autor.	123
Ilustração 30. Teste de Hipótese para fluxo perpétuo. Elaborado pelo autor.	127
Ilustração 31. Teste de Hipótese para fluxo de um ano. Elaborado pelo autor.....	128
Ilustração 32. Diagrama de Pareto. Adaptado de Ramos (1999).	133
Ilustração 33. Diagrama de Causa e Efeito. Adaptado de Ramos (1999).	134
Ilustração 34. Lista de Verificação. Adaptado de Ramos (1999).	134
Ilustração 35. Histograma. Adaptado de Ramos (1999).	134
Ilustração 36. Diagrama de Dipersão. Adaptado de Ramos (1999).	135
Ilustração 37. Gráfico Linear. Adaptado de Ramos (1999).	135
Ilustração 38. Gráfico de Controle. Adaptado de Ramos (1999).	135
Ilustração 39. Possíveis resultados do teste de hipótese. Adaptado de Costa Neto (2002), p. 86.....	136
Ilustração 40. Exemplo de diagramas PDM. Adaptado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 148.....	138
Ilustração 41. Exemplo de diagramas ADM. Adaptado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 150.....	138
Ilustração 42. Exemplo de um diagrama condicional. Adaptado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 151.	140
Ilustração 43. Tabela de Distribuição Normal Padrão.	143
Ilustração 44. Exemplo de Ante-Projeto. Fonte: Cálculos.....	144
Ilustração 45. Carimbo do Ante-Projeto. Fonte: Cálculos.	145
Ilustração 46. Exemplo de Pré-Executivo. Fonte: Cálculos.....	146
Ilustração 47. Carimbo do Pré-Executivo. Fonte: Cálculos.....	147
Ilustração 48. Exemplo de Executivo. Fonte: Cálculos.	148
Ilustração 49. Carimbo do Executivo. Fonte: Cálculos.	149
Ilustração 50. Apresentação da simulação do ganho de receita. Elaborado pelo autor.	156

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tempos das Atividades. Elaborado pelo autor.	66
Tabela 2. Importância X Desempenho. Elaborado pelo autor.....	72
Tabela 3. Qualidade Exigida e Qualidade Planejada. Elaborada pelo autor.	74
Tabela 4. Matriz da Qualidade. Elaborado pelo autor.	79
Tabela 5. Plano de Ação: 5W1H. Elaborado pelo autor.....	103
Tabela 6. Pesos dos critérios de análise do fornecedor. Elaborado pelo autor.....	110
Tabela 7. Características do Servidor A. Elaborado pelo autor.	110
Tabela 8. Características do Servidor B. Elaborado pelo autor.....	111
Tabela 9. Características do Servidor C. Elaborado pelo autor.....	111
Tabela 10. Características do Servidor D. Elaborado pelo autor.	111
Tabela 11. Avaliação dos Fornecedores. Elaborado pelo autor.	115
Tabela 12. Matriz de avaliação por critérios múltiplos. Elaborado pelo autor.....	115
Tabela 13. Identificação das Atividades e suas Precedências. Elaborado pelo autor.....	120
Tabela 14. Novos tempos das atividades após a implantação do servidor. Elaborado pelo autor.	125
Tabela 15. Dados de entrada para o teste de hipótese de fluxo perpétuo. Elaborado pelo autor.	127
Tabela 16. Dados de entrada para o teste de hipótese de fluxo de um ano. Elaborado pelo autor.....	127
Tabela 17. Teste de uma média com σ conhecido. Adaptado de Costa Neto (2002), p. 91...	137
Tabela 18. Regras para a elaboração do ADM. Adpatado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 150.	139

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de Pareto para as Qualidades Exigidas. Elaborado pelo autor.	74
Gráfico 2. Diagrama de Pareto para as Características da Qualidade. Elaborado pelo autor...	80
Gráfico 3. Quantidade de Desenhos com Problemas/Quantidade de Desenhos Total. Elaborado pelo autor.....	91
Gráfico 4. Principais problemas para o elevado nível de retrabalho. Elaborado pelo autor. ...	92
Gráfico 5. Diagrama de Pareto para as causas para Uso de Versões Antigas. Elaborado pelo autor.	97
Gráfico 6. Histograma dos resultados da simulação com os tempos atuais. Elaborado pelo autor.	124
Gráfico 7. Histograma dos resultados da simulação com os novos tempos. Elaborado pelo autor.	125
Gráfico 8. Histograma dos resultados da simulação da receita. Elaborado pelo autor.....	126
Gráfico 9. Função densidade de probabilidade triangular genérica. Elaborado pelo autor....	150
Gráfico 10. Função densidade de probabilidade e acumulada da atividade A. Elaborado pelo autor.	152

LISTA DE SIGLAS

TF	Trabalho de Formatura
PDCA	Plan, Do, Control and Act
TQC	Total Quality Control
QFD	Quality Function Deployment
QD	Desdobramento da Qualidade
QFDr	Desdobramento da Função Qualidade no sentido Restrito
VPL	Valor Presente Líquido
VPP	Valor Presente da Perpetuidade
ADM	Error Diagramming Method
PDM	Preceding Diagramming Method
CDM	Conditional Diagramming Method
AP	Ante-Projeto
PE	Pré-Executivo
EX	Executivo
HD	Hard Disk
RAID	Redundant Array of Independent Drives

|

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	29
1.1. Apresentação do Trabalho	29
1.2. Descrição da Empresa	29
1.3. Contexto	30
1.4. Problema.....	31
1.5. Estrutura do Trabalho	32
1.5.1 Definição do Problema	32
1.5.2 Revisão da Literatura.....	33
1.5.3. Descrição dos Processos.....	33
1.5.4. Análise dos Processos.....	33
1.5.5. Proposta de Melhoria.....	33
1.5.6. Execução da Proposta.....	33
1.5.7. Conclusão	34
2. REVISÃO DA LITERATURA	35
2.1. Ciclo de Deming.....	35
2.2. Matriz de Importância X Desempenho.....	36
2.3. Quality Function Deployment (QFD).....	39
2.3.1. Qualidades Exigidas	40
2.3.2. Qualidade Planejada	40
2.3.3. Características da Qualidade	42
2.3.4. Correlação das Características e Qualidade Exigidas.....	42
2.3.5. Qualidade Projetada.....	43
2.4. Seleção de Fornecedores	44
2.5. Resumo	45
3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS	46
3.1. Processo de Lançamento de um Empreendimento	46
3.2. Processos de Cálculos e Desenhos de Estruturas	50
3.2.1. Ante-Projeto	50
3.2.2. Pré-Executivo	55
3.2.3. Executivo.....	58
3.3. Verificações e Controles.....	61

3.3.1. Verificações Técnicas	61
3.3.2. Controles Administrativos	63
3.4. Tempos.....	65
3.5. Resumo.....	66
4. ANÁLISE DO SERVIÇO.....	68
4.1. Captando a voz do cliente	68
4.1.1. Preço.....	69
4.1.2. Qualidade do Projeto.....	69
4.1.3. Prazo de Entrega	70
4.1.4. Serviço Adicional.....	70
4.1.5. Construtibilidade.....	71
4.1.6. Consumo de Material	71
4.1.7. Atendimento.....	72
4.1.8. Matriz Importância X Desempenho	72
4.2. Transformando a Voz do Cliente na Matriz da Qualidade	75
4.2.1. Concentração de Pilares	75
4.2.2. Espessura Média de Gesso	76
4.2.3. Tempo para a execução dos cálculos	76
4.2.4. Tempo para a execução do detalhamento	76
4.2.5. Nível de detalhamento	76
4.2.6. Assessoramento técnico	77
4.2.7. Equipe administrativa treinada.....	77
4.2.8. Equipe técnica treinada	77
4.2.9. Custo do projeto	77
4.2.10. Técnicas e normas atualizadas	78
4.2.11. Matriz da Qualidade.....	78
4.3. Resumo.....	81
5. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA	82
5.1. Descrição do Processo de Detalhamento	82
5.2. Análise do Processo de Detalhamento	86
5.2.1. Controle de Tempo Inexistente	88
5.2.2. Muito Retrabalho	88
5.2.3. Falta de Empenho dos Funcionários	88
5.2.4. Monitores Inadequados	89

5.2.5. Excesso de Verificação.....	89
5.2.6. Sobrecarga de atividades	89
5.3. Causa-raiz para o longo tempo para execução dos detalhamentos.....	90
5.4. Causa-raiz para elevado nível de retrabalho	91
5.5. Causa-raiz para uso de versões antigas	93
5.5.1. Verificação da nomenclatura errada	95
5.5.2. Perda de Documentos	95
5.5.3. Anotação da nomenclatura errada	95
5.5.4. Falta de atenção	95
5.5.5. Muitos documentos na mesa	96
5.5.6. Duas pessoas trabalhando no mesmo arquivo	96
5.5.7. Causa-Raiz.....	97
5.6. Resumo	98
6. PLANO DE AÇÃO	99
6.1. Análise dos sistemas de informação	99
6.2. Plano de ação	101
6.3. Resumo	103
7. EXECUÇÃO DO PLANO	104
7.1. Critérios de Seleção	104
7.1.1. Preço	105
7.1.2. Capacidade de Armazenamento (HD).....	105
7.1.3. Memória RAM	106
7.1.4. Placa de Rede.....	106
7.1.5. Processador.....	106
7.1.6. Dispositivos de Back-Up	107
7.1.7. Tipo do Gabinete	107
7.1.8. Dimensões	108
7.1.9. Suporte Técnico.....	108
7.1.10. Garantia	108
7.1.11. Fonte de Alimentação	108
7.1.12. Qualidade/Indicações	109
7.1.13. Pesos dos Critérios	109
7.2. Avaliação dos Servidores	110
7.2.1. Preço	112

7.2.2. Capacidade de Armazenamento (HD)	112
7.2.3. Memória RAM.....	112
7.2.4. Placa da Rede	113
7.2.5. Processador	113
7.2.6. Dispositivos de Back-Up	113
7.2.7. Gabinete	113
7.2.8. Dimensões.....	113
7.2.9. Suporte Técnico	114
7.2.10. Garantia.....	114
7.2.11. Fonte de Alimentação	114
7.2.12. Qualidade/Indicações	114
7.2.13. Avaliações dos Servidores	114
7.3. Seleção do Servidor	115
7.4. Análise de Viabilidade Econômica	116
7.4.1. Estimação do tempo disponível	117
7.4.2. Estimação do tempo de trabalho consumido por projeto.....	118
7.4.3. Tempo Consumido X Tempo de Execução	119
7.4.4. Simulações dos tempos	122
7.4.5. Simulações do ganho anual.....	125
7.4.6. Teste de hipótese para a análise de viabilidade econômica	126
7.5. Resumo.....	128
8. CONCLUSÃO	129
8.1. Resultados obtidos	129
8.2. Dificuldades encontradas	129
8.3. Próximos passos.....	130
8.4. Resumo.....	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXO A – 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	133
ANEXO B – TESTE DE HIPÓTESE.....	136
ANEXO C – REPRESENTAÇÕES DO PROJETO.....	137
ANEXO D – TEOREMA DO LIMITE CENTRAL.....	141
ANEXO E – AVALIAÇÃO DE PROJETOS.....	142
ANEXO F - TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL.....	143
ANEXO G – PRODUTO DO ANTE-PROJETO	144

ANEXO H – CARIMBO DO ANTE-PROJETO.....	145
ANEXO I – PRODUTO DA PRÉ-EXECUÇÃO.....	146
ANEXO J – CARIMBO DA PRÉ-EXECUÇÃO.....	147
ANEXO K – PRODUTO DA EXECUÇÃO.....	148
ANEXO L – CARIMBO DA EXECUÇÃO	149
APÊNDICE A – PREMISSAS PARA A SIMULAÇÃO DOS TEMPOS.....	150
APÊNDICE B – METODOLOGIA PARA A SIMULAÇÃO DOS TEMPOS	151
APÊNDICE C – GANHOS DE EFICIÊNCIA	153
APÊNDICE D – METODOLOGIA PARA A SIMULAÇÃO DOS GANHOS	155

1. INTRODUÇÃO

1.1. Apresentação do Trabalho

Esse é o Trabalho de Formatura (TF), requisito para a obtenção do diploma do curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, foi realizado nos moldes acadêmicos com o intuito de solucionar um problema real em engenharia de produção, selecionando e aplicando ferramentas e conjuntos de técnicas aprendidos no decorrer do curso.

A disciplina “Trabalho de Formatura e Estágio Supervisionado” é oferecida para que o aluno possa aplicar tais ferramentas para solucionar um problema real encontrado no estágio supervisionado. Assim sendo, o presente trabalho foi desenvolvido numa empresa de cálculos e desenhos estruturais, cujo nome verdadeiro (da empresa e de seus colaboradores) não será apresentado, devido à solicitação do empresário, razão pela qual, foi escolhido o pseudônimo “Cálculos” para fins deste TF.

A escolha de Cálculos para a elaboração do trabalho foi baseada na necessidade da empresa em auxílio na identificação das causas de um problema, o qual será apresentado a seguir, e na possibilidade de obter soluções para esse.

1.2. Descrição da Empresa

Cálculos é uma prestadora de serviços de grandes incorporadoras da cidade de São Paulo, cujo objeto social é realizar cálculos de estruturas de empreendimentos, ou seja, projetar a estrutura de empreendimentos, dimensionando e desenhando cada parte da mesma, e cuja principal área de atuação é no estado de São Paulo, e ocasionalmente em outros estados. Ademais, recentemente, a Cálculo passou a realizar consultoria na otimização de projetos.

Durante seu trabalho, diversos cálculos e verificações são necessários para se certificar de que o empreendimento permaneça estável após a construção.

A Cálculo possui 10 funcionários, porém esse número pode variar de 8 à 15 dependendo da demanda. Apesar de a empresa possuir mais de 60 anos de mercado, ela ainda se encontra estruturada de forma extremamente familiar e conta com apenas um dono.

INTRODUÇÃO

1.3. Contexto

Nos últimos anos o setor de atuação da empresa passou por uma fase de aquecimento, e, com isso, diversas incorporadoras entraram no mercado, aumentando a competição entre elas. Para se destacarem umas das outras, as incorporadoras precisaram se tornar mais eficientes e, para tanto, foram obrigadas a reduzir custos e despesas, além de diminuir o prazo de entrega das obras aos clientes finais.

Como consequência disso, e aliado ao fato de que as incorporadoras possuem um poder de barganha muito grande ao negociar com empresas de projetos estruturais, por serem muito maiores e por existirem muitas alternativas no mercado, a indústria de projetos viu-se obrigada a reduzir os preços cobrados e aumentar a eficiência de suas operações.

Por esses motivos, o mercado tornou-se cada vez mais concorrido e as margens das empresas foram tornando-se cada vez menores. Empresas maiores tornaram-se mais competitivas pelo simples fato de conseguirem obter ganhos de escala, o que não é o caso da empresa analisada.

Conseqüentemente, a empresa perdeu *market share* para empresas maiores que conseguiam realizar projetos por preços e prazos menores, fato este representado na Ilustração 1 a seguir:

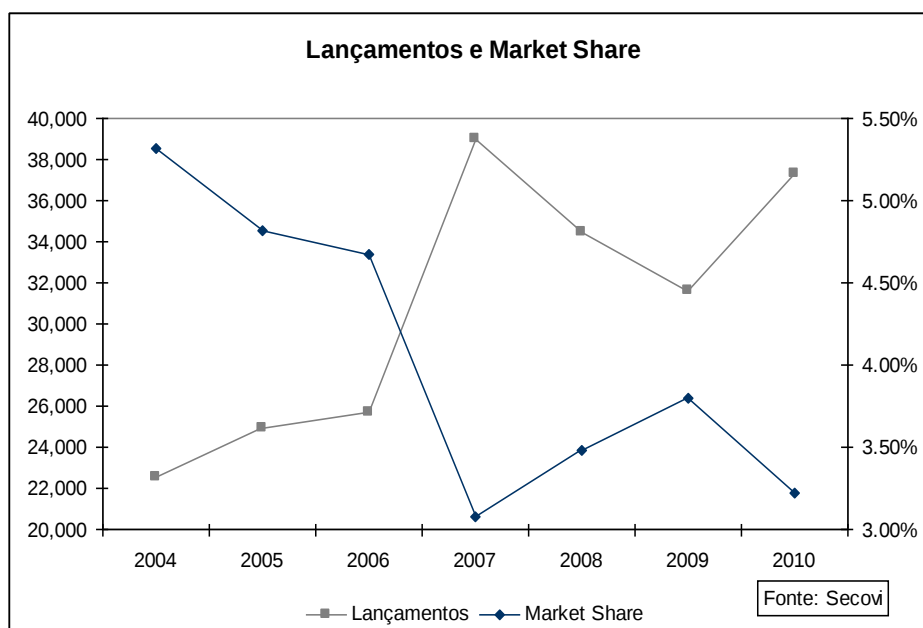


Ilustração 1. Lançamentos e Market Share da Empresa. Elaborado pelo autor.¹

¹ Dados sobre lançamentos disponíveis em: <<http://www.secovi.com.br/pesquisas-e-indices/indicadores-do-mercado/>>. Acesso em junho de 2011

Em 2010, a empresa era responsável por 20 projetos de 60 apartamentos cada (em média), ou seja, a empresa era responsável por aproximadamente 1.200 lançamentos, o que corresponde a aproximadamente 3% dos projetos da cidade de São Paulo. Em 2004, a empresa também era responsável por 1.200 lançamentos, mas a quantidade de lançamentos na cidade era muito menor, dessa forma, o *market share* da empresa era de aproximadamente 5,5%.

Com o intuito de tentar manter o *market share*, a empresa começou a oferecer outro serviço além do projeto das estruturas: consultoria para a otimização de projeto, auxiliando incorporadoras a reduzirem o custo total do empreendimento por meio da alteração de alguma parte do projeto. Com o acréscimo desse serviço a empresa pôde cobrar preços levemente superiores aos praticados pelo mercado.

O fato de Cálculos ter perdido *market share* não significa que uma única outra empresa tenha se beneficiado dessa perda, uma vez que o setor de projetos é extremamente fragmentado. Estima-se que apenas na cidade de São Paulo existam aproximadamente 500 escritórios de projeto de estruturas.

1.4. Problema

A contínua perda de *market share* é um problema extremamente relevante para empresa de qualquer setor da economia, pois caso venha a perder toda sua parcela de mercado, a empresa deixará de cumprir seu objetivo perante a sociedade e, conseqüentemente, deixará de existir.

Isso em vista, o autor levantou cinco possíveis razões para a perda de *market share* da empresa: novo entrante no mercado, novo produto substituto, nova tecnologia, ineficiência da empresa e estratégia da empresa.

A primeira foi descartada, uma vez que, conforme citado anteriormente, estima-se que existem aproximadamente 500 escritórios de projetos estruturais só na cidade de São Paulo (veja item 1.3), e não se acredita que um novo concorrente tenha entrado no mercado. Além disso, não foi identificada nenhuma incorporadora que tenha começado a verticalizar suas atividades, passando a exercer a atividade de projetos estruturais, além das que já exerciam tais atividades.

A segunda também não foi considerada como causa para a perda de *market share*, pois se entende que o serviço prestado pelas empresas de projetos estruturais é imprescindível para

INTRODUÇÃO

a execução de um empreendimento, e não há outro serviço, no momento, que possa substituí-los.

Além disso, atualmente, não existe tecnologia que possa substituir completamente o serviço prestado, pois apesar de existirem *softwares* que executam algumas das atividades realizadas por Cálculos, a parcela humana ainda é necessária, uma vez que esse serviço envolve diversas alterações para encontrar a melhor solução possível para um determinado empreendimento. Dessa forma, descartou-se a análise da terceira possibilidade.

O trabalho será desenvolvido em torno das duas últimas possíveis causas, as quais envolvem as atividades da empresa, tanto no planejamento de suas operações, quanto na tomada de decisões estratégicas..

Em suma, o intuito deste TF será identificar as possíveis causas para a redução do *market share* de Cálculos, através da análise dos processos da empresa, e a sugestão de melhorias para tentar solucionar as causas do problema, utilizando algumas das ferramentas e conceitos teóricos aprendidos durante o curso de engenharia de produção.

1.5. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é dividido em 7 grandes etapas:

1. Definição do Problema
2. Revisão da Literatura
3. Descrição dos Processos
4. Análise dos Processos
5. Proposta de Melhoria
6. Execução da Proposta
7. Conclusão

1.5.1 Definição do Problema

A etapa de definição do problema é apresentada no capítulo 1, onde é definida a empresa onde será realizado o trabalho, uma breve descrição da mesma, e a relação do autor com a instituição. Além disso, são apresentados o contexto em que a empresa está atualmente, e o problema a ser solucionado.

1.5.2 Revisão da Literatura

Nesta etapa do trabalho, são apresentadas as revisões da literatura que serão tomadas como base para a realização do trabalho. Esta etapa está apresentada no capítulo 2. E nela estão contidas desde as ferramentas da qualidade empregadas nas análises dos processos até o uso das ferramentas de análise de viabilidade econômica de projetos.

1.5.3. Descrição dos Processos

A descrição dos processos está apresentada no capítulo 3 do trabalho. Nesta etapa, a empresa é descrita com maior profundidade, apresentando os detalhes das operações. Essa descrição se faz necessária para um melhor entendimento do mercado em que a empresa está situada, e para ser tomada como base para as análises que a sucede.

1.5.4. Análise dos Processos

Esta etapa do trabalho está distribuída nos capítulos 4 e 5 do trabalho. No capítulo 4 são identificadas as características do serviço prestado pela empresa que influenciam as qualidades exigidas pelos clientes e, em seguida, essas características são avaliadas, em comparação com as de seus concorrentes, levando-se em consideração as mesmas qualidades. O resultado dessa análise é a identificação das características que precisam ser melhoradas para tornar a empresa mais competitiva.

Já o capítulo 5 apresenta as análises realizadas para se identificar as causas que levam a característica identificada no capítulo anterior a estar em desvantagem em relação aos seus concorrentes. Dessa forma, diversas análises são realizadas até a causa-raiz do problema ser identificada.

1.5.5. Proposta de Melhoria

Já no capítulo 6, primeiramente, realiza-se uma análise da causa-raiz do problema identificada no capítulo anterior, para em seguida ser apresentada a proposta de melhoria.

1.5.6. Execução da Proposta

A execução da proposta de melhoria é apresentada no capítulo 7 do trabalho. Neste são apresentadas as diversas etapas para a execução da proposta. Vale ressaltar que apesar de serem apresentados todos os estudos para que a proposta seja implantada, cabe à empresa aceitar ou não os estudos realizados. No final desse capítulo, ainda, é apresentado o estudo da viabilidade econômica da proposta.

INTRODUÇÃO

1.5.7. Conclusão

Finalmente, a última etapa do trabalho consiste na sua conclusão. Nele são apresentados os resultados obtidos, bem como as dificuldades encontradas para o seu desenvolvimento. Além disso, ainda são expostos os próximos passos para a continuidade do trabalho. A última parte deste trabalho consiste num resumo final de tudo que foi realizado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será apresentada a revisão da literatura dos assuntos e das ferramentas utilizadas para desenvolver este TF.

2.1. Ciclo de Deming

O ciclo de Deming, também conhecido como ciclo PDCA nasceu no escopo da tecnologia *Total Quality Control* (TQC) como uma ferramenta de gerenciamento de atividades. O ciclo PDCA se baseia na constante melhoria para a solução de problemas. O ciclo compõe o conjunto de ações em sequência dado pela ordem estabelecida pelas letras que compõe a sigla:

- P (*plan*: planejar) é planejar uma ação antes de executá-la. O processo de planejamento é altamente dependente da matéria a ser planejada, mas a grosso modo, pode ser definido como o ato de se estabelecer objetivos e metas, diretrizes e procedimentos para uma ação;
- D (*do*: fazer, executar) é a execução. Geralmente se divide em expor o plano de ação (*Plan*), treinar as pessoas para executá-lo e executar o que foi planejado. A execução deve ser gerenciada por itens de verificação e controle, como qualidade, custo, segurança e moral. É nesta fase que os recursos previstos na etapa de planejamento serão consumidos;
- C (*check*: verificar, controlar) é o estudo baseado nos controles extraídos da fase anterior, somado aos relatórios de impacto da ação executada. Nesta fase, compara-se os resultados da ação com resultados passados da instituição, estuda-se os impactos que os efeitos secundários da ação podem causar a instituição e se verifica a possibilidade da ação se tornar um padrão ou se ainda subsiste algum problema;
- A (*act*: agir, atuar corretivamente) neste módulo se altera o padrão existente ou se elabora um novo padrão a ser seguido pela instituição. Baseia-se em todas as

informações advindas da etapa anterior para se estabelecer este novo padrão.

A figura a seguir demonstra de forma simplificada o ciclo PDCA:

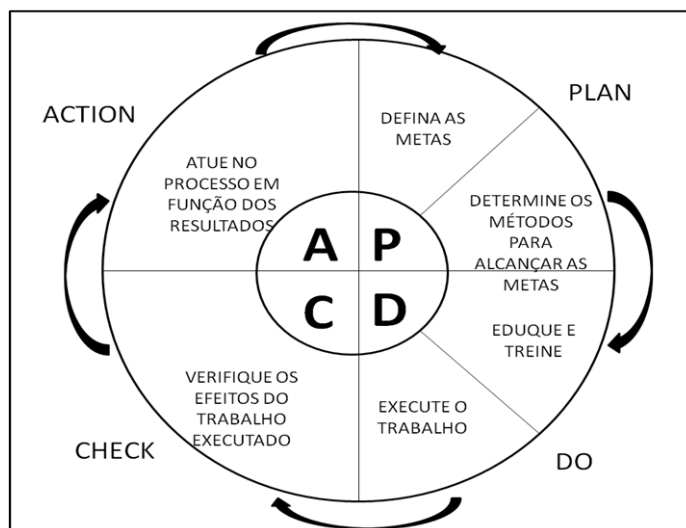


Ilustração 2. Ciclo PDCA. Adaptado de Campos (2004), p. 180.

2.2. Matriz de Importância X Desempenho

Baseando-se nas notas de aula de Alvarenga Netto, a matriz de importância vis à vis desempenho auxilia na identificação das qualidades do serviço e/ou produto que precisam ser melhoradas a fim de atender melhor as necessidades do cliente.

Primeiramente, deve-se identificar os clientes, esses podem ser internos ou externos à empresa. Em seguida determina-se as qualidades que os clientes exigem do produto ou serviço, ou seja, quais qualidades podem influenciar na tomada de decisão do cliente.

Definidas as qualidades a serem avaliadas, deve-se classificá-las entre os critérios: (i) pouco relevantes, (ii) qualificadores e (iii) ganhadores de pedidos.

Os critérios ganhadores de pedidos são aqueles que quanto melhor o desempenho da empresa, maiores os benefícios competitivos. Os critérios qualificadores são critérios binários, ou seja, caso a empresa possua um desempenho considerado mínimo, ele obterá um benefício competitivo que se manterá constante independente da melhora de seu desempenho. Os critérios pouco relevantes são aqueles em que a empresa não obterá benefício algum com a mudança de seu desempenho. A ilustração a seguir representa melhor o que foi enunciado.

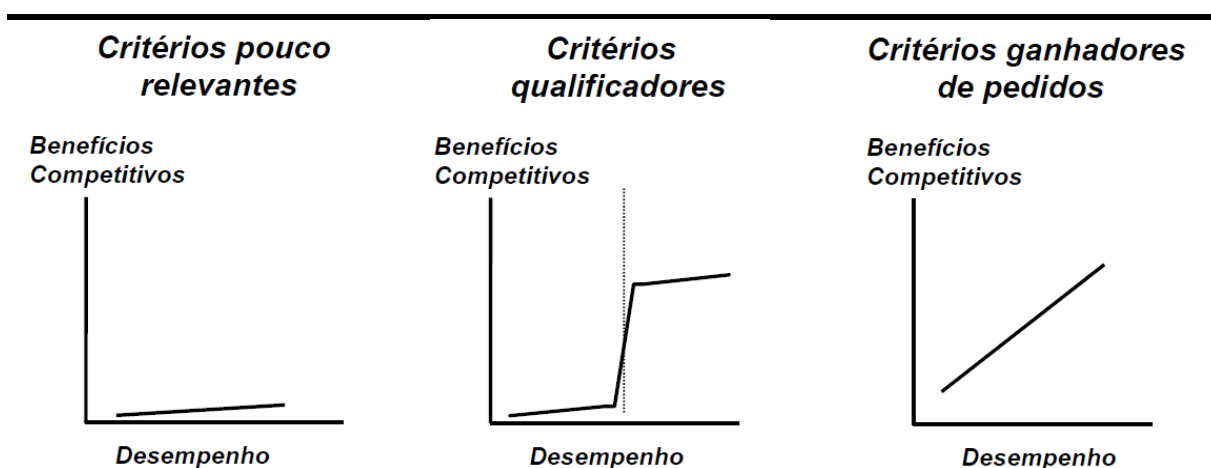


Ilustração 3. Classificação dos Critérios. Adaptado das notas de aula de Alvarenga Netto.²

Além disso, classifica-se os critérios numa escala de 1 a 9, onde:

1. Critério Ganhador de pedido: Proporciona vantagem crucial junto aos clientes.
2. Critério Ganhador de pedido: Proporciona importante vantagem junto aos clientes – sempre considerado.
3. Critério Ganhador de pedido: Proporciona vantagem útil junto aos clientes – normalmente considerado.
4. Critérios qualificadores: Precisa estar pelo menos marginalmente acima da média do setor.
5. Critérios qualificadores: Precisa estar em torno da média do setor
6. Critérios qualificadores: Precisa estar a pouca distância da média do setor.
7. Critérios menos relevantes: Normalmente não considerado, pode tornar-se mais importante no futuro.
8. Critérios menos relevantes: Muito raramente é considerado pelos clientes.
9. Critérios menos relevantes: Nunca é considerado pelos clientes e provavelmente nunca será.

Em seguida classifica-se o desempenho da empresa perante os concorrentes para todos os critérios. Dividindo-se em três grandes grupos: melhor do que a concorrência, igual à concorrência e pior do que a concorrência. Esses grupos são, então, subdivididos em uma classificação de 1 à 9, onde:

1. Melhor do que a concorrência: Consistente e consideravelmente melhor que o melhor concorrente.

² Notas de aula cedida por Alvarenga Netto para a matéria PRO2420-Gestão de Operações de Serviços.

REVISÃO DA LITERATURA

2. Melhor do que a concorrência: Consistente e claramente melhor que o melhor concorrente.

3. Melhor do que a concorrência: Consistente e marginalmente melhor que o melhor concorrente.

4. Igual à concorrência: Com frequência marginalmente melhor que o melhor concorrente.

5. Igual à concorrência: Aproximadamente o mesmo da maioria dos concorrentes.

6. Igual à concorrência: Frequentemente a uma distância curta atrás dos principais concorrentes.

7. Pior do que a concorrência: Usual e marginalmente pior que a maioria dos principais concorrentes.

8. Pior do que a concorrência: Usualmente pior que a maioria dos concorrentes.

9. Pior do que a concorrência: Consistentemente pior que a maioria dos concorrentes.

A partir da definição dos critérios quanto à relevância e ao desempenho, chega-se à matriz importância versus desempenho. Na zona **urgência** ficam as qualidades que precisam ser aprimoradas pela empresa rapidamente. Caso esteja na região **aprimorar**, a qualidade precisa ser melhorada, mas primeiro deve-se focar nas urgentes. Já as qualidades que ficarem na zona **adequado**, são aquelas que possuem desempenho na medida correta e, por fim, as da zona **excesso**, são aquelas que possuem um desempenho maior do que o necessário, ou seja, foca-se muito numa qualidade que não trará nenhum benefício competitivo para a empresa.

Segue a matriz importância vis à vis desempenho.

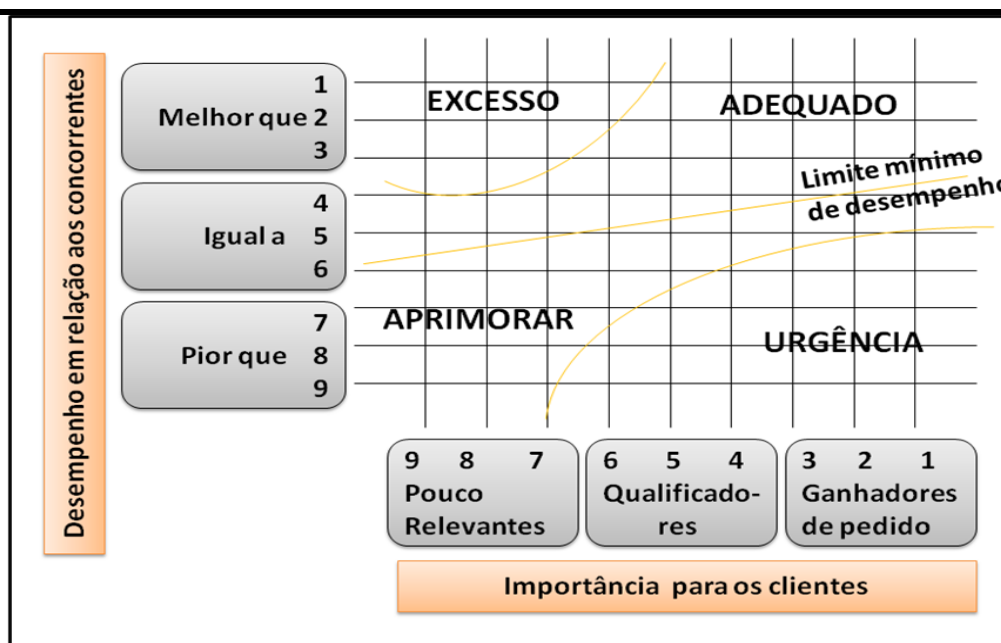


Ilustração 4. Matriz Importância X Desempenho. Adaptado das notas de aula de Alvarenga Netto.³

2.3. Quality Function Deployment (QFD)

O método QFD surgiu no contexto do TQC, e conforme Cheng e Melo Filho (2010, p. 44), o QFD

[...] pode ser conceituado como uma forma de comunicar sistematicamente informação relacionada com a qualidade e de explicitar ordenadamente trabalho relacionado com a obtenção da qualidade, tem como objetivo alcançar o enfoque da garantia da qualidade durante o desenvolvimento de produto e é subdividido em Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da função Qualidade no sentido restrito (QFDr).

Ainda de acordo com Cheng e Melo Filho (2010, p. 45), o QD é o processo que visa,

[...] buscar, traduzir e transmitir as informações necessárias para que o produto desenvolvido atenda as necessidades dos clientes, por intermédio de desdobramentos sistemático, iniciando-se com a determinação da voz do cliente, passando por todos os fatores necessários para o desenvolvimento do produto [...]

Finalmente, QFDr é um processo que consiste em, conforme Cheng e Melo Filho (2010, p. 46),

[...] desdobrar o trabalho de garantir qualidade desde o desenvolvimento passando por produção, distribuição, vendas até assistência técnica, em um conjunto de processos, tarefas, atividades e procedimentos, tanto gerenciais quanto técnicos, para que o trabalho possa ser atribuído, executado e cumprido pelas áreas funcionais da empresa, de forma integrada.

³ Notas de aula cedida por Alvarenga Netto para a matéria PRO2420-Gestão de Operações de Serviços.

REVISÃO DA LITERATURA

No presente trabalho será utilizado o QD para identificar as qualidades exigidas pelo cliente e transformá-las em características do produto e, assim, poder identificar quais precisam ser aperfeiçoadas. Para esse processo, será utilizada a Matriz da Qualidade.

Para a construção da matriz da qualidade são realizados os seguintes passos:

1. Determinação das qualidades exigidas pelos clientes.
2. Determinação da qualidade planejada.
3. Extração das características da qualidade.
4. Correlacionar características com as exigências dos clientes.
5. Determinação da qualidade projetada.

2.3.1. Qualidades Exigidas

As qualidades exigidas pelos clientes são aquelas qualidades que o cliente exige que o produto possua, para que ele o obtenha.

As qualidades exigidas podem ser determinadas principalmente através de reuniões com os clientes ou, em alguns casos, através de pesquisas com o público-alvo do produto. O produto final desta etapa é basicamente uma lista com as qualidades exigidas pelos clientes.

Ressalva-se que esta é a fase inicial da análise, portanto, deve ser realizada de forma adequada. Caso contrário, tudo o que se sucederá não será válido.

2.3.2. Qualidade Planejada

Nesta etapa da análise são identificadas quais qualidades exigidas pelos clientes são mais importantes. Em seguida, com base no desempenho da empresa e de seus concorrentes, define-se, quais qualidades precisam de melhorias, estipulando pesos para cada uma delas.

Para tanto, elabora-se a tabela de qualidade planejada. Segue a ilustração dessa tabela, indicando a ordem a ser seguida quando do seu preenchimento.

REVISÃO DA LITERATURA

Qualidade Exigida	Qualidade Planejada							
	Grau de importância	Avaliação e Desempenho		Planejamento			Peso	
		Nossa Empresa	Competidores	Plano de qualidade	Índice de melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo
1	2		3	4	5	6	7	

Ilustração 5. Tabela da Qualidade Planejada. Adaptado de Cheng E Melo Filho (2010), p. 126.

O grau de importância deve ser obtido junto aos clientes, através de perguntas e/ou pesquisas sobre a importância de cada uma das qualidades exigidas, classificando-as de 1 a 5, sendo:

1. Nenhuma importância
2. Pouca importância
3. Alguma importância
4. Importante
5. Muito Importante

A avaliação da empresa e de seus competidores também deve ser obtida através de reuniões com os clientes e/ou pesquisas de mercado, avaliando-os em uma escala de 1 a 5, sendo:

1. Péssimo.
2. Ruim.
3. Regular.
4. Bom.
5. Ótimo.

Com base nessas informações, define-se o nível de qualidade que a empresa pretende chegar em relação à avaliação. Define-se, assim, o plano de qualidade para a qualidade exigida.

REVISÃO DA LITERATURA

A partir do atual desempenho da empresa e do plano de qualidade, pode-se definir o índice de melhoria utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Índice de melhoria} = \frac{\text{Plano de Qualidade}}{\text{Avaliação da nossa Empresa}} \quad (1)$$

Em seguida, define-se o argumento de venda da qualidade exigida, um valor numérico que é acrescentado a itens de qualidade com o objetivo de aumentar o valor de seus pesos. O índice de melhoria, de acordo com Cheng e Melo Filho (2010, p. 127), “[...] é definida em função da previsão de que, se for garantida a qualidade deste item, este pode contribuir para o aumento da possibilidade de venda do novo produto no mercado.”.

Isso feito, com base no grau de importância, no índice de melhoria e no argumento de venda, definem-se os pesos absolutos de cada item da qualidade, utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Peso Absoluto} = \text{Grau de importância} \times \text{Índice de melhoria} \times \text{Argumento de venda} \quad (2)$$

Finalmente, com base nos pesos absolutos, definem-se, então, os pesos relativos de cada qualidade utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Peso Relativo} = \frac{\text{Peso Absoluto}}{\text{Soma de todos os pesos absolutos}} \quad (3)$$

2.3.3. Características da Qualidade

Tendo em mente as qualidades exigidas pelo cliente, deve-se então definir as características do produto que influenciam essas qualidades. Esse processo pode ser realizado através da técnica *brainstorming* (tempestade de idéias), para identificar preliminarmente características da qualidade. Em seguida, deve-se definir quais elas se relacionam ao produto final.

2.3.4. Correlação das Características e Qualidade Exigidas

Nesta etapa do processo, deve-se definir as correlações existentes entre as qualidades exigidas e as características da qualidade levantadas. Para tanto, desacopla-se a tabela da qualidade planejada das qualidades exigidas, elaborando uma matriz tendo no eixo vertical as

REVISÃO DA LITERATURA

qualidades exigidas e no horizontal as características da qualidade. A seguir, segue o exemplo da matriz:

Qualidade Exigida	Características da Qualidade				

Ilustração 6. Matriz de Correlação. Elaborado pelo Autor.

Dessa forma, em cada posição da matriz, deve-se definir qual a correlação entre as características e as qualidades exigidas com base na seguinte classificação:

- 9. Correlação forte
- 3. Correlação média
- 1. Correlação fraca
- 0. Correlação inexistente

2.3.5. Qualidade Projetada

A última etapa para a construção da matriz da qualidade é a conversão, ou transmissão da importância, das qualidades exigidas para as características da qualidade. Com base nessa conversão será possível identificar quais características do produto devem ser focadas.

A seguir está a representação genérica de uma matriz da qualidade.

		Características da Qualidade			Peso das qualidades exigidas	
		CQ1	CQ2	CQ3	Absoluto	Relativo
Qualidades Exigidas	QE1	X11	X12	X13	PaQ1	PrQ1
	QE2	X21	X22	X23	PaQ2	PrQ2
	QE3	X31	X32	X33	PaQ3	PrQ3
Peso das características da qualidade	Absoluto	PaC1	PaC2	PaC3		
	Relativo	PrC1	PrC2	PrC3		

Ilustração 7. Representação da Matriz da Qualidade. Adaptado de Cheng E Melo Filho (2010), p. 156.

Com base na matriz acima, pode-se definir os pesos absolutos das características a partir da seguinte fórmula:

$$PaCj = \sum_{i=1}^n PrQi.Xij \quad (4)$$

Utilizando a fórmula (3), pode-se definir os pesos relativos de cada característica da qualidade. Em seguida, avaliam-se as características dos produtos/serviços da empresa e de seus competidores. Com base nesses dados e nos pesos relativos, definem-se as metas de desempenho das características da qualidade, e verificam-se quais são as que precisam de melhorias imediatas.

2.4. Seleção de Fornecedores

A seleção de fornecedores pode ser realizada de diversas formas. Uma delas é a baseada em critérios múltiplos. Nesta abordagem, primeiramente, são definidos os critérios para a seleção de um fornecedor. Em seguida, a cada um dos critérios são atribuídos pesos, conforme sua importância. Os pesos podem variar dentro de uma escala de 1 a 10.

Os fornecedores são, então, avaliados quanto aos critérios estabelecidos, numa escala de 0 a 4, onde:

- 0. Fraco
- 1. Razoável
- 2. Bom
- 3. Muito bom
- 4. Excelente

Caso o fornecedor possua avaliação insatisfatória em um critério, o mesmo é desqualificado. Em seguida, é feita uma soma das avaliações ponderadas pelo peso dos critérios. O fornecedor que possuir a maior pontuação será o vencedor da seleção. A seguir, segue uma matriz de seleção de fornecedores por critérios de classificação múltiplos.

REVISÃO DA LITERATURA

CRITÉRIO	PESO	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B	FORNECEDOR C	FORNECEDOR D
Preço	8	3	1	4	2
Manutenção	7	2	4	1	3
Assistência Técnica	5	4	3	2	1
Facilidade de uso	10	1	4	2	3
Ponderação		68	91	69	72
Classificação		4. ^o	1. ^o	3. ^o	2. ^o

Ilustração 8. Seleção por critérios de classificação múltiplos. Extraído de notas de aula de Francischini.

2.5. Resumo

Neste capítulo, foi apresentada a revisão da literatura, dos conceitos, teorias e ferramentas que serão utilizados como base teórica para realização do trabalho. O ciclo de Deming será utilizado como diretriz, pois será através dele que se tentará solucionar o problema. As duas primeiras etapas deste ciclo, planejamento e execução, serão utilizadas. Já as duas últimas serão propostas como próximos passos para a continuidade do projeto.

Primeiramente, com o intuito de identificar as principais características do serviço que estão atualmente prejudicando a percepção do cliente quanto à qualidade do mesmo será utilizada a ferramenta de análise QFD, bem como a matriz de importância versus desempenho para a identificação dessas características. Em seguida, as sete ferramentas da qualidade, apresentadas no ANEXO A, serão utilizadas para aprofundamento nas reais causas desses problemas.

Em seguida, como será apresentada nos capítulos seguintes, a proposta de melhoria consistirá na seleção de um fornecedor, através da seleção por critérios múltiplos.

Para a determinação dos ganhos de eficiência obtidos com a proposta de melhoria será utilizada a programação do projeto, apresentado no ANEXO C. Em seguida, serão realizadas simulações de Monte Carlo para a estimação das durações do projeto. Finalmente, será realizada a análise de viabilidade econômica com base na teoria de valor presente líquido, apresentado no ANEXO E, bem como, testes de hipóteses para a confirmação da mesma, cuja teoria está apresentada no ANEXO B.

3. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Neste capítulo, primeiro, será apresentado o processo de lançamento de um empreendimento para melhor compreensão das atividades que Cálculo desempenha, para depois fazer uma descrição dos processos intrínsecos de Cálculo.

3.1. Processo de Lançamento de um Empreendimento

Neste item, será apresentado o processo de lançamento de um empreendimento, desde a definição de qual terreno comprar até a venda do imóvel ao cliente final. Além disso, serão expostos os *stakeholders* que participam deste processo.

Essa descrição é de extrema importância para uma melhor compreensão das atividades desempenhadas por Cálculo e as diversas atividades realizadas em conjunto com os demais *stakeholders*.

O processo de lançamento de um empreendimento envolve diversos intervenientes que desempenham diversas atividades em conjunto. Os principais participantes desse processo são:

- Incorporadora;
- Corretores;
- Arquiteto;
- Projetista de cálculos e desenhos de estruturas;
- Construtora;
- Projetista de fundação;
- Projetista de instalações hidráulicas;
- Projetista de instalações elétricas;
- Projetista de pressurização;
- Projetista de ar-condicionado;
- Projetista de paisagismo;
- Decorador;
- Projetista de paginação de alvenaria;
- Projetista de fachada; e
- Projetista de Caixilhos.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Como se pode perceber, existem diversos intervenientes com os quais Cálculo precisa se relacionar para que o empreendimento seja realizado.

O processo começa com a decisão da incorporadora em lançar um empreendimento com determinadas características. Para tanto, define se contrata uma corretora de imóveis para ajudar na procura por terrenos adequados para o empreendimento ou se ela mesma faz uma pesquisa de mercado à procura de um terreno.

Definido o terreno para o projeto, a incorporadora, com o auxílio da empresa de marketing, define o que fazer no terreno, ou seja, define o que a população daquela região está procurando, casa ou prédio, a quantidade de quartos, quantidade de vagas para estacionamento, o tamanho do imóvel, residencial ou comercial, preço de venda do metro quadrado, dentre outras características de um empreendimento.

Após definir as diretrizes do projeto, a incorporadora contrata um arquiteto que fica responsável por definir o projeto que a incorporadora definiu para o terreno. Ele é o responsável pela organização dos espaços no terreno, por exemplo, caso o empreendimento seja um prédio, ele define quanto o projeto terá de área construída, o quanto terá de área comum, onde estarão situados os cômodos.

Além disso, o arquiteto precisa se atentar à legislação de cada região, pois cada uma delas possui suas próprias especificidades, por exemplo, cada região possui um limite diferente para a área construída, e ele deve buscar o melhor aproveitamento do terreno sem que esse limite seja ultrapassado. E assim, o arquiteto elabora o ante-projeto de arquitetura do empreendimento, que nada mais é do que um esboço inicial do projeto.

Isso feito, a incorporadora entra em contato com os projetistas, que colaborarão para tornar realidade o ante-projeto do arquiteto. Dentre todos os projetistas, o primeiro a analisar o anteprojeto é o projetista de estruturas que, realiza um ante-projeto da estrutura, sempre se baseando nas idéias do arquiteto. Para tanto, diversas reuniões são necessárias para que seja possível conciliar os dois ante-projetos.

Em seguida, os dois ante-projetos são enviados para os demais projetistas que executam seus respectivos ante-projetos. Assim, como na conciliação dos ante-projetos do arquiteto e do projetista de estruturas, são necessárias diversas reuniões para a conciliação de todos os projetos.

Terminada a fase de ante-projetos, o que representa que aproximadamente 20% dos projetos já estão definidos, começa a fase de elaboração do projeto pré-executivo, fase em que todos os projetos são melhor detalhados e cujo fim representa que 95% dos projetos estão

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

definidos. Mesmo nessa fase ainda são necessárias várias reuniões, pois diversas alterações ocorrem em todos os projetos, uma vez que uma única alteração em um dos projetos reflete em todos os outros.

A última fase de projetos, ou seja, o projeto executivo, consiste nos últimos 5% de definição do projeto. Nessa fase, são desenhados todos os detalhes dos projetos. Por fim, todas as plantas são enviadas para a obra, dando início à construção do empreendimento.

A Ilustração 9 representa melhor o processo global do empreendimento.

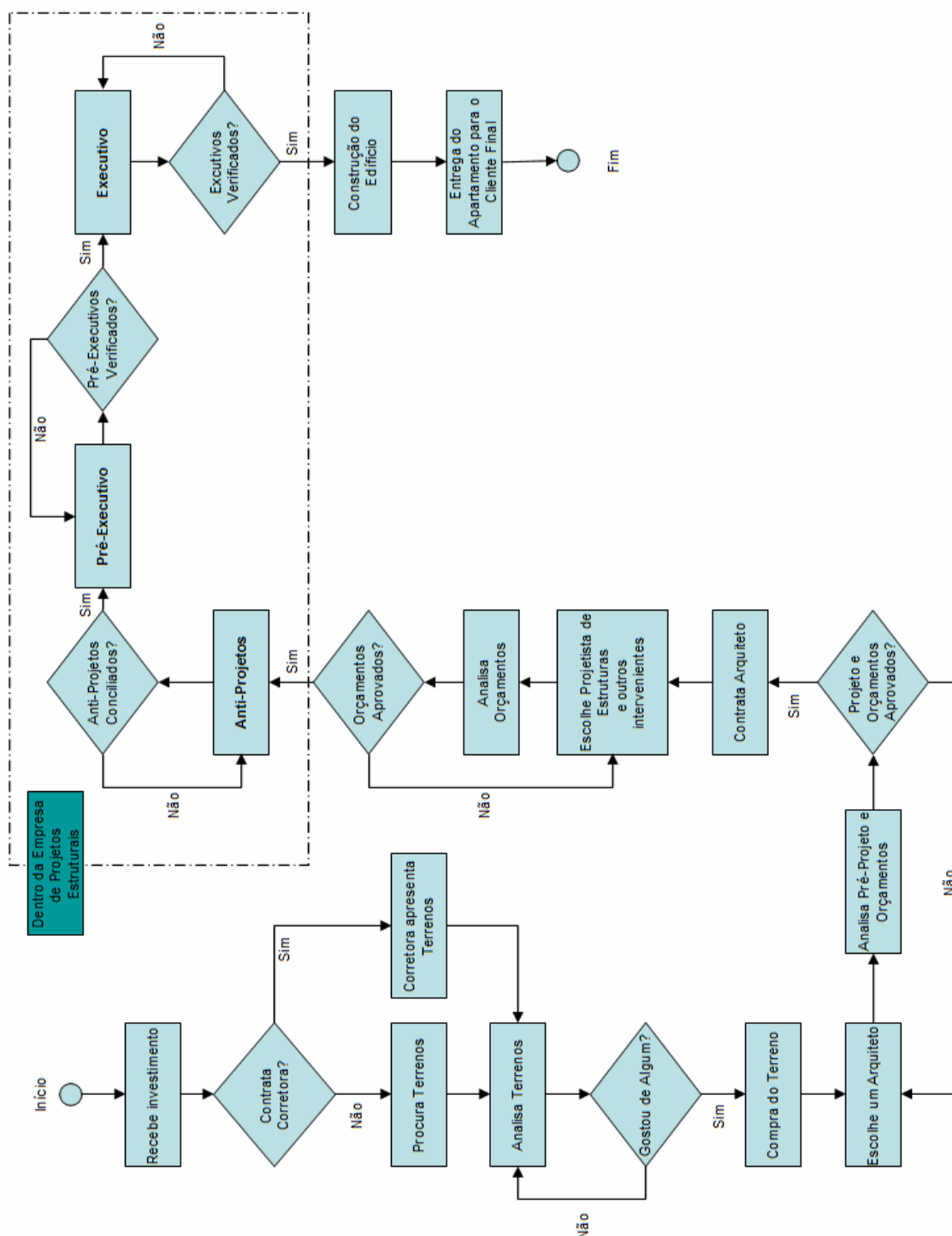


Ilustração 9. Fluxograma do processo de lançamento de um empreendimento. Elaborado pelo autor.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

3.2. Processos de Cálculos e Desenhos de Estruturas

No item anterior, o processo de construção como um todo foi descrito para se obter uma visão melhor do processo de lançamento de um empreendimento. Neste item, serão apresentadas as atividades realizadas dentro da empresa de projeto estrutural e suas especificidades, assim como as inter-relações com os demais intervenientes.

Cálculo divide sua operação em três etapas: ante-projeto, pré-executivo e executivo. A seguir serão descritas as atividades que pertencem a cada uma dessas etapas.

3.2.1. Ante-Projeto

Em grandes linhas, nesse nível do processo, Cálculo realiza um esboço do projeto. As principais atividades dessa etapa são: recepção de dados, realização do ante-projeto da estrutura, otimização do projeto, verificação de cálculo, reuniões com os diversos intervenientes.

3.2.1.1. Recepção de Dados

A recepção de dados consiste basicamente no recebimento de dados de outros intervenientes do processo. A recepção de dados não ocorre somente no nível de ante-projeto, mas é neste nível em que ocorre com maior frequência. A principal explicação para tanto é o fato de esse ser o nível onde são definidos os projetos de todos os intervenientes. Dessa forma, é necessária uma maior comunicação entre Cálculo e os demais intervenientes para que os ante-projetos sejam compatíveis entre si.

A primeira percepção dessa atividade é que ela é simplória, mas na realidade é uma atividade extremamente importante, pois Cálculo recebe muitas informações durante todo o processo e se a recepção não for realizada adequadamente, muitos dados se perderão no decorrer do processo.

No nível de ante-projeto, pode-se dizer que a recepção de dados ocorre principalmente em dois momentos. O primeiro deles é no início de todo o processo, quando Cálculo recebe o primeiro *input*, que nada mais é do que o ante-projeto do arquiteto. E o segundo momento é quando os outros intervenientes, baseados nos ante-projetos do arquiteto e de Cálculo, enviam seus ante-projetos para Cálculo averiguar.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Ressalva-se que essa segunda recepção pode ocorrer inúmeras vezes até que todos ante-projetos estejam conciliados, ou seja, até que os projetos de todos os intervenientes sejam compatíveis entre si.

3.2.1.2. Realização do Ante-Projeto da Estrutura

O ante-projeto da estrutura consiste no cálculo e definição das estruturas em um nível preliminar. O ante-projeto é também chamado pelo gestor da empresa de “delineamento”.

O “delineamento” é a definição das posições e das dimensões iniciais da estrutura do edifício – vigas, lajes, pilares, blocos – que manterão o edifício estável. Além disso, o engenheiro precisa adequar seu ante-projeto ao do arquiteto, ou seja, não pode modificar o ante-projeto do arquiteto.

Uma vez executado o ante-projeto, o mesmo é encaminhado para os outros intervenientes que elaboram seus respectivos ante-projetos. Se não ocorressem interferências entre os ante-projetos, essa atividade seria realizada apenas uma vez, mas na realidade, são necessárias diversas reuniões entre os intervenientes até que todos os ante-projetos estejam conciliados.

3.2.1.3. Otimização do Projeto de Arquitetura

A atividade de otimização do projeto é realizada juntamente com a realização do ante-projeto de estruturas. Nessa atividade o engenheiro responsável realiza a otimização do projeto de arquitetura inicial. Essa atividade consiste basicamente em elaborar um projeto da estrutura que otimize o projeto de arquitetura aumentando o benefício da incorporadora ou diminuindo os custos da obra.

Para melhor entender essa etapa do processo é preciso realizar uma digressão sobre como funciona a construção dos empreendimentos.

Para um determinado empreendimento existem diversas maneiras de se definir a estrutura. Portanto, existem projetos que consomem menos material na hora da construção (aço e concreto principalmente), mas que são mais complexos; e existem projetos que consomem mais materiais, no entanto, são menos complexos.

Em um vão de 10mx10m, por exemplo, pode-se definir a estrutura de duas maneiras. Na primeira, o engenheiro pode definir uma única laje, quatro vigas e quatro pilares e na segunda ele pode definir duas lajes e cinco vigas e seis pilares. A primeira proposta é mais

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

simples que a segunda, mas consome mais material, porque na utilização de uma única laje a espessura da mesma será maior do que se fossem utilizadas duas lajes.

Entretanto, apesar da segunda solução ser a mais econômica, ela também é a que demandará mais tempo para ser realizada, pois possui duas estruturas a mais do que da primeira solução.

Outra maneira de otimizar é interferir o mínimo no projeto arquitetônico e por vezes, aumentar o aproveitamento dos espaços.

Assim sendo, nesse caso Cálculo precisa verificar qual é o melhor projeto da estrutura para o empreendimento, tanto em relação ao custo do projeto como em duração e encontrar o ponto ótimo dessa equação.

O exemplo dado é uma das formas mais simples de se otimizar um empreendimento, existem outras inúmeras atividades que Cálculo executa em termos de otimização.

3.2.1.4. Verificação de Cálculo

Durante a execução do ante-projeto e da otimização do projeto, o engenheiro verifica aproximadamente 15% das peças estruturais, somente as mais importantes.

As verificações serão melhor apresentadas mais adiante, mas resumindo, essa verificação consiste na conferência dos cálculos realizados pelo engenheiro.

3.2.1.5. Reuniões com os outros Intervenientes

A última atividade desse nível consiste nas diversas reuniões que o engenheiro tem com os diversos intervenientes – apresentados anteriormente – para conciliar os projetos.

Em outras palavras, nessa atividade todos os participantes se reúnem para discutir seus ante-projetos, e verificar se os projetos não possuem interferências entre si.

Um exemplo de interferência seria, por exemplo, uma tubulação do projeto de hidráulica estar na mesma posição de uma viga, exigindo a colocação de um furo na mesma. Como se pode imaginar, em um projeto é praticamente impossível tudo estar conciliado logo na primeira vez. Por este motivo, os ante-projetos, tanto de estruturas quanto dos outros intervenientes, precisam ser refeitos diversas vezes para que tudo esteja conciliado.

Outro ponto importante é que de uma reunião para outra, os projetistas alteram seus ante-projetos, não apenas nos locais onde haviam interferências mas em outras regiões também. Como consequência, os ante-projetos dos demais precisam ser alterados.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Essas reuniões ocorrem diversas vezes até que todos os ante-projetos estejam conciliados.

3.2.1.6. Visão Global do Ante-Projeto

Nesse item será apresentada a ordem cronológica das atividades.

Primeiramente, a empresa recebe o ante-projeto do arquiteto responsável pelo empreendimento. Em seguida, o engenheiro elabora o ante-projeto de estruturas, e paralelamente, executa a otimização do projeto.

Durante o ante-projeto, o engenheiro verifica os cálculos realizados. Caso esteja correto, Cálculos envia o ante-projeto para os demais intervenientes do processo, que realizam seus ante-projetos.

Em seguida Cálculos recebe os ante-projetos dos outros participantes e se reúne com eles para discutir as eventuais interferências entre os projetos. Caso haja alguma interferência, novos ante-projetos são realizados até que todos estejam conciliados.

A seguir a Ilustração 10 apresenta um fluxograma do processo descrito acima. O ANEXO B e o ANEXO C apresentam o produto final desta etapa do processo e o carimbo de verificação do mesmo, respectivamente.

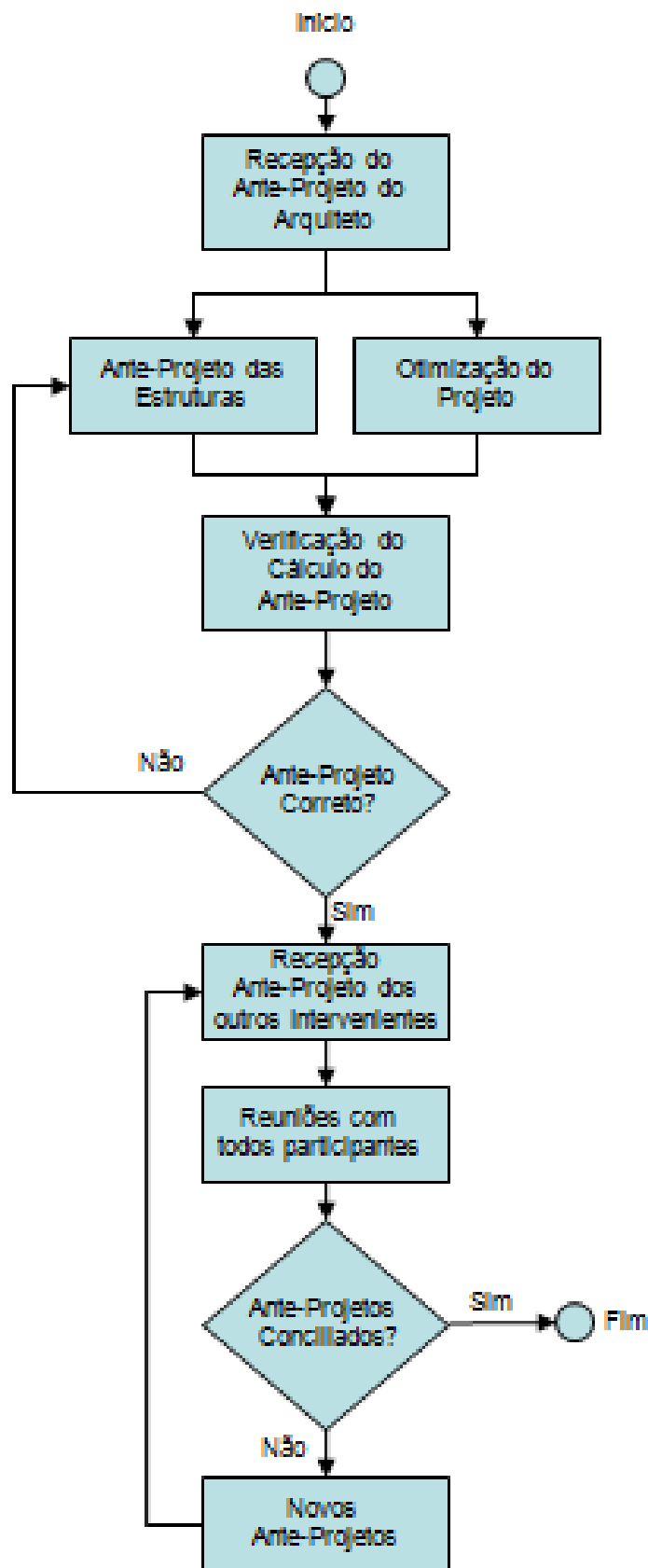


Ilustração 10. Fluxograma do Processo de Ante-Projeto. Elaborado pelo autor.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

3.2.2. Pré-Executivo

Nesse nível do processo, Cálculos detalha melhor o ante-projeto. As principais atividades dessa etapa são: remodelagem dos cálculos de estruturas, detalhamento das formas, recepção de dados, reuniões com todos os participantes, verificação dos cálculos/formas/outras pré-executivos.

3.2.2.1. Remodelagem dos Cálculos das Estruturas

A remodelagem dos cálculos das estruturas consiste basicamente na continuação do processo de ante-projeto, ou seja, nessa atividade Cálculos continua recalculando o projeto de estrutura para se adequar ao pré-executivo do arquiteto.

Durante esta etapa, as peças estruturais são verificadas e eventualmente modificadas em relação ao ante-projeto, de modo a garantir a sua estabilidade, o que demanda bastante tempo do projetista.

3.2.2.2. Recepção de dados

Assim como no nível de ante-projeto, nesse nível, Cálculos também recebe inúmeros projetos dos outros intervenientes, os respectivos pré executivos. Assim, nessa etapa também é necessário um bom sistema de recepção e envio de dados para que não ocorram problemas, como por exemplo, a utilização de dados errados ou envio de desenhos errados.

3.2.2.3. Reuniões entre todos os Intervenientes

Da mesma forma que a recepção de dados ocorre tanto na fase de ante-projeto como de pré-executivo, as reuniões entre os diversos intervenientes também ocorrem em ambos níveis. Nessa etapa do processo também são realizadas reuniões para que seja feita a conciliação dos pré-executivos, até que não haja interferências entre os pré-executivos.

3.2.2.4. Detalhamento das formas

Terminado o pré-executivo do projeto de estruturas, começa a fase de detalhamento das formas. As formas são basicamente os caixotes de madeira que são utilizadas na obra para fabricar a estrutura de concreto. Em outras palavras, são os moldes da estrutura.

É importante ressaltar que o programa utilizado por Cálculos auxilia na elaboração dos desenhos desde o nível de ante-projeto, mas esses desenhos são rústicos, não trabalhados.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Poderia-se imaginar, então, que o detalhamento é apenas uma questão de perfeccionismo de Cálculos. Mas na verdade essa atividade vai além disso, nessa etapa, as peças são detalhadas de diferentes perspectivas de modo a facilitar a execução da obra.

3.2.2.5. Verificação dos Cálculos, Formas e outros Pré-Executivos

Como nas outras etapas, existe uma verificação dos projetos realizados até essa fase. Assim, nessa etapa os cálculos realizados são verificados com as formas e os outros pré-executivos. São verificados mais 75% das peças estruturais, que somadas aos outros 20% das peças verificadas na fase de ante-projeto totalizam 95% de todas as peças estruturais.

Essa verificação será mais bem explicada adiante juntamente com todos os processos de verificação.

3.2.2.6. Visão Global da Pré-Execução

O processo de pré-execução ocorre logo após o término da fase de ante-projeto. Primeiramente, ocorre a remodelagem da estrutura, ou seja, a transformação de ante-projeto para pré-executivo. Em seguida, Cálculos recebe os pré-executivos dos outros intervenientes e se reúne com eles para discutir eventuais interferências entre os projetos.

Essas reuniões são realizadas até que não haja mais interferências nos projetos. Tendo conciliado os pré-executivos, Cálculos realiza o detalhamento das formas.

Após o detalhamento das formas, ocorre a verificação das formas com os cálculos feitos e com os pré-executivos dos outros intervenientes, corrigindo qualquer inconsistência encontrada. A seguir segue o fluxograma do processo de pré-execução. Os ANEXOS D e E apresentam um produto final do processo de pré-execução e o carimbo do mesmo, respectivamente.

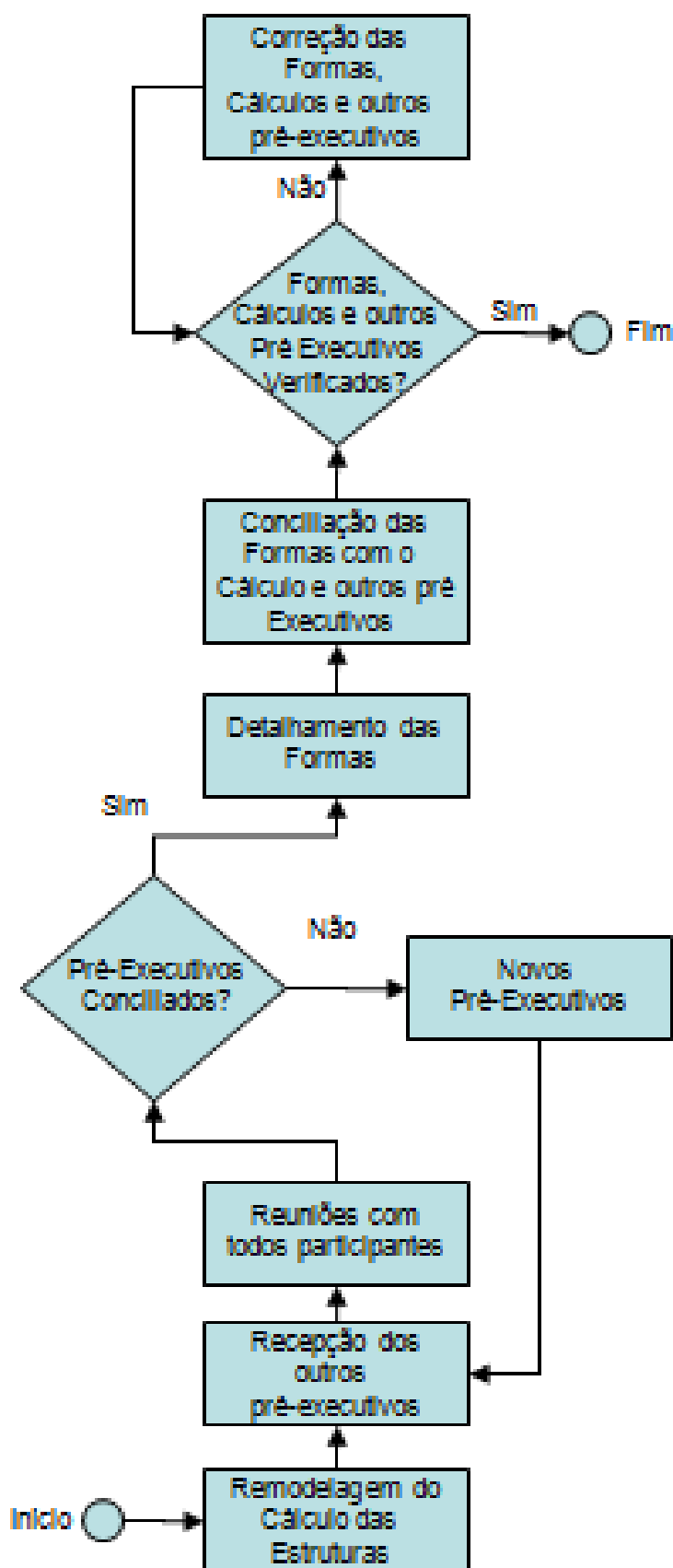


Ilustração 11. Fluxograma do Processo de Pré-Execução. Elaborado pelo autor.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

3.2.3. *Executivo*

Após a conciliação das formas, cálculos e pré-executivos dos outros projetistas, Cálculos passa para a fase de execução. Nessa etapa, todo o projeto já está definido e não há mais troca de informações entre a empresa e os outros intervenientes. Nesse nível do projeto as principais atividades são: verificação dos cálculos (armações), detalhamentos ou desenhos das armações, verificação dos cálculos / formas / detalhamentos (armação), correções e envio dos desenhos para a obra.

3.2.3.1. Verificação dos Cálculos ou Armações

Nessa atividade, outra engenheira sem ser o projetista faz a verificação de todos os cálculos realizados pelo projetista. Diferentemente das outras verificações, nessa são verificadas todas as peças do projeto, mesmo aquelas que já haviam sido verificadas anteriormente, peça a peça.

Assim como no caso das formas, as armações são sugeridas pelo programa utilizado, entretanto, para certificar que não existam erros tanto de entrada de dados, *input*, ou de consideração estrutural equivocada, verifica-se peça a peça. Quando erros são identificados, são necessárias reuniões com o projetista para tentar entender o erro

Além disso, nessa atividade são feitos alguns ajustes, após verificações complementares para confirmar o comportamento estrutural adequado, facilitando a colocação da armadura nas formas e a aplicação do concreto na obra.

3.2.3.2. Detalhamentos ou Desenhos das Armações

Na fase de detalhamentos, os desenhistas recebem as armações verificadas anteriormente e os seus rascunhos e as desenham.

Essa atividade é dividida entre os diversos desenhistas da empresa. Os detalhamentos são divididos em:

- Lajes;
- Vigas;
- Escada e blocos; e
- Pilares.

Os desenhos das armações, assim como as formas, são sugeridos pelo programa, mas precisam ser editados para que se adéquem às verificações supra citadas e facilitem o seu entendimento pela obra.

3.2.3.3. Conciliação da Armação, Forma e Detalhamentos

Terminados os detalhamentos, a empresa realiza uma última conciliação. Essa é uma das atividades mais importantes para Cálculos. Nessa etapa, é realizada uma conciliação entre os detalhamentos, cálculos/armações e as formas.

Para melhor entender a importância dessa conciliação, será apresentado um caso ilustrativo. Caso sejam enviados para a obra desenhos de forma e armação com dimensões diferentes, pode ocorrer a fabricação de uma forma para essa estrutura sem antes olhar a armação desenhada. E quando o engenheiro for fabricar a armação, verificará que há uma divergência entre os dois desenhos, o que pode atrasar muito a obra, além de provocar prejuízos.

Além disso, é necessária a verificação dos cálculos com os desenhos realizados, pois caso os desenhos estejam diferentes dos projetos calculados, o edifício não ficará estável.

Por esses motivos, essa atividade talvez seja a mais importante de todo o processo.

Tudo estando conciliado, a empresa envia os desenhos finais para a obra, caso contrário os desenhos precisam ser corrigidos.

3.2.3.4. Visão Global da Execução

O projeto de execução consiste na etapa final do processo de cálculos estrutural. Essa etapa começa com a verificação de todas as peças estruturais. Caso esteja tudo verificado e corrigido, começa a fase de detalhamento da armadura.

Essa fase é dividida por tipos de armaduras entre os diversos desenhistas. A seguir, é realizada uma conciliação final entre o cálculo (armação), desenhos (detalhamento) e as formas. Caso haja alguma inconsistência entre esses três, os próprios desenhistas realizam sua correção.

Finalmente, caso tudo esteja conciliado e verificado, os desenhos são enviados para a obra. A seguir segue um fluxograma do processo de execução. Os ANEXOS F e G apresentam o produto final do processo de execução e o carimbo de verificação do mesmo, respectivamente.

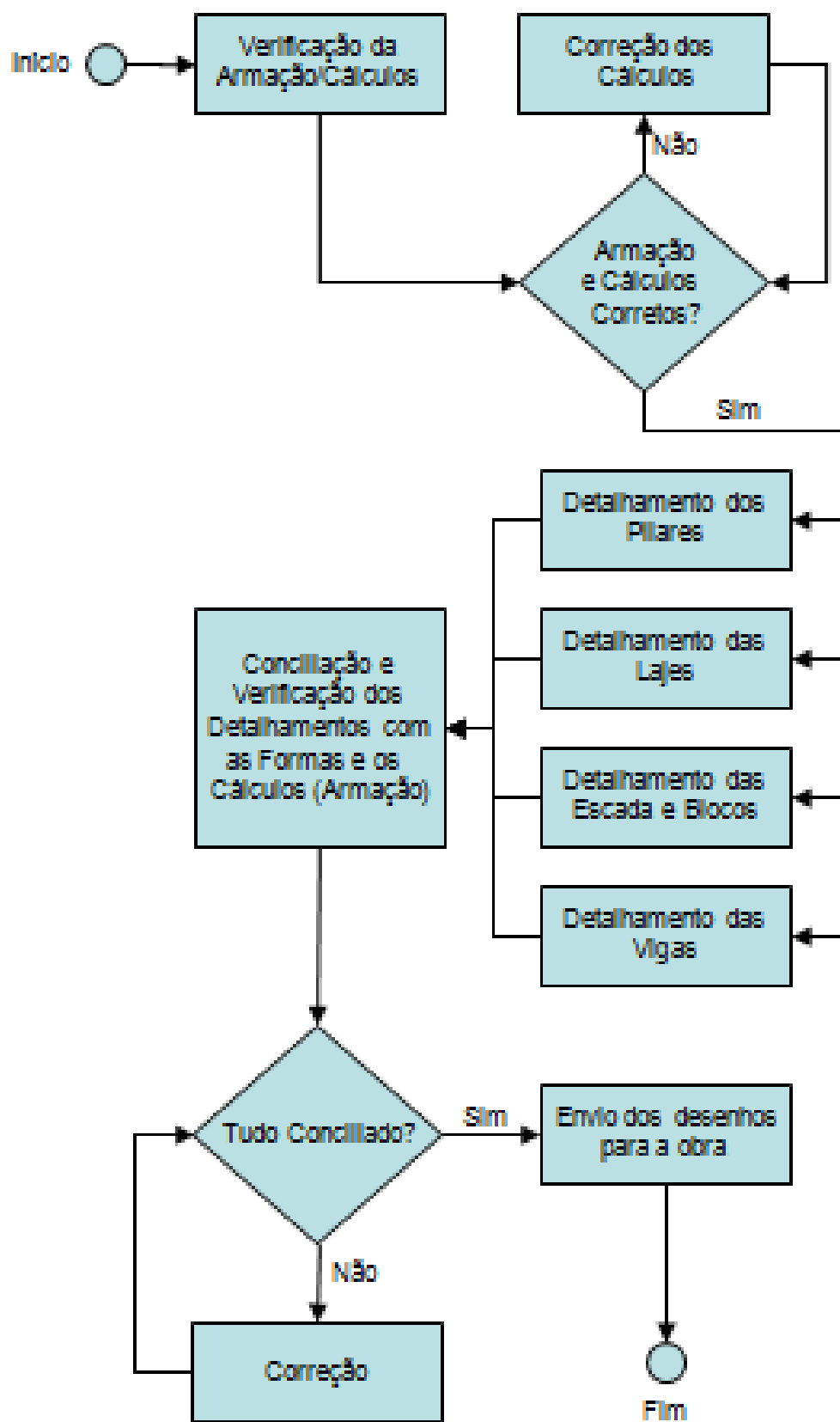


Ilustração 12. Fluxograma do Processo de Execução. Elaborado pelo autor.

3.3. Verificações e Controles

3.3.1. Verificações Técnicas

Durante todo o processo de cálculos e desenhos existem diversas verificações técnicas. As principais verificações são:

- Verificação do cálculo do ante-projeto da estrutura;
- Conciliação de todos os ante-projetos;
- Verificação do cálculo do pré-executivo da estrutura
- Verificação das formas;
- Conciliação das formas com os cálculos e os outros pré-executivos;
- Verificação da armação; e
- Conciliação dos desenhos com os cálculos/armação e as formas.

Todas as conciliações são verificações para tentar identificar possíveis divergências entre as partes. Assim, as duas primeiras conciliações que envolvem projetos dos outros intervenientes são realizadas via reuniões diversas vezes.

Nessas reuniões, como enunciado anteriormente, os diversos participantes trocam informações sobre seus projetos e tentam identificar possíveis interferências. E assim ocorre até que não haja mais interferências.

A verificação do cálculo do ante-projeto da estrutura consiste numa verificação mais macro, ou seja, é uma verificação inicial da estrutura projetada no ante-projeto. Nessa, por exemplo, o engenheiro projetista verifica quais são as respostas do edifício à uma rajada de vento em diferentes direções, se o prédio se mantém estável quando submetido à fatores externos. Além disso, são verificadas as principais peças estruturais da estrutura, o que representa em torno de 20% de todas as peças.

A verificação do cálculo do pré-executivo da estrutura é mais detalhada. Nessa etapa o engenheiro projetista verifica 75% de todas as peças.

A verificação de formas consiste na comparação das dimensões do desenho das formas com as adotadas no cálculo.

A verificação de armação confere se as peças estruturais são estruturalmente estáveis. Assim, a engenheira responsável analisa peça por peça. Caso seja detectada alguma inconsistência na armadura, procura-se a origem do problema, que pode ser um erro de *input* ou de análise estrutural, que não foram detectadas nas verificações anteriores.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

A verificadora analisa dois fatores principais: estado limite último e estado limite de serviço. O primeiro consiste em cálculos de ruptura e o segundo de deformação, vibração entre outros fatores.

Outro ponto importante é o fato de que, na verificação da armação, a maioria das peças estruturais é averiguada pela engenheira, mas as peças mais importantes - pilares e blocos - são averiguadas apenas pelo engenheiro projetista.

Com o intuito de se controlar quais peças já foram calculadas, desenhadas e verificadas a empresa utiliza *check-lists* com o número das peças e a assinatura de quem realizou a tarefa. A Ilustração 13 é uma imagem da check list utilizada na empresa.

OBRA	TIPO	N. VIGA DESENHO	CÁLCULO	DESENHO	VERIFICADO
2915	MIN	1	MIN		
	MIN	2	MIN		
	MIN	3,4	MIN		
	MIN	5,6	MIN		
	MIN	7,8	MIN		
	MIN	9	MIN		
	MIN	10,11	MIN		
	MIN	12,13	MIN		
	MIN	14,15	MIN		
	MIN	16	MIN		
	MIN	17,18	MIN		
	MIN	19	MIN		
	MIN	19A	MIN		
	MIN	20,21	MIN		
	MIN	22,23	MIN		
	MIN	24	MIN		
	MIN	25,26	MIN		
	MIN	27,28	MIN		
	MIN	29,30	MIN		
	MIN	31,32	MIN		
	MIN	33,34	MIN		
	MIN	35,36	MIN		
	MIN	43	MIN		
	fund.	46,47	fund.		
	fund.	48,49,50,51	fund.		
	MIN	52,53	MIN		
	MIN	35,36	MIN		

Ilustração 13. Check List de Verificação. Fonte: Cálculos.

A última conciliação é uma verificação da conformidade das diferentes informações de uma mesma peça, ou seja, armações, desenhos e formas. É extremamente importante, pois é a última verificação antes dos desenhos serem entregues ao cliente/obra. Todas as verificações e

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

eventuais divergências são destacadas no desenho impresso para que depois os desenhistas possam corrigir os problemas. As Ilustração 14 e Ilustração 15 ilustram as correções realizadas.

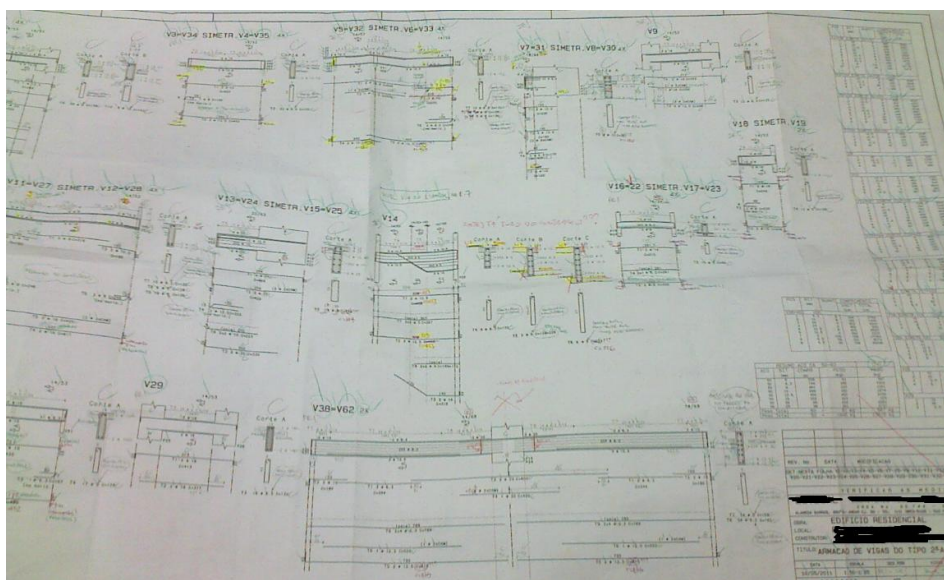


Ilustração 14. Exemplo de Verificação dos Detalhamentos. Fonte: Cálculos.

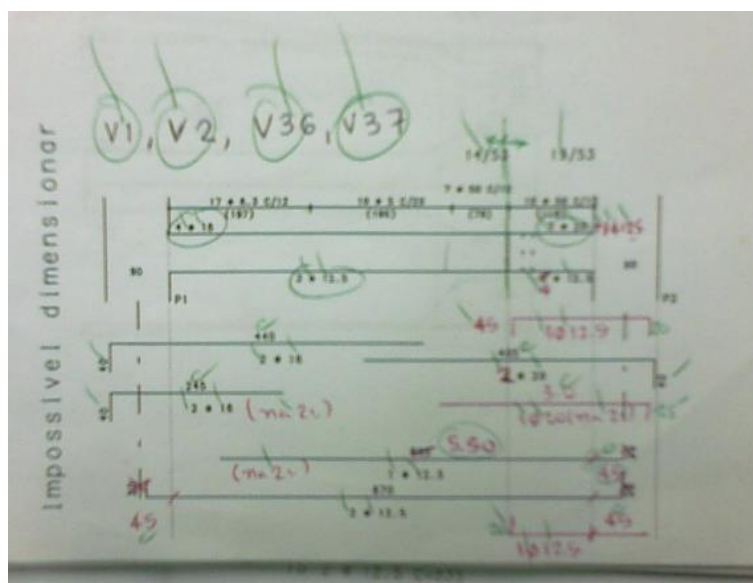


Ilustração 15. Exemplo 2 de Verificações dos Detalhamentos. Fonte: Cálculos.

3.3.2. Controles Administrativos

Durante a descrição do processo, pode-se perceber que a empresa recebe e envia diversos documentos. Além disso, ocorrem diversas revisões de um mesmo desenho.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Dessa forma, seria importante um controle sobre os documentos, o que não existe em Cálculos. Um dos poucos controles que ela possui é o fato de que em cada desenho, existe uma tabela no canto inferior direito que contém as informações sobre o desenho.

Mas muitas vezes erros são cometidos, por exemplo, alguém altera um projeto, mas esquece de marcar o número da revisão.

Outro problema recorrente é que nesse quadro de identificação, Cálculos indica quais peças estão ali apresentadas, mas muitas vezes os funcionários se esquecem de adicionar as novas estruturas que foram adicionadas no desenho. A Ilustração 16 exemplifica a tabela de identificação.

REV. No.	DATA	MODIFICAÇÃO
DET. NESTA FOLHA: V1-V2-V3-V4-V5-V6-V7-V8-V9-V10-V11-V12-V13-V14-V15-V16-V17-V18-V19-V20-V21-V22-V23-V24-V25-V26-V27-V28-V29-V30-V31-V32-V33-V34-V35-V36-V37-V38-V39		
VERIFICAR AS MEDIDAS NA OBRA		
TÍTULO: ARMAÇÃO DE VIGAS DO TIPO 2º ANDAR AO 8º ANDAR (7X)		
DATA	ESCALA	DES. POR
10/05/2011	1:50-1:25	
CONCRETO		AÇO
30		500 MPa
ARQUIVO DWG		DATA IMP.
25-ES-EX-F87-V16-11P-R08-10-05-11		2.925

Ilustração 16. Tabela de Identificação do Desenho. Fonte: Cálculos.

Outro controle que a empresa tentou criar são as padronizações para os nomes de arquivo. Entretanto, freqüentemente os funcionários da empresa salvam os arquivos com nomes errados, o que resulta no uso, por exemplo, de arquivos de revisões antigas em fases mais avançadas. A Ilustração 17 representa o layout da padronização dos arquivos.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Nome	Data de modificaç...	Tipo
925- EST-EX-F04-LAN-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:56	Arquivo DWG
925-CAL-EX-F00-FOR-TIP-R07-13-04-11	03/06/2011 10:14	Arquivo DWG
925-CAL-EX-F01-FUR-TIP-R00-14-02-11	11/05/2011 14:36	Arquivo DWG
925-CAL-EX-F03-LAP-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:04	Arquivo DWG
925-CAL-EX-F04-LAN-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:05	Arquivo DWG
925-CAL-EX-F05-LAN-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:08	Arquivo DWG
925-CAL-EX-F06-LAR-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:09	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G00-FOR-15A-R05 02-03-11	02/03/2011 17:20	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G00-FOR-15A-R06 04-05-11	03/06/2011 11:07	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G01-FUR-15A-R00 28-02-11	03/03/2011 18:02	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G02-LAP-15A-R00 11-05-11	24/05/2011 15:48	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G03-LAN-15A-R00 11-05-11	21/05/2011 01:17	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G04-LAN-15A-R00 11-05-11	13/05/2011 15:12	Arquivo DWG
925-CAL-EX-G05-LAR-15A-R00 11-05-11	13/05/2011 12:20	Arquivo DWG
925-EST-EX-F00-FOR-TIP-R06-02-03-11	18/03/2011 17:30	Arquivo DWG
925-EST-EX-F00-FOR-TIP-R06-14-02-11	24/02/2011 17:43	Arquivo DWG
925-EST-EX-F00-FOR-TIP-R07-13-04-11	15/06/2011 09:51	Arquivo DWG
925-EST-EX-F01-FUR-TIP-R00-14-02-11	03/03/2011 18:40	Arquivo DWG
925-EST-EX-F03-LAP-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:56	Arquivo DWG
925-EST-EX-F05-LAN-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:57	Arquivo DWG
925-EST-EX-F06-LAR-TIP-R00 08-05-11	26/05/2011 14:57	Arquivo DWG
925-EST-EX-G00-FOR-15A-R04 04-02-11	08/02/2011 09:20	Arquivo DWG
925-EST-EX-G00-FOR-15A-R06 04-05-11	13/06/2011 15:14	Arquivo DWG
925-EST-EX-G01-FUR-15A-R00 28-02-11	03/03/2011 18:45	Arquivo DWG
925-EST-EX-G02-LAP-15A-R00 11-05-11	08/06/2011 08:48	Arquivo DWG
925-EST-EX-G03-LAN-15A-R00 11-05-11	08/06/2011 08:48	Arquivo DWG
925-EST-EX-G04-LAN-15A-R00 11-05-11	08/06/2011 08:49	Arquivo DWG

Ilustração 17. Padronização dos Arquivos. Fonte: Cálculos.

A padronização da nomenclatura dos arquivos segue a seguinte regra: aaa-bbb-cc-ddd-eee-fff-ggg-hh-hh-hh, onde:

- aaa - número do projeto;
- bbb – projetista de estrutura;
- cc – etapa do projeto (AP – ante-projeto; PE – pré-executivo; EX – executivo);
- ddd – número da planta;
- eee – tipo de desenho;
- fff – piso à que se refere o desenho;
- ggg – revisão do desenho; e
- hh-hh-hh – data do desenho.

3.4. Tempos

Nesse item será apresentado o tempo aproximado para execução de cada atividade descrita anteriormente e os respectivos responsáveis.

Como se trata de projetos é muito difícil definir o tempo exato necessário para cada etapa do processo, pois cada projeto é único. Dessa forma, para cada atividade foi estimado o tempo necessário para projetos pelas óticas pessimista, otimista e provável. Os tempos estimados estão apresentados na Tabela 1 a seguir.

DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS

Atividade	Duração Atual (dias)		
	Otimista	Provável	Pessimista
Definição Projeto	0.5	1	2
Realização do Ante-Projeto de Estruturas	10	12	16
Otimização do Projeto	2	8	12
Reuniões para Ajustes	0.5	1	2
Remodelagem dos Cálculos das Estruturas	2	5	6
Reuniões para Ajustes Finais	1	2	4
Detalhamento das Formas	19	24	36
Verificação dos Cálculos, Formas e outros Pré-Executivos	0.5	1	4
Verificação dos Cálculos e Armações	18	24	30
Detalhamento das Vigas	42	48	54
Detalhamento das Lajes	10	12	14
Detalhamento das Pilares	4	6	12
Detalhamento dos Blocos e Escada	1	2	4
Conciliação Final	13	20	28
Total	123.5	166	224

Tabela 1. Tempos das Atividades. Elaborado pelo autor.

3.5. Resumo

Neste capítulo, primeiramente, foi apresentada uma visão geral do processo de lançamento de um empreendimento, com o intuito de situar melhor Cálculos no processo global. Em seguida, os processos da empresa foram melhor detalhados .

Em suma, o projeto é dividido em três etapas principais: ante-projeto, pré-executivo e executivo. Nas duas primeiras etapas são realizadas, principalmente, as atividades de cálculos, ou seja, são definidas as dimensões das estruturas do projeto. Na última etapa, são realizados principalmente os desenhos dos projetos. A seguir, segue o fluxograma do processo completo.

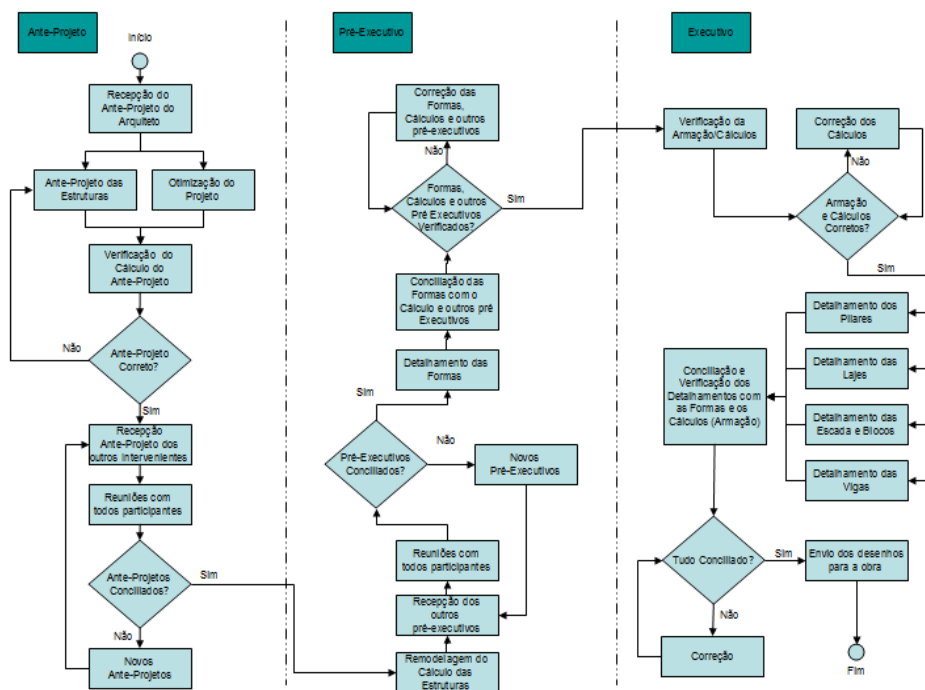


Ilustração 18. Fluxograma do Processo Completo. Elaborado pelo autor.

Em seguida, foram apresentados os controles e verificações que são realizados durante todo o processo, e finalmente foi apresentado o tempo estimado para cada atividade, pelas óticas pessimista, provável e otimista de cada atividade.

Este capítulo serve como base para as análises dos capítulos seguintes, bem como para uma melhor compreensão dos processos de Cálculos. Portanto, encerra-se aqui a descrição de Cálculos, e iniciam-se as análises realizadas no trabalho.

4. ANÁLISE DO SERVIÇO

Nos próximos capítulos, será utilizado o ciclo de Deming ou o ciclo PDCA para a solução do problema apresentado no capítulo 1, a perda de *market-share*.

Neste item, será analisado mais profundamente o serviço prestado pela empresa a fim de identificar as causas para a perda de clientes. Para tanto será utilizada a ferramenta QFD, mais especificamente a matriz da qualidade (elaborada a partir da matriz importância versus desempenho).

Com base na matriz da qualidade será possível identificar quais qualidades exigidas pelo cliente não estão sendo atendidas pela empresa e quais características do serviço que influenciam no não atendimento dessas. Em seguida, no capítulo 5, será analisado o processo com a finalidade de identificar as causas para a não conformidade das características do serviço. Finalmente, no capítulo 6 será apresentado o plano de ação para a solução das causas identificadas no capítulo 5.

Dessa forma, este capítulo e o próximo apresentam as análises realizadas a fim de se identificar as reais causas do problema e o capítulo 6 apresenta a proposição de contramedidas para as causas principais. Em outras palavras, nos capítulos 4, 5 e 6, será apresentada a fase de **planejamento** do ciclo PDCA.

4.1. Captando a voz do cliente

A principal utilização da ferramenta QFD é para o desenvolvimento de novos produtos, assim a etapa de identificação das necessidades dos clientes para a posterior definição da tabela de desdobramento das qualidades exigidas exige um processo de coletas de dados extremamente importante para que todas as ações seguintes da análise sejam embasadas em dados confiáveis. Entretanto, pelo produto ainda não ter sido lançado no mercado, a coleta de dados confiáveis pode ser difícil.

Porém, na situação em que se planeja utilizar a ferramenta para a melhoria de um produto/serviço já existente, esse processo se torna mais simples, mas não menos importante.

Nesses casos, pode-se obter as qualidades exigidas através de conversas diretas com os clientes atuais, através de questionários, entrevistas, entre outros meios. Entretanto, na execução deste trabalho, o autor não foi autorizado a participar das reuniões de Cálculos com os clientes. Dessa forma, as qualidades exigidas pelos clientes foram levantadas através de

ANÁLISE DO SERVIÇO

conversas com os gestores da empresa, bem como com os funcionários mais experientes. Sendo que essas foram baseadas com conversas diretas com os clientes. As qualidades levantadas foram:

- Preço;
- Qualidade do Projeto;
- Prazo de Entrega;
- Serviços Adicionais;
- Construtibilidade;
- Consumo de Material; e
- Atendimento.

Com base nos critérios apresentados anteriormente, foi determinada a importância de todas essas qualidades para o cliente, assim como o desempenho da empresa em comparação com os competidores, para finalmente elaborar a matriz importância versus relevância.

4.1.1. Preço

O preço cobrado pela empresa foi considerado critério ganhador de pedido, dado que as incorporadoras estão atualmente querendo reduzir custos. Entretanto, caso os serviços oferecidos sejam diferenciados, como é o caso de Cálculos, o preço cobrado pode ser um pouco mais elevado. Mesmo assim, esse atributo não deixa de ser ganhadora de pedido e **proporciona importante vantagem junto aos clientes – sempre considerado.**

Em comparação com a concorrência, pode-se afirmar, através de conversas com parceiros, que a empresa cobra preços maiores do que a concorrência. Entretanto, vale ressaltar que a empresa oferece, como mencionado anteriormente, serviços adicionais, como o de otimização do projeto de arquitetura, melhor explicado mais a frente. Dessa forma, é coerente a empresa cobrar um preço maior, supondo que boa parcela deste preço seja referente a este serviço adicional.

Assim sendo, a equipe considerou que o preço ofertado pela empresa é **usual e marginalmente pior** que a maioria dos principais concorrentes.

4.1.2. Qualidade do Projeto

A qualidade do projeto foi considerada um critério qualificador pela equipe, dado que o requisito mínimo para qualquer projeto de estruturas é que o mesmo tenha qualidade

ANÁLISE DO SERVIÇO

suficiente para manter a estrutura do empreendimento em de pé. Assim sendo, este critério **precisa estar em torno da média do setor.**

A empresa possui uma qualidade muito maior do que muitos concorrentes. Este fato pode ser comprovado através de conversas com os clientes de Cálculos, que chegam a comentar sobre alguns projetos de concorrentes que depois de entregas precisam de correções. Pode-se afirmar então que a qualidade do projeto da empresa é **consistente e claramente melhor que os concorrentes.**

4.1.3. Prazo de Entrega

O prazo de entrega do projeto estrutural é extremamente importante para os clientes, pois os mesmos refletirão nos prazos de entrega dos empreendimentos para o cliente final. Além de prazos de entrega mais baixos, a confiabilidade de entrega também é fator importante, pois eles precisam ter uma previsão de quando será a entrega do projeto, e conseqüentemente do empreendimento.

Caso a empresa de projetos estruturais possua prazos de entrega longos e não seja confiável quanto aos mesmos, entregando os projetos com atrasos, o cronograma da incorporadora sofrerá atrasos. Além disso, é importante ressaltar que a incorporadora não poderá começar a obra sem o projeto de estruturas.

Com base nessas informações e através de conversas com os clientes, é importante que a empresa possua prazos de entrega baixos e confiáveis, pois isso influenciará em todo o processo de lançamento do empreendimento. Dessa forma, essa qualidade foi considerada ganhadora de pedidos, **proporcionando vantagem crucial junto aos clientes.**

Através de conversas com os atuais clientes de Cálculos, pode-se perceber que o prazo de entrega da empresa é muito maior do que suas concorrentes. Assim, a empresa é **consistentemente pior que a maioria dos concorrentes** neste quesito.

4.1.4. Serviço Adicional

O serviço adicional prestado por Cálculos, a otimização de projetos estruturais, consiste basicamente em uma consultoria prestada pela empresa na qual ela melhora os projetos dos arquitetos com o intuito de diminuir o custo do empreendimento. Essa otimização é atualmente um critério ganhador de pedido, pois caso Cálculos não oferecesse esse serviço, não conseguiria diversos projetos, devido aos prazos estipulados e preços exigidos.

Vale ressaltar que o serviço adicional é ganhador de pedido, pois agrega mais valor ao serviço prestado pela empresa, possibilitando a cobrança de preços maiores de seus clientes, portanto a empresa deveria obter uma rentabilidade maior do que seus concorrentes.

Entretanto, acredita-se que a rentabilidade de Cálculos é igual ou menor do que os concorrentes, pois a empresa possui um controle de custos ruim e muitos problemas durante o processo, o que aumenta o tempo de entrega do projeto e aumenta os seus custos.

Assim sendo, esta qualidade **proporciona vantagem crucial junto aos clientes**, e a Cálculos é **consistente e consideravelmente melhor que os concorrentes**.

4.1.5. Construtibilidade

A facilidade de execução do projeto é um critério importante para a incorporadora, pois quanto mais fácil for a execução do projeto, mais rápido o empreendimento ficará pronto, e menor será o custo de mão-de-obra. Entretanto, através de conversas com os clientes, identificou-se que este critério não é ganhador de pedido, mas sim um critério qualificador, que **precisa estar em torno da média do setor**.

Apesar disso, acredita-se que Cálculos é **consistente e marginalmente melhor que o melhor concorrente** no que tange a essa qualidade.

4.1.6. Consumo de Material

O consumo de materiais de um projeto, assim como a construtibilidade do projeto, é um critério importante para a incorporadora, pois quanto menor o consumo de material na execução da obra, menor será o custo do empreendimento.

Entretanto, a não ser que Cálculos consiga reduzir o consumo de material de forma significativa, outros fatores serão mais importantes na tomada de decisão da incorporadora. Como se acredita que todos os escritórios de projetos desenvolvem projetos com um consumo de material médio parecido, assume-se que essa qualidade é um critério qualificador, pois caso a empresa apresente projetos com o consumo de material excessivo, ela poderá perder o cliente em futuros empreendimentos, dessa forma, **precisa estar à pouca distância da média do setor**.

Com base nas conversas com os clientes pode-se perceber que Cálculos apresenta uma taxa de consumo de material **com frequência marginalmente melhor que os concorrentes**.

ANÁLISE DO SERVIÇO

4.1.7. Atendimento

O atendimento ao cliente, ou a disponibilidade para responder a quaisquer questões sobre os projetos, foi considerado pelos clientes como um fator que **proporciona vantagem útil, sendo normalmente considerado**. Isso se deve ao fato de que muitas vezes os clientes precisam tirar dúvidas rápidas quanto a execução de uma peça, ou mesmo para um melhor entendimento dos desenhos.

Através de conversas com clientes pode-se perceber também, que por Cálculos ser uma empresa pequena, ela possui uma rapidez maior no atendimento ao cliente. Assim, considerou-se que a Cálculos é **consistente e marginalmente melhor que os concorrentes** neste quesito.

4.1.8. Matriz Importância X Desempenho

Com base nos dados obtidos no item anterior chegou-se a seguinte tabela:

Critério	Importância	Desempenho
Preço	2	7
Qualidade do Projeto	5	2
Prazo de Entrega	1	9
Serviços Adicionais	1	1
Construtibilidade	5	3
Consumo de Material	6	4
Atendimento	3	3

Tabela 2. Importância X Desempenho. Elaborado pelo autor.

Os dados acima geraram a seguinte matriz:

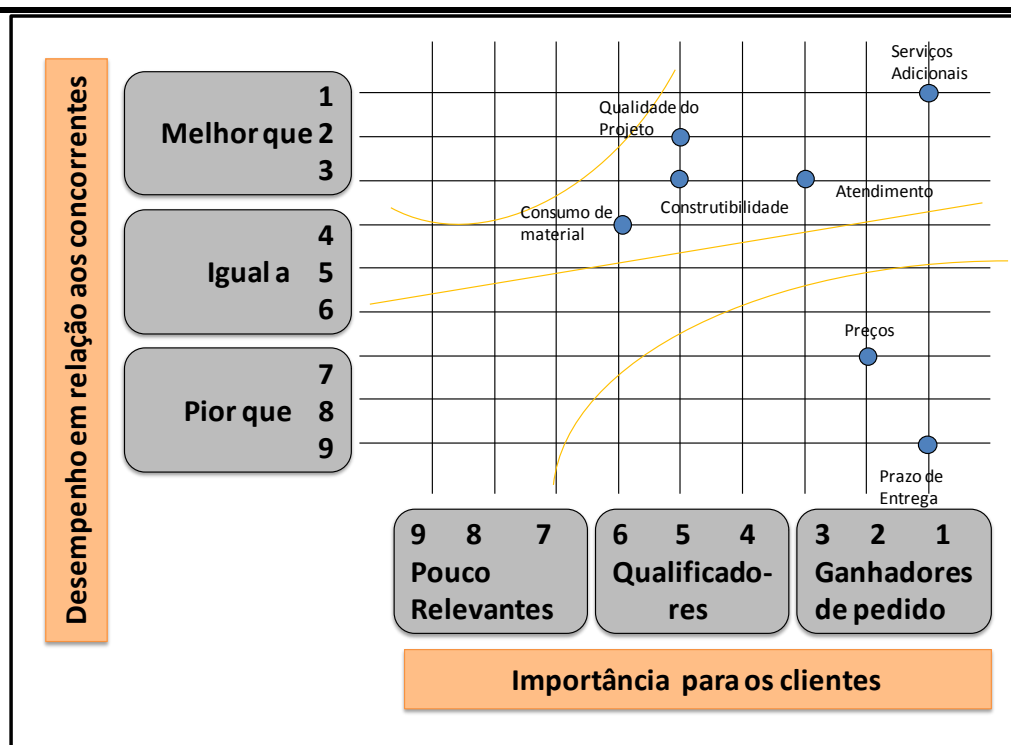


Ilustração 19. Matriz Importância X Desempenho das Qualidades Exigidas. Elaborado pelo autor.

Analisando a matriz, pode-se perceber que os critérios que estão situados na zona de urgência precisam ser corrigidos. São eles os critérios:

- Prazo de Entrega; e
- Preço.

Dessa forma, considera-se que essas duas qualidades não estão sendo atendidas atualmente da forma que os clientes gostariam que fossem, e necessitam ser corrigidas para que Cálculos não perca mais *market share*.

Vale ressaltar que caso o tempo de entrega do projeto seja reduzido, o custo do projeto também será, dado que a grande porcentagem dos custos da empresa é relacionada à mão-de-obra.

Logo, caso Cálculos consiga reduzir o prazo, a empresa conseguirá conseqüentemente reduzir o custo do projeto o que possibilitará a redução dos preços cobrados. Portanto, a qualidade exigida pelo cliente a ser verificada e corrigida é o prazo de entrega.

Com relação às demais qualidades, todas se encontram adequadas às necessidades dos clientes. Dessa forma, não necessitam, em um primeiro momento, de correções. Entretanto, a constante melhoria dos processos e dos serviços prestados pela empresa e a busca da excelência são importantes.

ANÁLISE DO SERVIÇO

Com base nas informações levantadas e no fato de que os fatores que serão utilizados como argumentos de venda são os serviços adicionais (primeiramente), o prazo de entrega, a qualidade e o atendimento, pode-se elaborar a tabela da qualidade exigida e da qualidade planejada. A seguir seguem as duas tabelas unidas:

Qualidade Exigida	Grau de Importância	Qualidade Planejada						
		Avaliação de		Plano de Qualidade	Índice de Melhoria	Argumento de Venda	Peso	
		Nossa Empresa	Competidores				Peso Absoluto	Peso Relativo
Construtibilidade	3.0	5.0	4.0	5.0	1.0	1.0	3.00	5.6%
Consumo de Material	3.0	4.0	4.0	4.0	1.0	1.0	3.00	5.6%
Qualidade do Projeto	3.0	4.0	3.0	4.0	1.0	1.2	3.60	6.7%
Prazo de Entrega	5.0	1.0	5.0	4.0	4.0	1.2	24.00	44.9%
Serviços Adicionais	5.0	5.0	3.0	5.0	1.0	1.5	7.50	14.0%
Atendimento	4.0	4.0	3.0	4.0	1.0	1.2	4.80	9.0%
Preço	5.0	2.0	4.0	3.0	1.5	1.0	7.50	14.0%
Total							53.40	100.0%

Tabela 3. Qualidade Exigida e Qualidade Planejada. Elaborada pelo autor.

Utilizando os pesos relativos, pode-se realizar um diagrama de Pareto com o intuito de verificar quais qualidades exigidas são as mais relevantes, o que comprovará os resultados obtidos na análise da matriz importância versus desempenho. Segue o diagrama de Pareto para as qualidades exigidas:

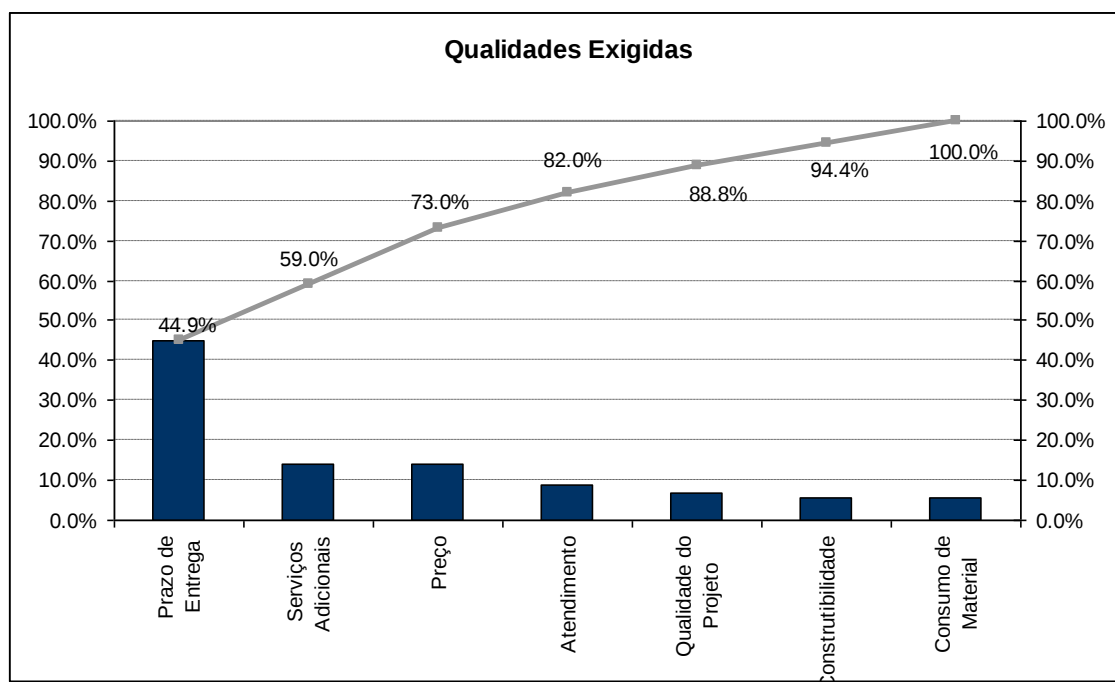


Gráfico 1. Diagrama de Pareto para as Qualidades Exigidas. Elaborado pelo autor.

Conforme destacado anteriormente, pode-se perceber que o prazo de entrega do projeto é a qualidade que, aliado à importância dada ao fator e à atual situação da empresa, mais precisa ser melhorada

O próximo passo da análise é verificar quais são as características do processo que influenciam no prazo de entrega do projeto.

4.2. Transformando a Voz do Cliente na Matriz da Qualidade

Fazendo-se uso da ferramenta QFD, tentou-se identificar as características do serviço que mais influenciam nas qualidades exigidas pelos clientes, apresentadas no item anterior. E, juntamente com a tabela de qualidade planejada, tentou-se identificar as características que estão influenciando negativamente o serviço prestado pela empresa.

A primeira etapa para tal processo foi o levantamento das características de um projeto que possam influenciar alguma qualidade exigida. São elas:

- Concentração de pilares
- Espessura média de gesso;
- Tempo para a execução do cálculo;
- Tempo para a execução do detalhamento;
- Nível de detalhamento;
- Assessoramento técnico;
- Equipe administrativa treinada;
- Equipe técnica treinada;
- Custo do projeto; e
- Normas e técnicas atualizadas.

4.2.1. Concentração de Pilares

A concentração de pilares é uma das características de um projeto estrutural que são analisados pelos clientes. Essa característica influencia fortemente a construtibilidade do projeto, pois quanto menor a concentração de pilares melhor a construtibilidade do projeto.

Além disso, essa característica influencia o consumo de material, a qualidade do projeto, os serviços adicionais e o preço do projeto.

Com base nas conversas tidas com os clientes, acredita-se que Cálculos possui um nível de concentração de pilares bons, levemente melhor do que os concorrentes.

4.2.2. Espessura Média de Gesso

A espessura média do gesso é a característica que melhor representa o consumo de material do projeto, assim quanto menor a espessura média do projeto, menor o consumo de material. Além disso, influencia a qualidade do projeto, os serviços adicionais e o preço.

Acredita-se que quase todos os escritórios de projetos estruturais possuem uma espessura média de consumo de gesso parecida e satisfatória para os clientes.

4.2.3. Tempo para a execução dos cálculos

O tempo para a execução dos cálculos é basicamente o tempo do ciclo do ante-projeto somada ao do pré-executivo. Assim, essa característica tem forte influência com o prazo de entrega do projeto. Além disso, influencia indiretamente no preço cobrado pela empresa.

Através de conversas com os clientes e funcionários que já trabalharam em outros escritórios de projetos, percebe-se que Cálculos possui um tempo de execução do cálculo similar aos concorrentes.

4.2.4. Tempo para a execução do detalhamento

O tempo para a execução do detalhamento consiste basicamente na fase do executivo, no qual todos os projetos já estão definidos e precisam agora ser detalhado. Essa característica influencia diretamente no prazo de entrega e, indiretamente, no preço cobrado pelo serviço.

Assim como no tempo para a execução do cálculo, verificou-se junto a funcionários e clientes a comparação do tempo de detalhamento de Cálculos com os concorrentes. Obteve-se que a empresa possui um tempo para a execução do detalhamento maior do que seus concorrentes.

4.2.5. Nível de detalhamento

O nível de detalhamento influencia diretamente na qualidade do projeto, pois quanto maior o nível de detalhamento, menores as chances de se executar o projeto de forma errada. Entretanto, essa característica influencia inversamente no prazo de entrega, pois quanto maior o nível de detalhamento, maior o tempo gasto com verificações e alterações, o que aumenta o prazo de entrega.

Além disso, essa característica do projeto influencia diretamente sua construtibilidade, o consumo de material e serviços adicionais. Conforme o nível do detalhamento, a empresa pode melhorar mais o delineamento do projeto, o que resulta num melhor nível de construtibilidade e consumo de material.

Essa característica é de difícil comparação com os competidores, pois é muito específica ao processo de cada organização, entretanto, acredita-se com base nas conversas com clientes, que Cálculos possui um nível de detalhamento melhor do que seus concorrentes.

4.2.6. Assessoramento técnico

O assessoramento técnico é característica do serviço que influencia diretamente na qualidade atendimento do cliente, consiste basicamente, no auxílio aos clientes no entendimento de uma peça estrutural, ou mesmo no pronto-atendimento de alterações requisitadas pelo cliente. Em outras palavras, é a característica que traduz o suporte da empresa para com os clientes, em relação a duvidas e alterações.

Como a empresa está organizada de forma familiar, ela possui um assessoramento técnico maior, ou seja, uma flexibilidade maior quando comparada a empresas maiores que são mais engessadas.

4.2.7. Equipe administrativa treinada

O fato da equipe administrativa ser treinada influencia diretamente no atendimento do cliente, basicamente, no controle de recebimento e envio de documentos, o que indiretamente influencia no prazo de entrega, pois uma equipe administrativa mal treinada irá prejudicar a eficiência da empresa. Considera-se que Cálculos está com uma equipe administrativa destreinada.

4.2.8. Equipe técnica treinada

A equipe técnica do projeto possui grande influência na qualidade do projeto e no prazo de entrega do mesmo. Isso se deve ao fato de que quanto mais treinada a equipe for, melhor será a qualidade dos detalhamentos e dos cálculos, e essas atividades serão executadas em um menor tempo, o que reduzirá o tempo de entrega do projeto como um todo.

4.2.9. Custo do projeto

O custo do projeto tem ligação direta e extremamente forte com o preço do serviço. Pois quanto maior o custo do projeto maior será o preço cobrado pela empresa, para que a mesma possa ter lucratividade. Acredita-se que pelo fato da empresa não possuir controles de custos e despesas adequados, ela desperdiça materiais e tempo, o que aumento o custo do projeto. Assim, é difícil de afirmar com absoluta certeza que os custos de projetos de Cálculos são maiores do que os dos concorrentes, mas existe um alto grau de probabilidade.

Além disso, é importante ressaltar que essa característica do projeto possui correlação com diversas outras características.

4.2.10. Técnicas e normas atualizadas

Uma das últimas características do projeto é a atualização da equipe de projetos com relação às normas e técnicas empregadas no mercado. Essa característica influencia em todas as qualidades exigidas pelo cliente, pois caso as técnicas ou normas estejam desatualizadas a empresa pode ficar defasada em relação aos seus competidores com relação a uma nova metodologia de cálculos que, por exemplo, diminui a concentração de pilares ou o consumo de material.

Ou seja, qualquer desatualização da empresa, pode resultar em sua desvantagem competitiva perante seus concorrentes. Entretanto, nesse quesito acredita-se que todas as empresas do mercado se mantêm em contato e estão sempre atualizadas com as novas normas e técnicas.

4.2.11. Matriz da Qualidade

Com base nas características levantadas nos itens precedentes, pode-se construir a seguinte matriz da qualidade:

ANÁLISE DO SERVIÇO

Com base na matriz da qualidade, pode-se identificar as características do projeto que tem maior influência nas qualidades. Para facilitar a identificação, realizou-se novamente o diagrama de Pareto:

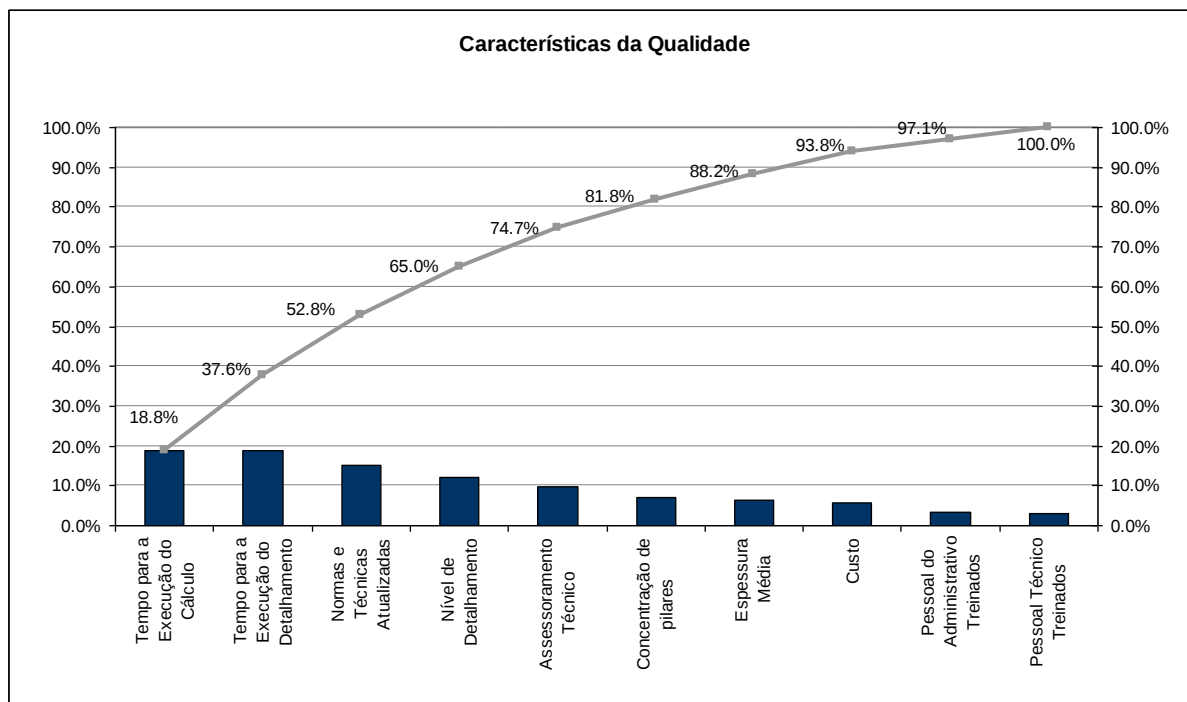


Gráfico 2. Diagrama de Pareto para as Características da Qualidade. Elaborado pelo autor.

Assim sendo, as características que somam 80% são:

- Tempo de execução do cálculo;
- Tempo de execução do detalhamento;
- Normas e técnicas atualizadas;
- Nível de detalhamento;
- Assessoramento técnico; e
- Concentração de pilares.

Como base no que foi enunciado anteriormente, percebe-se que, dessas características, a única que necessita de melhorias é o tempo de execução do detalhamento, pois se acredita que a etapa de execução do cálculo, característica mais importante entre todas, já está bem definida. As demais necessitam de manutenção dos atuais valores.

4.3. Resumo

Neste capítulo, foi apresentada uma análise do serviço prestado por Cálculos, através das ferramentas QFD e da matriz importância versus desempenho, para a identificação das características do serviço que não estão sendo atendidas de forma adequada, o que, conseqüentemente, influencia negativamente na qualidade percebida pelo cliente, resultando na redução do *market share*.

Através dessas análises, chegou-se à conclusão de que o tempo de detalhamento excessivo é a característica da qualidade que mais prejudica a empresa. Portanto, no próximo capítulo serão realizadas análises para identificar as verdadeiras causas da diferença no tempo de execução do detalhamento entre a empresa e seus concorrentes. Dessa forma, continua-se ainda, na fase de planejamento, do ciclo PDCA.

5. IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

Conforme apresentado no capítulo anterior, o maior motivo para a perda de clientes é o prazo de entrega dos projetos, e a característica do projeto que mais contribui para tal fato é o tempo para a execução do detalhamento. Assim sendo, neste item tentará se identificar as causas-raiz do problema. Para tanto, o processo de detalhamento será melhor apresentado e, com base nessas descrições, será investigada a causa-raiz responsável pelo tempo demorado para a execução do detalhamento.

5.1. Descrição do Processo de Detalhamento

Para uma melhor compreensão dos motivos que levam Cálculos a possuir um tempo de detalhamento das peças estruturais muito maior do que seus concorrentes, será analisado o processo de detalhamento de uma viga, ressaltando que o processo apresentado pode ser estendido para o detalhamento de outras peças estruturais.

Para uma melhor análise do processo, será considerada a área que desempenha a atividade de detalhamento como uma organização, ou seja, os responsáveis pelo detalhamento das vigas, no caso ilustrativo, são os integrantes dessa organização e precisam entregar o produto fabricado ou o serviço prestado da melhor maneira possível para seus clientes.

Dessa forma, pode-se considerar que os clientes dessa organização são clientes internos, a área de verificação final. E o seu produto é a entrega dos desenhos bem detalhados e com o menor número de erros possíveis. Além disso, os fornecedores dessa organização também são internos à organização, a área de verificação de cálculo e armação que fornece os esboços das armações a serem detalhadas.

Assim sendo, a função dessa organização é atender as necessidades dos clientes, mesmo sendo estes internos à empresa, da melhor maneira possível, em outras palavras, é necessário que a organização entregue os detalhamentos das vigas com a melhor qualidade possível, caso contrário o produto não é aceito pelo cliente.

Para entender as nuances do processo, a seguir estão apresentados os fluxogramas das atividades realizadas no fornecedor, na organização e no cliente, para o caso ilustrativo.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

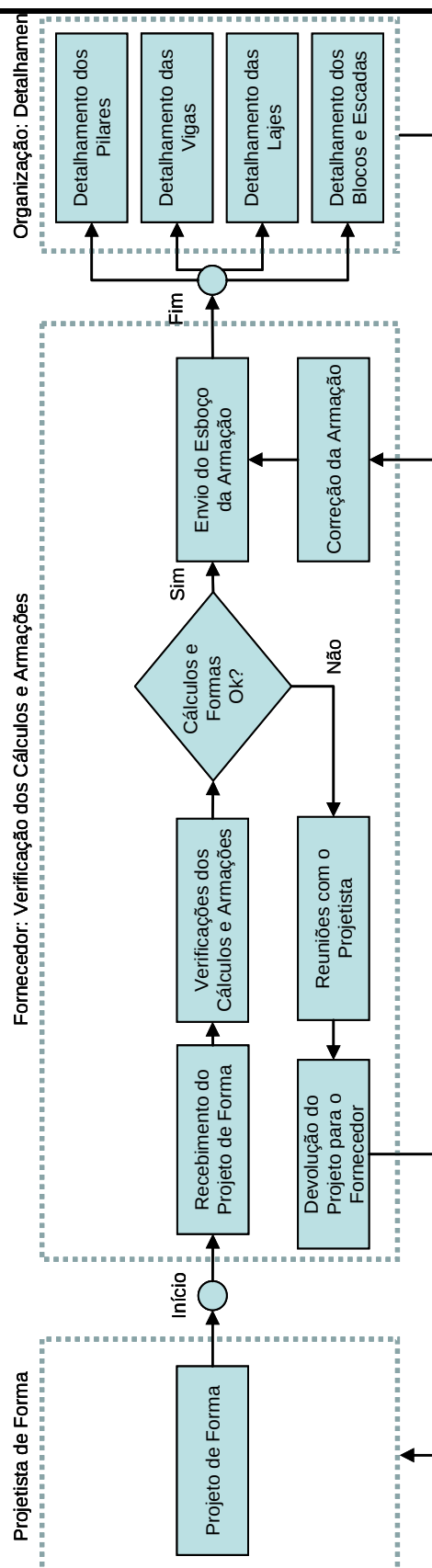


Ilustração 20. Fluxograma do Processo de Verificação dos Cálculos e Armações. Elaborado pelo autor.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

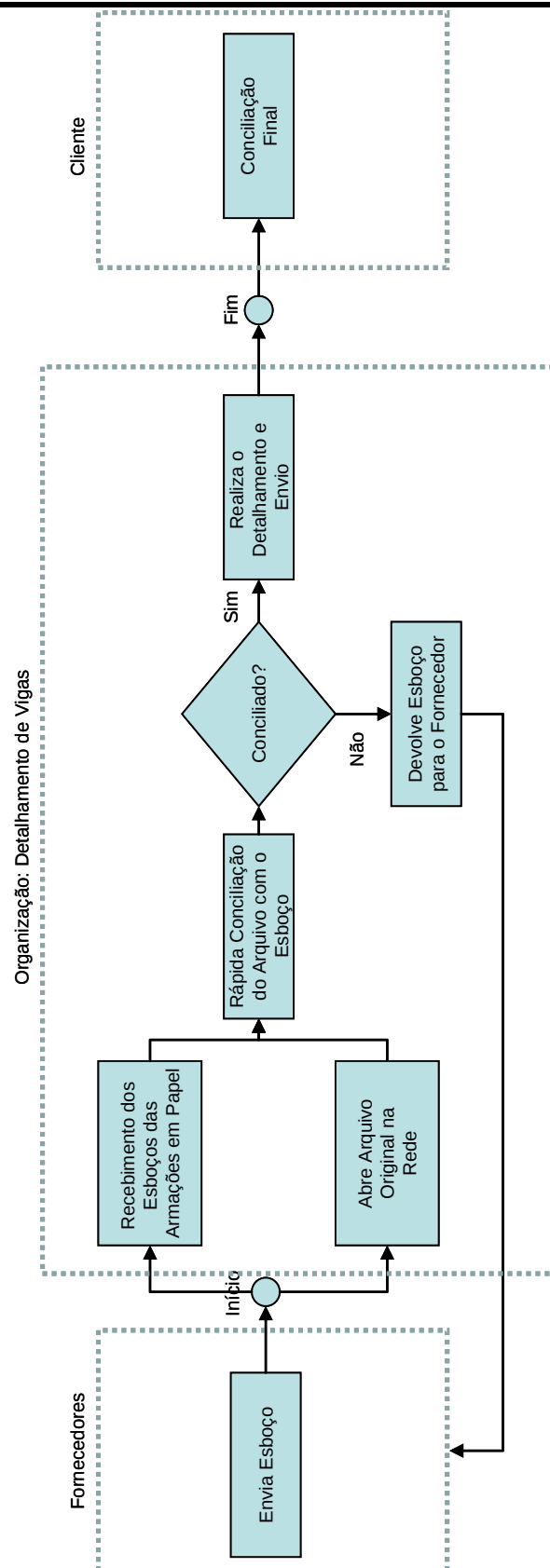


Ilustração 21. Fluxograma do Processo de Detalhamento. Elaborado pelo autor.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

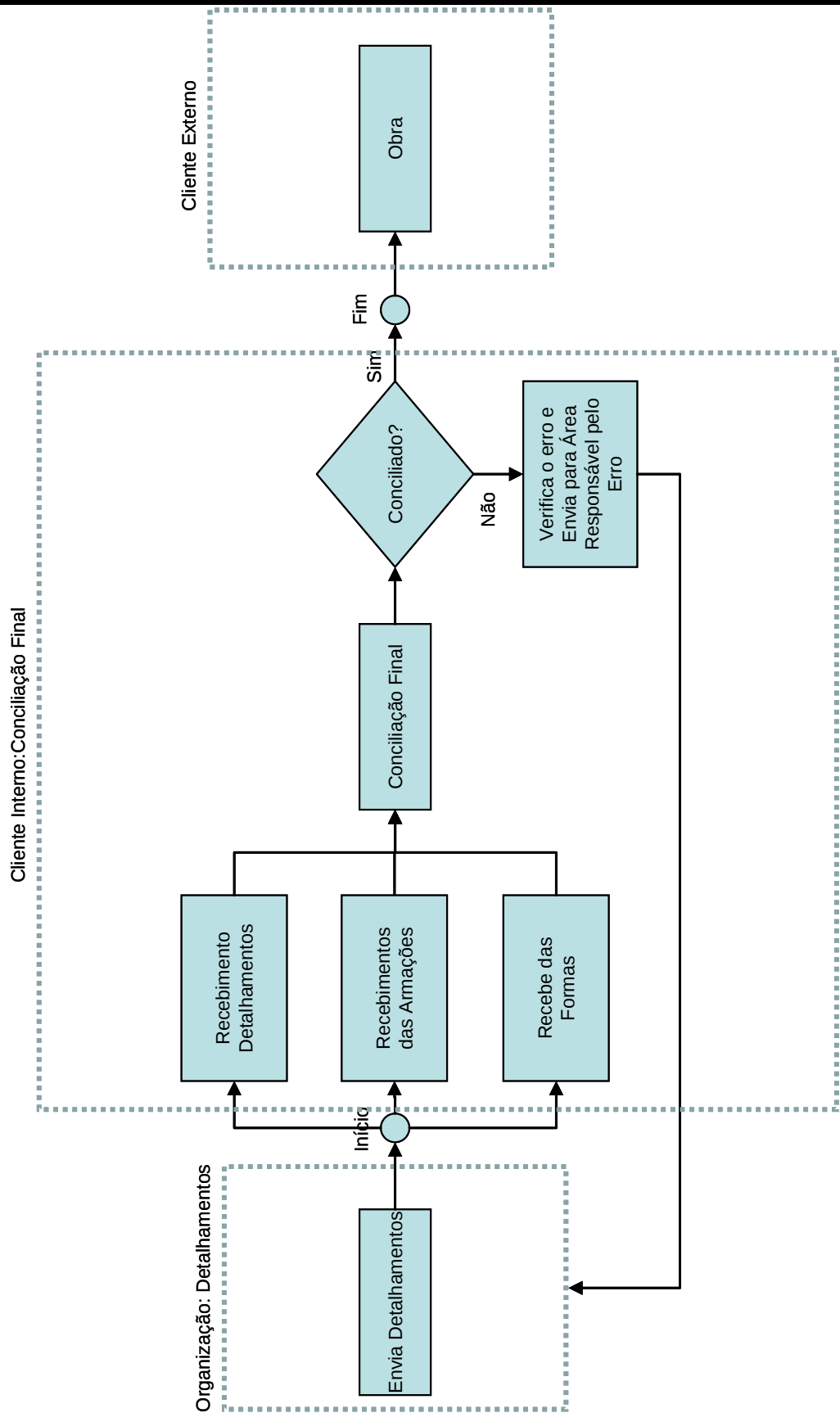


Ilustração 22. Fluxograma do Processo de Verificação Final. Elaborado pelo autor.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

Como ilustrado na Ilustração 21, o processo de detalhamento se inicia com o esboço das armações recebidas de seus fornecedores. Esse esboço é resultado de verificações realizadas nas formas, quando é verificado se as dimensões da armação correspondente à forma são capazes de suportar as cargas. Caso haja alguma incoerência, reuniões são realizadas com o projetista a fim de entender o motivo da divergência. Compreendido problema, os cálculos são reprocessados pelo computador que gera um novo arquivo do projeto.

Além disso, pequenas alterações, que não precisam de reprocessamento, são realizadas no papel e não no arquivo do computador. Dessa forma, quando todas as peças estão conciliadas, essas modificações realizadas no projeto precisam ser corrigidas no arquivo salvo no computador. Assim, esse esboço realizado em papel é enviado para a organização, à área de detalhamentos.

Com base nesse esboço, a área de detalhamentos altera o arquivo do computador de modo a realizar as modificações feitas pelo fornecedor interno e detalha melhor peça a peça, ou seja, coloca mais dimensões no desenho, realiza o desenho por outra vista, entre outros detalhamentos. Antes do detalhamento, o detalhista precisa abrir o arquivo correspondente ao esboço que está salvo na rede, assim ele já verifica rapidamente se o esboço foi realizado com base no arquivo correto. Terminada essa etapa, eles enviam os detalhamentos para o cliente interno, a área de conciliação final.

A área de conciliação final recebe os detalhamentos e averigua se estes estão compatíveis com o projeto de armação e com os projetos de forma. Estando compatíveis, a área de conciliação final envia os desenhos para o cliente externo, a construtora, que realizará a obra.

Entretanto, caso haja alguma inconsistência entre os três desenhos, faz-se necessário identificar o motivo e corrigi-lo, o que gera retrabalho.

5.2. Análise do Processo de Detalhamento

Com base na descrição apresentada acima, pode-se levantar as possíveis causas, que seriam responsáveis pelo tempo demasiadamente grande para a execução do detalhamento.

Para o levantamento das possíveis causas, um grupo foi formado para fornecimento de sugestões, as quais foram agrupadas conforme o diagrama de causa e efeito. O diagrama obtido está apresentado a seguir:

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

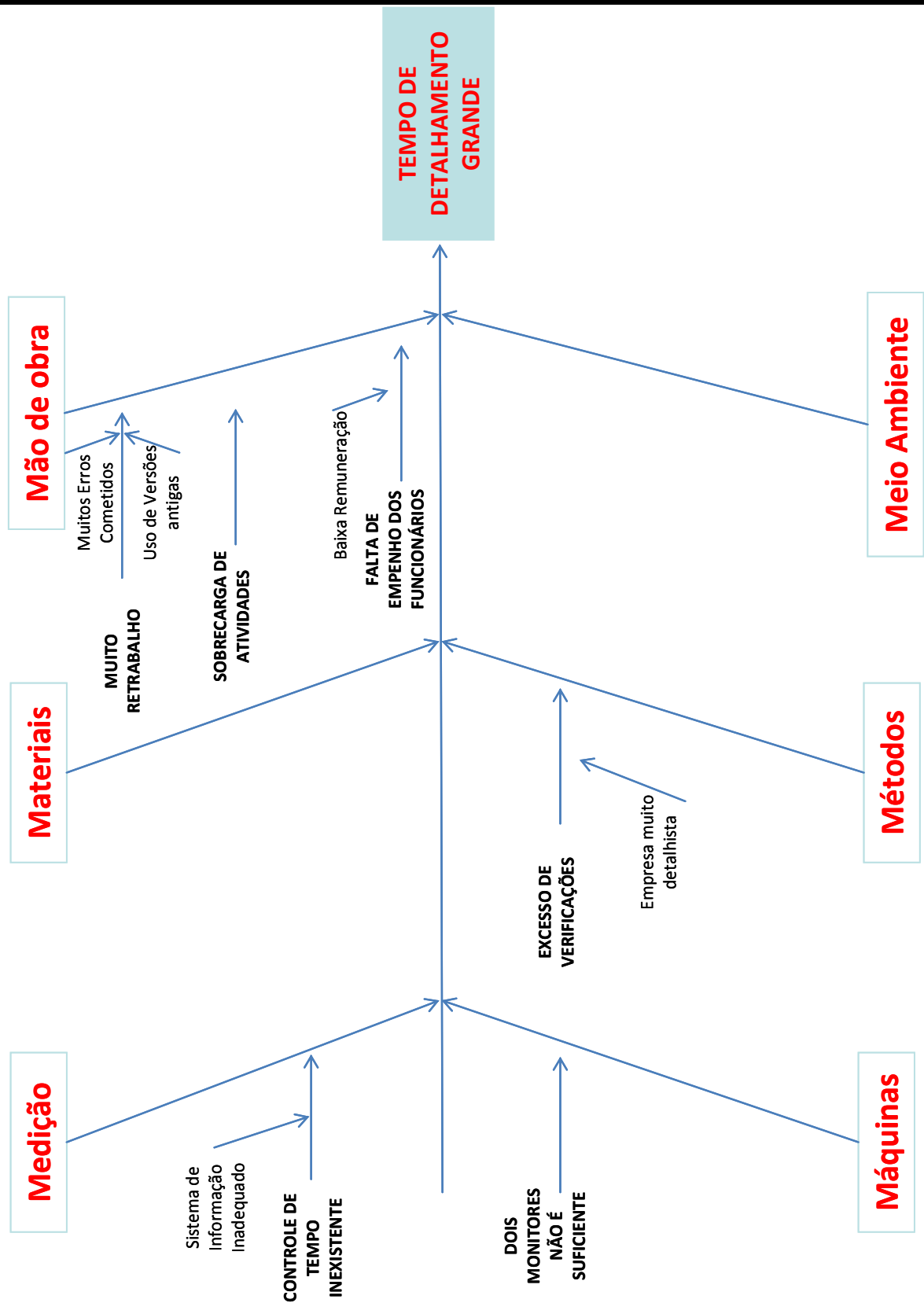


Ilustração 23. Diagrama de Causa e Efeito para o Tempo de Detalhamento Grande. Elaborado pelo autor.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

5.2.1. Controle de Tempo Inexistente

A primeira causa levantada é a falta de controle de tempo e custo. Acredita-se que a inexistência de tais controles pode influenciar no tempo de detalhamento, pois sem um controle do tempo o funcionário pode demorar muito tempo para realizar uma atividade e afirmar que estava realizando outras atividades.

Além disso, caso a empresa consiga controlar a duração que cada desenhista leva para detalhar uma peça, ou mesmo ter um controle da eficiência de cada desenhista, pode-se remunerar aqueles que forem melhores, incentivando-os a se tornarem mais eficientes.

5.2.2. Muito Retrabalho

Outra possível causa para as durações longas no detalhamento é o fato de ocorrer muito retrabalho. Como apresentado anteriormente, na descrição do processo de detalhamento, caso os detalhamentos realizados não estejam de acordo com os projetos de forma e os de armações, algum desses precisa ser corrigido.

Caso a inconsistência entre os três documentos seja resultado apenas de um erro cometido pelo desenhista, o mesmo terá de corrigir o desenho realizado, ou seja, realiza um retrabalho.

Outra situação possível é o uso de versões antigas dos projetos de forma na realização das verificações de cálculos e armações, o que levaria à área de detalhamento utilizar um esboço baseado numa versão antiga do projeto de forma. Assim, na verificação final, os projetos ficam divergentes entre si, gerando duplo retrabalho, pois deverá ser realizada uma nova verificação dos cálculos e armações e um novo detalhamento.

Existe ainda uma terceira possibilidade, o uso de um pré-executivo não atualizado para a execução do projeto de forma. Dessa forma, pelo mesmo raciocínio da situação anterior, ocorrerá retrabalho triplo.

Em suma, o retrabalho afeta diretamente o tempo de detalhamento, pois quanto maior o número de retrabalhos, maior o tempo de detalhamento. Acredita-se que essa seja a causa-raiz do problema.

5.2.3. Falta de Empenho dos Funcionários

Outra possível causa levantada foi a falta de empenho dos funcionários, acredita-se que talvez pela falta de incentivo ou outros fatores, os funcionários de Cálculos se empenham pouco. Outro possível motivo é a falta de controles de tempo, mencionado acima.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

É possível que os funcionários estejam desestimulados ou mesmo desinteressados, pois muitos deles são funcionários com mais de 20 anos na empresa e já não tem mais a mesma necessidade de se empenhar como antes. Além disso, a falta de mão-de-obra experiente no mercado diminui bastante o poder de barganha de Cálculos junto aos funcionários mais experientes.

5.2.4. Monitores Inadequados

Na atividade de detalhamento, o desenhista precisa utilizar a planta impressa pela verificadora de armação e cálculos, com as modificações, como base para as alterações nos documentos armazenados no computador. Dessa forma, ele precisa ficar repetidamente verificando a folha impressa e o computador.

Como os desenhos elaborados são muito grandes, é possível que os monitores utilizados sejam muito pequenos, o que pode atrapalhar o desempenho dos funcionários quanto a eficiência do mesmo em localizar os pontos das modificações.

5.2.5. Excesso de Verificação

Durante a elaboração dos cálculos e desenhos das estruturas, a empresa faz uso de um programa de computador que funciona como uma calculadora, o projetista coloca os inputs e o programa retorna a resposta. Entretanto, esse programa não realiza a análise das respostas, logo, verificações são necessárias para identificar erros cometidos como, entrada de dados errada ou equívocos no pensamento estrutural.

Entretanto, como o engenheiro responsável é extremamente cauteloso, Cálculos possui diversas verificações, como citado na anteriormente, tanto na etapa de cálculos quanto na de detalhamento. O resultado desse excesso de verificações é um maior tempo de execução dos detalhamentos. Ainda assim, acredita-se que essas verificações não sejam o cerne do problema.

5.2.6. Sobrecarga de atividades

Outra possível causa para o problema é a sobrecarga de atividades em um único funcionário, por exemplo, a verificação final, o que pode acarretar num maior período de execução do detalhamento, pois se demora mais para corrigir os problemas, o que resulta num maior período entre a entrega dos detalhamentos e a correção dos mesmos.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

5.3. Causa-raiz para o longo tempo para execução dos detalhamentos

Analisando as causas levantadas nos itens anteriores, Cálculos considerou que todas influenciam no aumento do tempo de detalhamento, entretanto considerou-se que o número elevado de retrabalhos é mais relevante para o problema do que as demais.

Primeiramente, analisando a inexistência de controles de tempos, percebe-se que a implantação desses controles é extremamente importante, mas acredita-se que não reduzirá significante o tempo de detalhamento. Da mesma forma que, aumentar o salário dos funcionários poderá motivá-los mais, mas não terá um impacto grande no tempo.

Com relação ao excesso de verificações, o gestor da empresa adiantou que não diminuiria o número de verificações, o que é justificável, dado que caso ocorra alguma eventualidade com a estrutura do empreendimento, o gestor sofrerá graves consequências.

As condições dos monitores da empresa também foram consideradas causa irrelevante, considerando que com a alteração do tamanho dos monitores não serão obtidos resultados significativos.

Finalmente, a sobrecarga de atividades foi considerada fortemente relacionada com o tempo de detalhamento, entretanto, a falta de mão-de-obra qualificada aliada ao tempo demandado para o treinamento de um novo funcionário para a execução de atividade críticas invalidou a solução dessa causa num primeiro momento.

Dessa forma, há necessidade de verificar se a quantidade de retrabalho, causa apontada como a principal responsável pelo longo tempo de detalhamento, é relevante no processo da empresa. Para tanto, verificou-se quantas vezes os desenhos entregues para o cliente interno, área de conciliação final, não estavam conformes.

Para a obtenção de tais informações, solicitou-se ao responsável pela verificação que guardasse a quantidade de desenhos de vigas que estavam com problemas e que teriam de ser refeitas.

O resultado dos dados obtidos segue no gráfico linear a seguir:

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

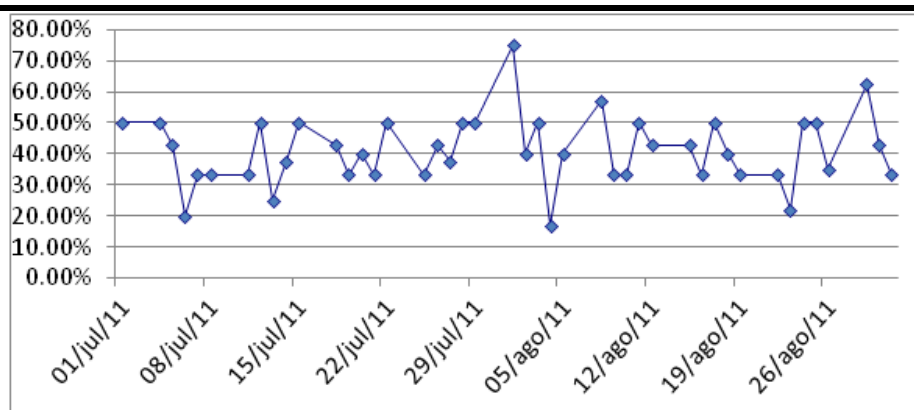


Gráfico 3. Quantidade de Desenhos com Problemas/Quantidade de Desenhos Total. Elaborado pelo autor.

Como se pode observar, é alta a quantidade de desenhos que chegam para a área de conciliação com problemas, o que gera retrabalho. No período observado, a média de desenhos com problemas foi de aproximadamente 40%, em outras palavras, 40% das peças detalhadas apresentaram problemas e tiveram de ser corrigidos.

Essa taxa de não conformidade é extremamente alta, considerando ainda que a razão entre o tempo demandado para a correção de uma viga e o detalhamento de uma viga nova é de aproximadamente 50%, dependendo da correção. Ou seja, enquanto o desenhista corrige duas vigas, ele poderia ter desenhado mais uma viga.

Assim percebe-se que o elevado nível de retrabalho é realmente relevante para o tempo de execução dos detalhamentos.

5.4. Causa-raiz para elevado nível de retrabalho

A fim de se verificar os motivos para tantos problemas, solicitou-se ao verificador que guardasse as causas para as não conformidades. E chegou-se ao seguinte resultado.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

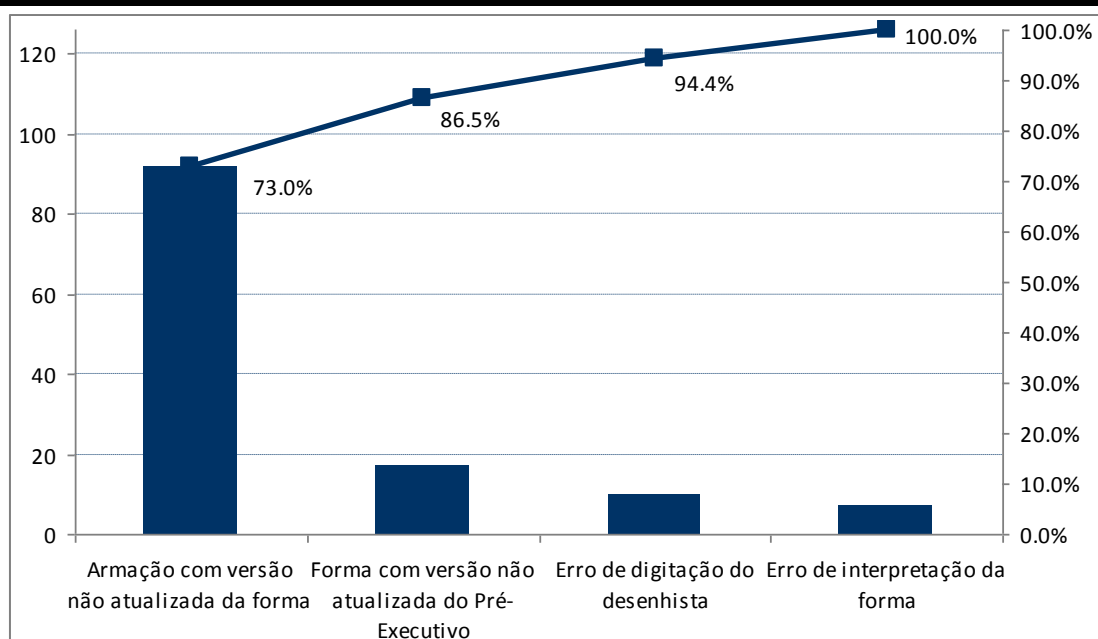


Gráfico 4. Principais problemas para o elevado nível de retrabalho. Elaborado pelo autor.

Os motivos para tantas não conformidades foram distribuído da seguinte maneira:

- **Armação com versão antiga da forma:** os desenhistas detalham as vigas usando como base o esboço recebido pela área de verificação da armação e dos cálculos, entretanto, os esboços recebidos foram realizados com uma versão antiga das formas. Dessa forma, ao entregar os detalhamentos, o verificador percebe a inconsistência do desenho com a nova versão de forma. Esse problema é responsável por 73% dos problemas.
- **Forma com versão antiga do pré-executivo:** em alguns casos, o esboço da armação recebida está embasada na última versão da forma, entretanto, a forma não está atualizada com a última versão do pré-executivo, pois como citado na descrição da empresa, muitas alterações são feitas ao longo do projeto, em algumas situações a forma não é atualizada, o que prejudica todo o processo. Esse item é responsável por, aproximadamente, 13.5% dos problemas.
- **Erro de digitação do desenhista:** O desenhista recebe no esboço as alterações a serem feitas no projeto da viga, como espessura de uma viga, mas em alguns casos, o desenhista digita o número errado da espessura, tornando isso uma não conformidade. Esse item é responsável por, aproximadamente, 8% dos problemas.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

- Erro de interpretação da forma: O desenhista não compreende corretamente a forma a ser detalhada e a desenha de maneira não conforme. Esse problema é responsável por, aproximadamente, 5.5% dos problemas.

Com o auxílio do diagrama de Pareto, pode-se identificar que os dois principais problemas responsáveis por mais de 85% das não conformidades da organização, são relacionados ao uso de versões antigas, seja para a elaboração do projeto de forma, seja para a elaboração do esboço da armação.

Considerando que aproximadamente, 40% dos detalhamentos recebidos pela área de verificação final são correções realizadas pela organização e que, aproximadamente, 85% desse total são por problemas de uso de versões antigas, pode-se afirmar que por volta de 30% dos desenhos recebidos pela área de verificação final são correções feitas pelos desenhistas devido ao uso de versões antigas.

Assim sendo, caso esse número fosse reduzido para algo em torno de 5%, valor considerado factível, Cálculos conseguiria reduzir drasticamente o tempo de execução dos detalhamentos.

Agora, faz-se necessária a identificação das causas para o uso de versões antigas ao longo do processo.

5.5. Causa-raiz para uso de versões antigas

Com o intuito de identificar as causas para o uso de versões antigas fez-se uso, novamente, do diagrama de causa e efeito. Segue o diagrama:

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

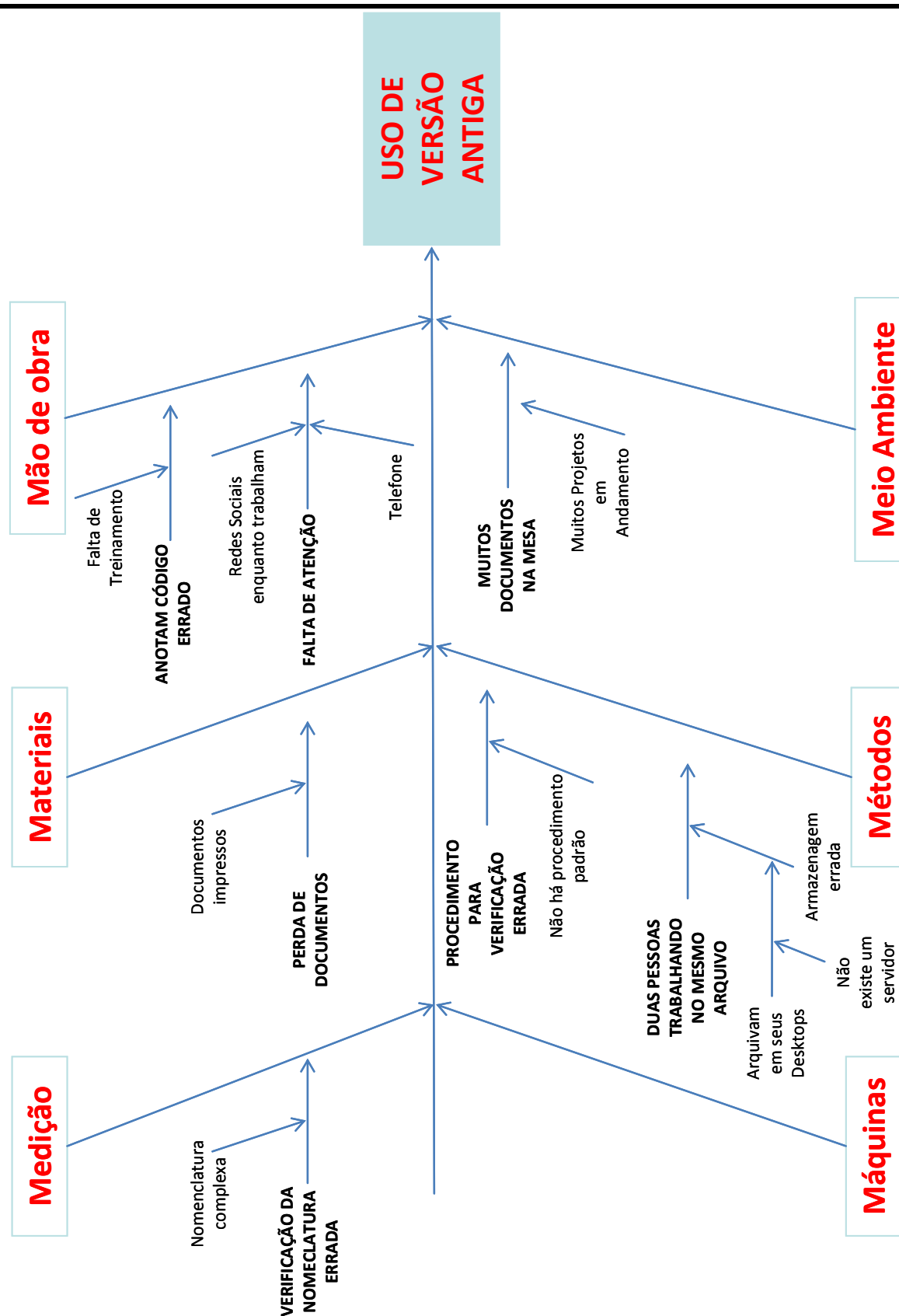


Ilustração 24. Diagrama de causa e efeito para Uso de Versões Antigas. Elaborado pelo autor.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

5.5.1. Verificação da nomenclatura errada

A área de verificação da armação e cálculos deve primeiramente averiguar qual a última versão do projeto de forma, para então começar as verificações. Entretanto, em algumas situações, a responsável pode eventualmente utilizar versões antigas pelo simples fato de não entender a nomenclatura utilizada na documentação dos arquivos, ou pelo mero engano da profissional.

Acredita-se que este fato ocorre ocasionalmente e não deve ser considerado como a causa raiz do problema.

5.5.2. Perda de Documentos

Outra causa levantada é a perda de documentos, uma vez que muitas alterações são realizadas em diversas etapas do processo e que algumas delas são realizadas apenas nos documentos impressos. Dessa forma, caso o projetista perca o documento, toda a atualização feita é perdida.

A perda de documentos é freqüente e extremamente preocupante, dado que toda a alteração precisa ser documentada, caso contrário todo o trabalho realizado é perdido e precisa ser refeito. Além disso, caso as alterações sejam realizadas devido a alguma alteração feita pelos outros intervenientes, como o arquiteto, o projeto de estruturas pode ficar diferente do de arquitetura e a diferença pode aparecer apenas na obra, o que causa um dano irreparável para a imagem da empresa.

5.5.3. Anotação da nomenclatura errada

Outra causa aparente é o fato dos responsáveis pela área de projeto de forma usarem a nomenclatura errada ao terminarem o projeto. Como consequência, a área de verificação de armação e cálculos utiliza uma versão errada do projeto de forma. Entretanto, acredita-se que essa causa não é muito freqüente e não é a causa raiz do problema.

5.5.4. Falta de atenção

Outro fator causador do problema é a falta de atenção dos funcionários que por descuido acabam por utilizar uma versão antiga do projeto. Pode-se observar que em muitas situações os funcionários da empresa trabalham com redes sociais abertas, conversando com amigos durante o expediente. Isso pode causar distração nos funcionários, levando-os a cometer erros. Além disso, outros fatores, como o uso do telefone no meio do expediente, causam distração nos funcionários.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

5.5.5. Muitos documentos na mesa

A empresa trabalha com diversos projetos em paralelo. E em muitas ocasiões, os projetistas e desenhistas estão trabalhando em um projeto, mas devido a alguma urgência mudam o foco para outro. Dessa forma, muitas vezes a mesa desses funcionários fica desorganizada, com diversas plantas de diferentes projetos. Essa foi apontada como uma fonte dos problemas de uso de versões antigas de um projeto.

Segue um foto do ambiente de trabalho dos funcionários.

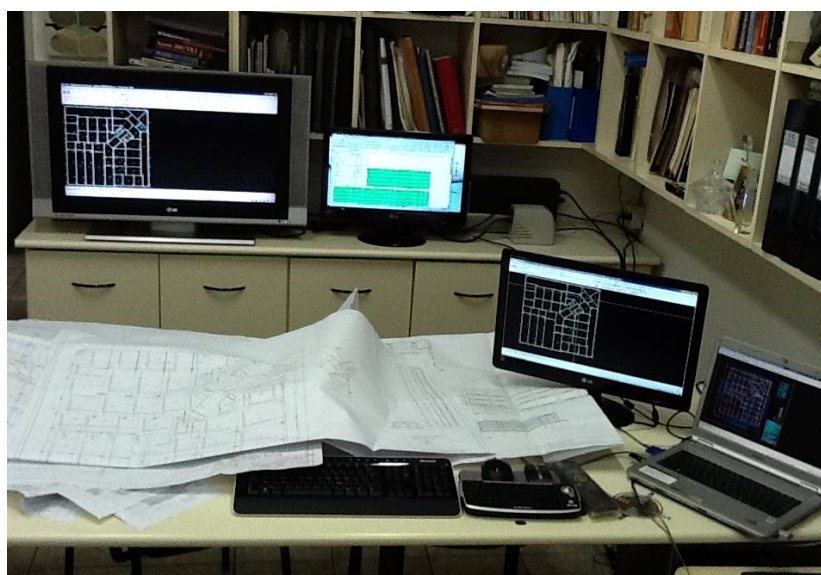


Ilustração 25. Ambiente de Trabalho. Fonte: Cálculos.

5.5.6. Duas pessoas trabalhando no mesmo arquivo

Essa foi a causa considerada mais provável para os problemas de uso de versões antigas, pois é comum em Cálculos, dois funcionários trabalharem usando o mesmo arquivo.

Um exemplo claro deste fato, é quando o projetista de forma está atualizando o projeto de forma, e a verificadora de cálculos e armações está realizando os ajustes das armações tomando como base a versão antiga do projeto e, assim, ocorre uma inconsistência entre os projetos o que gera uma não conformidade para a área de detalhamentos de vigas, pois o mesmo utiliza como base o esboço que lhe foi passado, uma versão antiga.

Este fato ocorre principalmente, pois o servidor atual de Cálculos é também o dispositivo de trabalho do dono da empresa. Dessa forma, os funcionários precisam salvar os documentos em suas próprias áreas de trabalho para poder modificá-los, ocorrendo, conseqüentemente, a duplicação de arquivos, assunto esse que será mais detalhado no próximo capítulo.

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

5.5.7. Causa-Raiz

Como apresentado nos itens anteriores, o uso indevido da nomenclatura dos documentos foi considerada irrelevante em comparação com as outras causas. Além disso, a falta de atenção ou a anotação do código errado, ambos erros humanos foram considerados prováveis, mas não foram considerados o foco dos problemas.

O fato de ainda serem utilizados diversos arquivos impressos na empresa e o fato do ambiente ser desorganizado, com muitos papéis na mesa, resultam na perda de documentos, o que resulta no uso indevido de versões antigas dos projetos.

E, finalmente, o fato de mais de uma pessoa poder usar o mesmo arquivo, faz com que a verificadora de cálculos e armações utilize versões antigas do projeto de forma. Essa foi considerada como a causa mais provável para o uso de versões antigas.

A fim de confirmar tal expectativa da gerência da empresa, coletou-se informações para identificar a real causa do uso de versões antigas.

A coleta de informações foi realizada da seguinte maneira, toda vez que na verificação final fosse constatado que o detalhamento de viga estava embasado em versões antigas do projeto de forma, solicitou-se à pessoa responsável pela recepção de dados que averiguasse o motivo para tal fato. Chegou-se, então, ao seguinte gráfico:

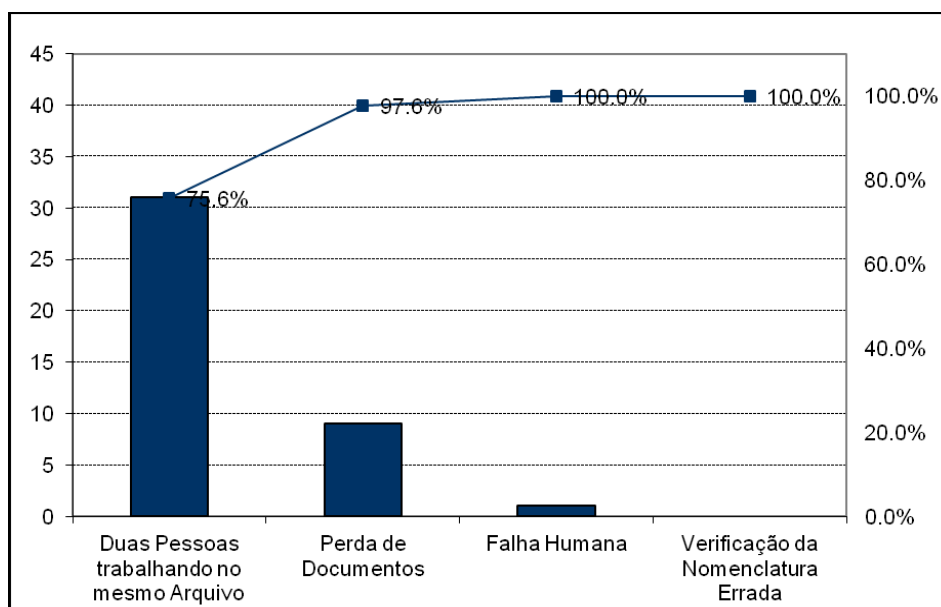


Gráfico 5. Diagrama de Pareto para as causas para Uso de Versões Antigas. Elaborado pelo autor.

Como se pode observar, a causa-raiz do problema é realmente o fato dos funcionários trabalharem com arquivos diferentes, em outras palavras, o projetista das formas arquivava a

IDENTIFICAÇÃO DAS CAUSAS DO PROBLEMA

nova versão do projeto de forma, mas por falhas (*bugs*) no servidor ou mesmo pelo projeto dos sistemas de informação ser ruim, a verificadora da armação e dos cálculos, realizava o esboço das armações com base em versões antigas do projeto de forma, o que, conseqüentemente, gerava detalhamento inconsistente com a forma.

5.6. Resumo

O objetivo deste capítulo foi identificar a principal causa para o longo tempo de execução dos detalhamentos. Primeiramente, fez-se uma descrição mais profunda do processo de detalhamento, em seguida, analisou-se esse processo e, com base nessa análise, conclui-se que o elevado nível de retrabalho nas etapas de detalhamentos era o fator causador do problema.

Entretanto, com o intuito de se especificar o máximo possível a causa do problema, buscou-se entender os motivos para o elevado nível de retrabalho. A resposta para essa pergunta foi o uso de versões antigas em diversas etapas do processo. E, finalmente, o motivo para o uso de versões antigas foi o fato de duas pessoas estarem trabalhando ao mesmo tempo num mesmo arquivo.

Esse último é conseqüência, principalmente, de como o sistema de informação está projetado.

Portanto, após a análise do problema, será apresentado um plano de ação para a solução deste problema. Após a proposta do plano de ação, a fase de planejamento do ciclo PDCA estará encerrada.

6. PLANO DE AÇÃO

Neste capítulo, será apresentada a última etapa da fase de planejamento do ciclo PDCA, a estipulação de um plano de ação para tentar solucionar a causa do problema, o fato de duas pessoas poderem trabalhar num mesmo arquivo ao mesmo tempo.

Primeiramente, será realizada uma análise do projeto de sistemas de informação de Cálculos, pois se acredita que o mesmo está estruturado de tal forma que aumenta a probabilidade de uso de um mesmo arquivo por mais de um funcionário.

Em seguida, será proposto o plano de ação para a solução do problema.

6.1. Análise dos sistemas de informação

A empresa trabalha com, aproximadamente, 15 pontos de trabalho todos conectados com a rede de computadores e todos os arquivos compartilhados são armazenados num computador que é o mesmo utilizado para o trabalho do gestor da empresa, ou seja, não existe um servidor voltado apenas ao armazenamento de arquivos.

Dessa forma, os funcionários da empresa armazenam os arquivos em suas próprias áreas de trabalho para poder trabalhar com os arquivos, o que gera inconsistências no final do processo, pois o funcionário que utiliza o arquivo em sua própria área de trabalho faz alterações neste arquivo e, ao mesmo tempo, outro funcionário pode utilizar o arquivo salvo na rede e modificá-lo. Dessa forma, duas versões são criadas com modificações diferentes.

Além da perda das modificações realizadas no projeto de forma, a versão que está salva na rede, e mais antiga, pode ser utilizada pela área de verificação de armações e cálculos. Como se pode observar, o fato da empresa não possuir um sistema adequado para o armazenamento dos arquivos e procedimentos bem definidos para o mesmo, resulta no uso do mesmo arquivo por duas pessoas distintas.

Para um melhor entendimento do atual sistema de informação de Cálculos, segue a seguir uma representação da atual situação:

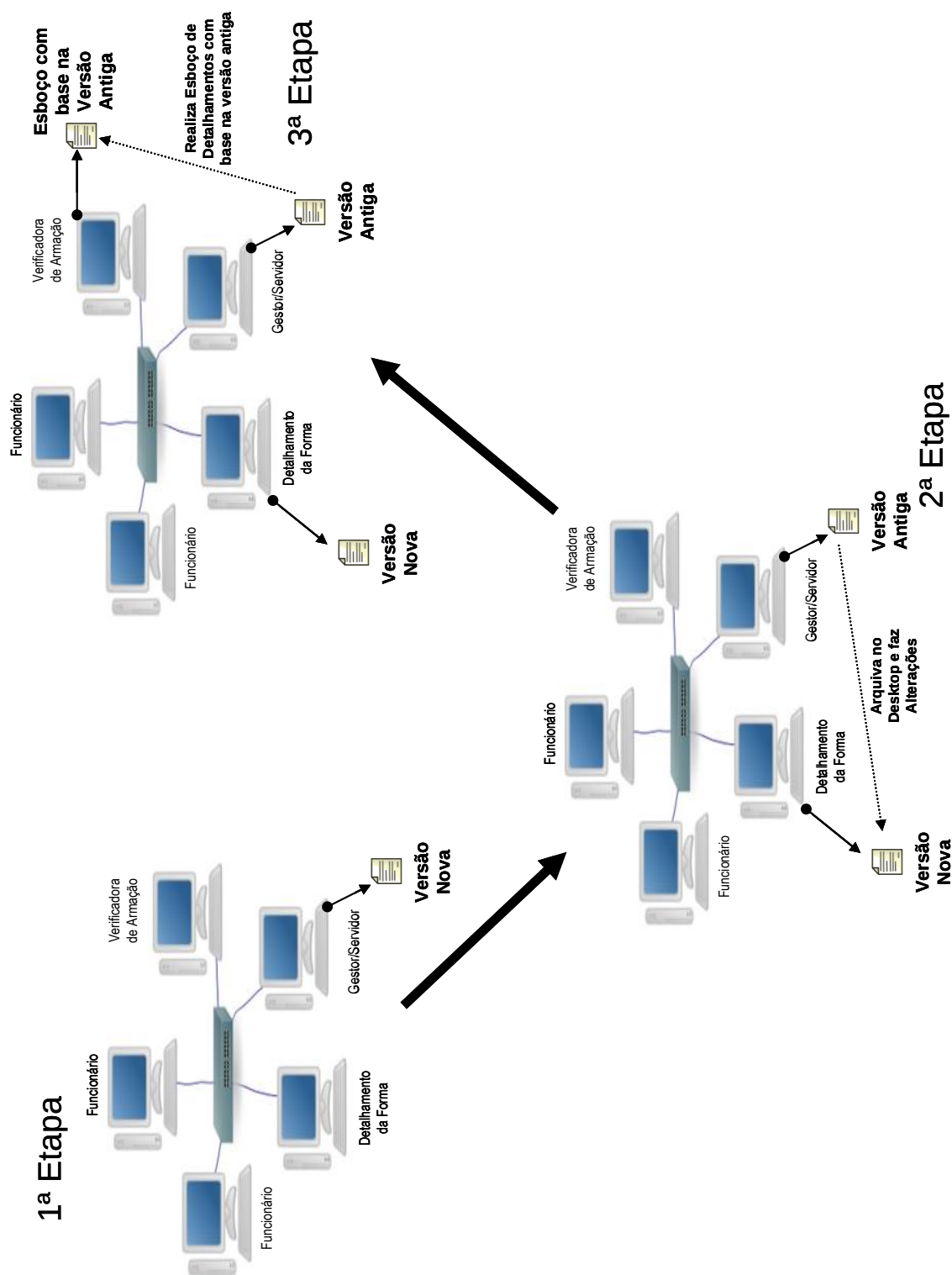


Ilustração 26. Sistema de informação atual. Elaborado pelo autor.

6.2. Plano de ação

Dessa forma, o plano de ação definido foi a troca do atual servidor, um computador normal, utilizado como área de trabalho da empresa, por um novo servidor voltado apenas ao armazenamento de arquivos, o que reduziria a chance do uso de um mesmo arquivos por mais de uma pessoa.

Entretanto, a centralização dos documentos em um servidor voltado apenas para a armazenagem de arquivos, soluciona parcialmente este problema, pois mesmo com a instalação do servidor, os funcionários ainda poderiam trabalhar com arquivos salvos em seus próprios *desktops*, o que resultaria no mesmo problema citado anteriormente. Dessa forma, junto com a instalação do servidor de arquivos, é necessário treinar os funcionários da empresa para criar um procedimento-padrão para realizar modificações nos arquivos.

Para um melhor entendimento da proposta do plano de ação, segue uma representação do novo sistema de informação:

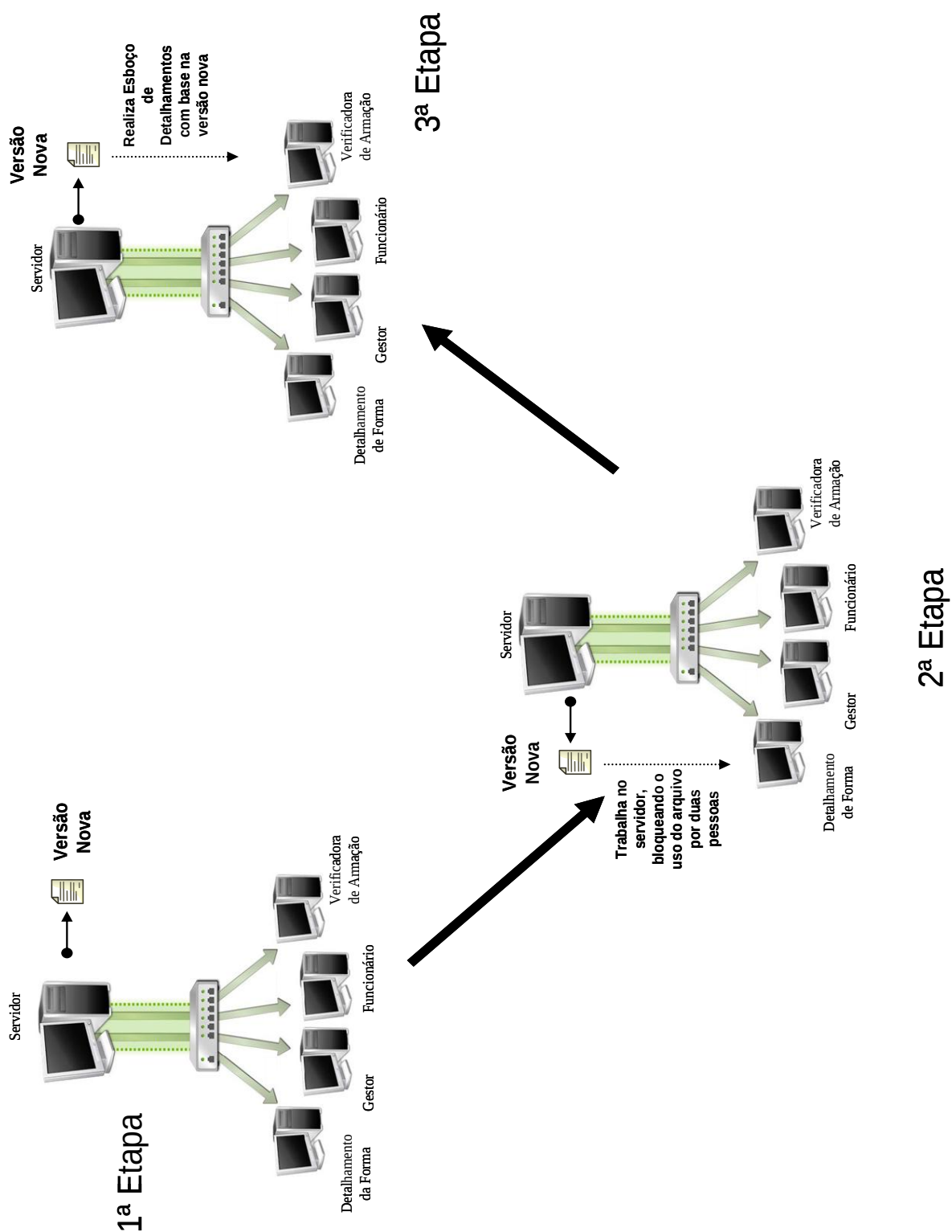


Ilustração 27. Sistema de informação após implantação do servidor. Elaborado pelo autor.

PLANO DE AÇÃO

Utilizando a ferramenta 5W1H definem-se o seguinte plano de ação.

Contramedidas	Responsável	Prazo	Local	Justificativa	Procedimento
Troca do Servidor	Vinicius	14/10/2011	Tecnologia	Para evitar uso de versões antigas	Seleção de fornecedores, verificação dos ganhos de eficiência e análise da viabilidade econômica

Tabela 5. Plano de Ação: 5W1H. Elaborado pelo autor.

O primeiro plano consistirá na seleção de fornecedores para o novo servidor da empresa, será realizada uma análise dos ganhos de eficiência e com base nessa será realizada a análise da viabilidade econômica.

6.3. Resumo

Este capítulo apresentou os planos de ações definidos para a solução das causas do problema. Para a constituição do plano, foi analisada a atual situação de Cálculos quanto aos seus sistemas de informação, e com base nessa, foi planejado o novo sistema de informação da empresa.

O plano consiste basicamente na troca do atual servidor, usado para trabalho, por um servidor voltado apenas para a armazenagem de arquivos. Dessa forma, a empresa deixará de trabalhar em rede de trabalho, para trabalhar com um servidor.

No próximo capítulo será apresentada a execução dos planos definidos acima, ou seja, a fase de execução do ciclo PDCA. Portanto, este capítulo encerra a primeira fase do ciclo de planejamento.

7. EXECUÇÃO DO PLANO

Neste capítulo, será apresentada a execução do plano de ação definido no capítulo anterior e como foi realizado o processo para a troca do servidor. Primeiramente, foi realizada a análise para seleção do melhor fornecedor do servidor. Para tanto, serão apresentados os critérios pelos quais os fornecedores foram avaliados. Em seguida, os servidores cotados serão avaliados e o melhor será selecionado. Finalmente, será realizada a análise da viabilidade econômica do servidor escolhido.

7.1. Critérios de Seleção

Para a seleção do fornecedor do servidor, fez-se uso da análise de critérios múltiplos. Para tanto, foram definidos os seguintes critérios a serem considerados:

- Preço;
- Capacidade de Armazenamento Permanente (HD);
- Memória RAM;
- Placa de Rede;
- Processador;
- Dispositivos de *Back-Up*;
- Tipo do Gabinete;
- Dimensões;
- Suporte Técnico;
- Garantia;
- Fonte de Alimentação; e
- Qualidade/Indicações.

Os critérios acima listados foram classificados, conforme a relevância dos mesmos para os propósitos da empresa, numa escala de 1 a 10. Sendo 1 menos relevantes e 10 mais relevante.

7.1.1. Preço

O preço foi considerado critério importante para a seleção do fornecedor. Entretanto, não foi considerado critério primordial, pois o que se busca com a troca do servidor é o aumento da qualidade e não uma redução dos custos.

Dessa forma, o peso atribuído a este critério foi 3 e a avaliação dos diversos fornecedores se baseou no valor dos servidores. Assim, quanto menor o preço do servidor, maior a nota atribuída para o fornecedor.

7.1.2. Capacidade de Armazenamento (HD)

A capacidade de armazenamento foi considerada por Cálculos critério extremamente relevante. Isso se deve ao fato de que o propósito do servidor para empresa é a armazenagem de diversos arquivos, desenhos, e cálculos de estruturas em um único local. Dessa forma, como esses arquivos são relativamente grandes, a empresa precisa de um servidor com a capacidade de armazenar uma grande quantia de dados.

Porém, vale ressaltar que como a empresa possui um *back-up* de arquivos antigos, a quantidade de dados que o servidor precisa armazenar precisa ser suficientemente grande para guardar apenas os dados dos projetos atuais e mais recentes, mas não de todos os projetos que a empresa já realizou.

Considerando que cada projeto completo ocupa um espaço de aproximadamente 1 GB, que, além disso, as versões antigas que permanecem também no atual servidor são armazenadas compactadas para ocupar um espaço menor, e que cada projeto possui diversas versões, pode-se considerar que todas essas versões antigas compactadas ocupam um espaço de aproximadamente 2 GB.

Atualmente, a empresa está com 20 projetos em andamento, assim, pode-se considerar que o espaço necessário para armazenar esses projetos é de, aproximadamente, 60 GB. Entretanto, a empresa armazena também diversos projetos realizados anteriormente, apenas os mais recentes, em torno de 30 projetos, o que resulta na necessidade de mais 90 GB de memória.

Assim sendo, a empresa necessita de aproximadamente 150 GB de memória para armazenar esses projetos. Entretanto, é importante ressaltar que a empresa pode possuir mais projetos, dessa forma, possuir uma capacidade excedente é importante. Portanto, um servidor que possua aproximadamente 200 GB de memória é o que a empresa busca no atual momento.

EXECUÇÃO DO PLANO

Caso o servidor oferecido pelo fornecedor possua uma capacidade de armazenagem menor do que a requerida, poderia ocorrer a perda de dados, o que seria extremamente prejudicial para a empresa. Dessa forma, o peso dado a este critério é 10.

Os fornecedores foram avaliados quanto à capacidade de se enquadrar nas métricas estabelecidas. Caso a capacidade de armazenagem do servidor oferecido pelo fornecedor for muito maior do que a capacidade exigida, esse fornecedor receberá uma nota menor. O mesmo é válido caso a capacidade oferecida seja muito menor, mas com uma nota muito pior do que no caso anterior.

7.1.3. Memória RAM

A memória RAM do servidor, ou a memória aleatória do servidor, não é essencial para a empresa, pois a mesma é utilizada para executar programas nos dispositivos e armazenar temporariamente os dados do dispositivo. Assim, quanto maior a memória RAM do dispositivo, mais rápido ele executará os programas e maior a quantidade de dados que poderão ser utilizados ao mesmo tempo.

Como o servidor da empresa não executará muitos programas, apenas a interface com os demais computadores da empresa, esse fator não é considerado essencial para um armazenador de dados, entretanto como o intuito da substituição do servidor atual é evitar que o mesmo dê problemas, ou apresente falhas, é essencial que o servidor possua boa quantidade de memória RAM para que o mesmo não se torne mais lento. Dessa forma, o peso atribuído a este fator foi 8.

7.1.4. Placa de Rede

A placa de rede do servidor não precisa ser muito potente, considerando que o ganho de desempenho obtido com uma placa de rede melhor ou pior não é importante para Cálculos, pois a velocidade com o qual os dados são transmitidos dentro da rede não precisa ser a melhor.

Como o servidor que se busca implantar na empresa é apenas um armazenador de arquivos e a velocidade de transmissão dos dados dentro da rede não é essencial, o peso atribuído a esse critério foi 5.

7.1.5. Processador

O processador do servidor não necessita ser muito sofisticado, pois, como na memória RAM, o servidor não executará programas, apenas a conexão do mesmo com outros

computadores da empresa, dessa forma, não será exigida um processamento grande de dados no servidor.

Entretanto, assim como citado anteriormente, a troca de servidor visa à melhoria do desempenho do mesmo. Dessa forma, é importante que o servidor não apresente falhas e um servidor com um processador ruim pode falhar eventualmente.

Assim sendo, o processador tem peso 8 na análise de fornecedores.

7.1.6. Dispositivos de Back-Up

Os dispositivos de *back-up*, como os diversos tipos de *Redundant Array of Independent Drives (raid)*, que são outros HD's desenvolvidos para desempenhar diversas funções, entre elas, a de *back-up* foram consideradas na escolha do servidor.

Existem diversos *raids* desenvolvidos no mercado, sendo que, dentre eles, o que melhor se enquadra para os propósitos da empresa é o *raid1*, que é um segundo HD, no qual são armazenados todos os arquivos que são salvos no HD principal neste segundo. Dessa forma, esse segundo HD serve como *back-up* para os arquivos salvos no HD principal.

O mecanismo do *raid1* é um simples espelhamento, assim toda vez que um arquivo é salvo no servidor, o mesmo é salvo automaticamente nos dois HD's.

Dito isso, os servidores foram avaliados pela existência ou não desses dispositivos de *back-up*, e a importância desse critério na escolha do servidor é extremamente alta, assim, o peso atribuído foi 10.

7.1.7. Tipo do Gabinete

Existem atualmente três formas de gabinetes para os servidores:

- Torre;
- *Rack*; e
- *Blade*;

Os tipos *Rack* e *Blade* são usualmente utilizados para empresas que possuem mais de um servidor, pois possuem a capacidade de armazenar num mesmo local, de forma mais eficiente e mais compacta, diversos servidores. Já o gabinete Torre é recomendado para empresas que possuem poucos servidores e que não necessitam compactar os mesmos.

Portanto, como a empresa necessita de apenas um servidor, o gabinete Torre é o mais recomendado, por mais que os outros dois tipos de gabinetes sejam mais compactos e ocupem menos espaço, pois estes são mais caros.

EXECUÇÃO DO PLANO

Dessa forma, o fator gabinete foi considerado fator irrelevante para empresa e recebeu peso 1, pois Cálculos necessita apenas de um servidor, o tipo Torre que, apesar de menos eficiente em relação ao espaço, é suficiente para a empresa.

7.1.8. Dimensões

As dimensões do servidor também foram consideradas quando da sua avaliação, pois quanto menor o servidor, melhor para a empresa, dado que o ambiente de trabalho é pequeno.

Entretanto, esse não foi considerado fator relevante na escolha do servidor. Assim, como o tipo do gabinete do servidor esse fator tem peso 1.

7.1.9. Suporte Técnico

O suporte técnico foi considerado importante para Cálculos, dado que qualquer problema que ocorra com o equipamento precisa ser solucionado rapidamente. Dessa forma, o peso dado a este fator foi 8. E os fornecedores foram avaliados quanto à existência ou não de suporte técnico adequado.

7.1.10. Garantia

A garantia do servidor também foi levada em consideração dado que a empresa não pretende trocar o equipamento rapidamente. Dessa forma, caso ocorra algum problema técnico que não possa ser resolvido através do suporte técnico, é importante que o equipamento possua algum tipo de garantia.

Portanto, o fator garantia foi avaliado com peso 8. E os fornecedores foram comparadas quanto à existência de garantia e, se sim, quanto ao prazo e ao valor adicional cobrado por este serviço.

7.1.11. Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação foi analisada quanto à sua capacidade de manter o servidor funcionando.

Assim, foi ponderada a capacidade do servidor em não desligar e perder todos os arquivos não salvos no computador caso seja interrompido o fornecimento de energia, em outras palavras, foi ponderada a existência do dispositivo *no-break*, pois com esse dispositivo acoplado no servidor, ele continuará funcionando por um curto período de tempo, caso o fornecimento de energia seja interrompida.

Além disso, foi analisado se a fonte possui sistema de alimentação redundante, ou seja, se é possível o uso de duas fontes de energia ao invés de apenas uma. Tal fato é extremamente vantajoso para a empresa, pois caso uma das fontes de energia falhe, o servidor não parará de funcionar.

A continuidade do funcionamento do servidor independentemente do fornecimento de energia, ou da falha de uma das fontes de energia é extremamente importante para empresa e para a solução do problema, pois a interrupção freqüente do funcionamento do servidor faz com que os funcionários prefiram armazenar os arquivos que estão trabalhando em suas áreas de trabalho ao invés de salva-los no servidor.

Assim sendo, esse fator foi considerado extremamente importante e o peso a ele atribuído foi 9.

7.1.12. Qualidade/Indicações

Finalmente, o último critério avaliado é referente à qualidade do produto. Esse fator foi considerado um dos mais importantes, pois como citado diversas vezes anteriormente, a troca de servidor se deve principalmente à ineficiência do atual servidor. Em outras palavras, busca-se a melhor qualidade possível e o critério recebeu peso 10.

A nota atribuída aos produtos foi obtida através de recomendações de especialistas em sistemas de informação. Além disso, buscou-se comentários na internet sobre os produtos.

7.1.13. Pesos dos Critérios

Conforme enumerado nos itens anteriores segue a tabela de pesos dos fatores:

EXECUÇÃO DO PLANO

	Fatores	Peso
	Preço	3
	Capacidade de Armazenamento (HD)	10
	RAM (GB)	8
	Placa de Rede	5
	Processador	8
	Dispositivos de Back-Up	10
	Gabinete	1
	Dimensões	1
	Suporte Técnico	8
	Garantia	8
	Fonte de Energia	9
	Qualidade/Indicações	10

Tabela 6. Pesos dos critérios de análise do fornecedor. Elaborado pelo autor.

7.2. Avaliação dos Servidores

Neste item, será realizada a avaliação dos servidores. No presente trabalho, não serão apresentados os verdadeiros nomes dos produtos, apenas as características e os preços cobrados por cada um deles.

Seguem as tabelas com as características dos produtos.

Características	Servidor A
Preço	8,455.00
HD	2 x 300GB SAS, 15k RPM
RAM	8 GB 1333 MHz
Placa de Rede	Intel Pro 1000PT Single Port Pcle-1
Processador	Intel Xeon Quad-Core E3-1220
Dipositivo de Segurança	Raid1
Gabinete	Torre
Dimensões	463,82 A x 189,35 L x 420,3 P (mm)
Suporte Técnico	24 horas, 7 dias por semana
Garantia	5 anos
Fonte	No-Break, Redundância
Qualidade/Indicações	Mais indicado

Tabela 7. Características do Servidor A. Elaborado pelo autor.

EXECUÇÃO DO PLANO

Características	Servidor B
Preço	4,482.14
HD	2 x 250GB SATA, 7.2k RPM
RAM	4GB 1333 MHz
Placa de Rede	Intel 82574L
Processador	Intel® Xeon™ Quad Core X3430
Dipositivo de Segurança	Raid1
Gabinete	Torre/Rack 5U
Dimensões	43,81 A x 21,59 L x 53,97 P (cm)
Suporte Técnico	9 horas, 5 dias por semana
Garantia	3 Anos
Fonte	No-Break, Redundância
Qualidade/Indicações	Bom

Tabela 8. Características do Servidor B. Elaborado pelo autor.

Características	Servidor C
Preço	8,381.73
HD	2 x 500GB SATA, 7.2k RPM
RAM	4GB, 1333Mhz
Placa de Rede	Duas Portas Gigabit Ethernet Broadcom 5716
Processador	Intel® Xeon™ Quad Core E5620 2.4GHz
Dipositivo de Segurança	Raid1
Gabinete	Torre/Rack 5U
Dimensões	43,94 A x 21,84 L x 76,70 P (cm)
Suporte Técnico	9 horas, 5 dias por semana
Garantia	3 anos
Fonte	No-Break, Redundância
Qualidade/Indicações	Bom

Tabela 9. Características do Servidor C. Elaborado pelo autor.

Características	Servidor D
Preço	9,366.34
HD	2 x 250 GB SATA, 7.2k RPM
RAM	4GB, 1333Mhz
Placa de Rede	Duas Portas Gigabit Ethernet Broadcom 5709C
Processador	Intel® Xeon™ E5645 Six Core 2.4GHz
Dipositivo de Segurança	Raid1
Gabinete	Rack 1U
Dimensões	4,31 A x 43,94 L x 71,12 P (cm)
Suporte Técnico	9 horas, 5 dias por semana
Garantia	3 anos
Fonte	No-Break, Redundância
Qualidade/Indicações	Bom

Tabela 10. Características do Servidor D. Elaborado pelo autor.

EXECUÇÃO DO PLANO

Com base nos critérios estabelecidos anteriormente comparou-se os produtos, numa escala comparativa de 0 a 4, onde 0 é a pior nota e 4, a melhor nota. Conforme explicado na revisão bibliográfica, caso algum produto possua avaliação insatisfatória, quanto a uma característica, o produto será automaticamente descartado da análise. Mas nessa avaliação nenhum produto possuía característica insatisfatória, logo, todos foram avaliados por todos os critérios estabelecidos.

7.2.1. Preço

Com relação ao preço dos produtos, nenhum deles possui um valor extremamente elevado, logo nenhum deles recebeu nota 0. Os servidores A, C e D possuem valores semelhantes, mas estes apresentaram preços quase duas vezes do servidor B. Dessa forma, o servidor B recebeu nota 4 enquanto que os outros foram avaliados com nota 2.

7.2.2. Capacidade de Armazenamento (HD)

Quando analisando a capacidade de armazenamento do produto, o *HD*, foram consideradas, como citado anteriormente, o quão próximo da capacidade desejada os servidores possuíam. Além disso, foram consideradas as interfaces do *HD*.

A interface *SAS* é mais cara quando comparada à interface *SATA*, pois ela possui uma velocidade leitura dos dados do *HD* maior, mas o fator preço já fora avaliado no item anterior, assim nesse item foi apenas avaliado qual o melhor *HD* para o servidor.

Portanto, apesar do servidor A possuir 300 GB de capacidade de armazenamento, ou seja, 100 GB de diferença em relação ao inicialmente planejado, enquanto que o servidor B e D possuem 250 GB, ou 50 GB de diferença, o servidor A possui interface *SAS*, que para o propósito da empresa é o mais adequado, enquanto que os servidores B e D possuem interface *SATA*. Assim, o servidor A recebeu uma avaliação melhor do que os servidores B e D.

Já o servidor C, que possui 500 GB de memória e interface *SATA*, foi avaliado como bom, mas levemente pior do que os servidores B e D.

7.2.3. Memória RAM

A memória RAM dos servidores B, C e D são semelhantes, todos possuem 4 GB de capacidade e velocidade 1,333 GHz. Já o servidor A possui 8GB de capacidade e velocidade 1,333 GHz. Todos os servidores estão adequados à necessidade de memória RAM, entretanto, o servidor A leva uma pequena vantagem em relação aos demais, logo, foi avaliado com nota 4, excelente, e os demais, 3.

7.2.4. Placa da Rede

Para a análise da placa de rede foram consultados técnicos de TI que possuem vasta experiência neste setor, os quais foram questionados se alguma das placas acima apresentadas possuía um desempenho melhor do que as outras, e a resposta foi que não há diferenças entre elas.

Além disso, de acordo com os técnicos, todas as placas de rede se adaptam perfeitamente para o propósito do servidor. Assim sendo, a nota para todos os servidores com relação à este quesito foi 4.

7.2.5. Processador

Assim como no item anterior, os processadores dos servidores foram avaliados com a ajuda de técnicos de tecnologia da informação. E com base na opinião dos entrevistados, obteve-se que todos os processadores são adequados para o objetivo do servidor, sendo que o processador do servidor D é levemente melhor do os outros. Portanto a nota atribuída ao servidore D foi nota 4 e os demais receberam nota 3.

7.2.6. Dispositivos de Back-Up

Todos os servidores possuem o dispositivo *raid-1*, que é o dispositivo de segurança que o servidor mais necessita por ser apenas um armazenador de arquivos.

Dessa forma, considerou-se que todos os servidores possuem dispositivos de back-up excelentes, nota 4.

7.2.7. Gabinete

Os gabinetes dos servidores B e C podem ser tanto Torre como Rack, já o servidor A pode ser apenas tipo Torre. O servidor D pode ser apenas Rack. Dessa forma, os servidores B e C receberam nota 3, muito bons, já o servidor D recebeu nota 2, bom, pois não possui a flexibilidade dos servidores anteriores. Finalmente, o servidor A foi avaliado como bom, nota 1, pois pode ser apenas Torre, que é suficiente para a empresa.

7.2.8. Dimensões

A avaliação das dimensões dos servidores se baseou basicamente no volume ocupado por esses. Com essa métrica obteve-se que o servidor D é o melhor neste quesito, pois é o produto que ocupa o menor espaço. Em seguida temos o servidor A, B e C nesta ordem.

EXECUÇÃO DO PLANO

7.2.9. Suporte Técnico

Todos os fornecedores dos servidores oferecem o suporte técnico no próprio estabelecimento, entretanto, o fornecedor do servidor A tem a disponibilidade 24 horas por dia e 7 dias por semana. Enquanto que o suporte técnico dos servidores B, C e D têm disponibilidade de 9 horas por dia e 5 dias por semana.

Por este motivo, o servidor A recebeu nota 4 enquanto que os demais receberam nota 2.

7.2.10. Garantia

A garantia dos servidores B, C e D é de 3 anos, enquanto que a do servidor A é de 5 anos. Dessa forma, o servidor A foi avaliado com nota 4, e os demais com nota 2.

7.2.11. Fonte de Alimentação

Todos os servidores analisados possuem tanto o dispositivo *no-break* quanto o sistema de alimentação redundante. Portanto, todos foram avaliados com nota 4.

7.2.12. Qualidade/Indicações

Com relação a indicações dos servidores, foram consultados clientes maiores que possuem servidores e técnicos de TI. A análise dos clientes foi embasada basicamente pela marca do servidor, já os técnicos de TI consideraram as características dos servidores. E ambos argumentaram que os servidores B, C e D são bons, mas que o melhor é o servidor A.

Dessa forma, o servidor A recebeu nota 4 enquanto que os demais receberam nota 3.

7.2.13. Avaliações dos Servidores

Conforme elaborado nos itens anteriores segue a tabela de avaliação dos servidores:

EXECUÇÃO DO PLANO

Características	Servidor A	Servidor B	Servidor C	Servidor D
Preço	2	4	2	2
Capacidade de Armazenamento (HD)	4	3	2	3
Memória RAM	4	3	3	3
Placa de Rede	4	4	4	4
Processador	3	3	3	4
Dispositivos de Back-Up	4	4	4	4
Gabinete	1	3	3	2
Dimensões	3	2	1	4
Suporte Técnico	4	2	2	2
Garantia	4	2	2	2
Fonte de Energia	4	4	4	4
Qualidade/Indicações	4	3	3	3

Tabela 11. Avaliação dos Fornecedores. Elaborado pelo autor.

7.3. Seleção do Servidor

Com base nas avaliações dos servidores e dos pesos atribuídos a cada critério obteve-se a seguinte matriz de classificação múltipla.

Avaliação dos Fatores					
Fatores	Peso	Alternativas			
		A	B	C	D
Preço	3	2	4	2	2
Capacidade de Armazenamento (HD)	10	4	3	2	3
Memória RAM	8	4	3	3	3
Placa de Rede	5	4	4	4	4
Processador	8	3	3	3	4
Dispositivos de Back-Up	10	4	4	4	4
Gabinete	1	1	3	3	2
Dimensões	1	3	2	1	4
Suporte Técnico	8	4	2	2	2
Garantia	8	4	2	2	2
Fonte de Energia	9	4	4	4	4
Qualidade/Indicações	10	4	3	3	3
Ponderação		306	253	236	256
Classificação		1°	3°	4°	2°

Tabela 12. Matriz de avaliação por critérios múltiplos. Elaborado pelo autor.

Com base na matriz, chegou-se á conclusão que o servidor que melhor se enquadra para os propósitos da empresa é o servidor A.

7.4. Análise de Viabilidade Econômica

Escolhido o servidor a ser implantado na empresa, será realizada agora uma análise da viabilidade econômica do mesmo.

Para tanto, será utilizada a metodologia do valor presente líquido com meio de verificar a viabilidade da proposta. O ganho estimado com a implantação foi obtido através de uma comparação entre a receita anual atual e a receita estimada após a implantação do servidor.

$$GA = RI - RA \quad (5)$$

Onde:

GA = Ganho anual;

RI = Receita após implantação; e

RA = Receita atual.

A receita da empresa pode ser estimada através da simples multiplicação da quantidade de projetos realizados pelo valor cobrado por cada um deles. Assim temos a seguinte equação:

$$RI = PP \times QI \quad (6)$$

$$RA = PP \times QA \quad (7)$$

Onde:

PP = Preço por projeto;

QI = quantidade de projetos executados após implantação;

QA = quantidade de projetos atualmente

Substituindo as equações (6) e (7) na equação (5), chega-se na equação (8) a seguir:

$$GA = PP \times (QI - QA) \quad (8)$$

Como o preço por projeto é praticamente constante, precisa-se estimar a quantidade de projetos executados atualmente e a quantidade de projetos estimados que poderão ser

executados após a implantação do servidor. Pode-se utilizar a seguinte fórmula para calcular as duas quantidades:

$$Q = TD/TTC \quad (9)$$

Onde:

Q = Quantidade de projetos executados atualmente ou após a implantação do servidor;

TD = Tempo disponível;

TTC = Tempo de trabalho consumido por projeto;

Em outras palavras, a equação (9) significa que a quantidade de projetos executados pode ser obtida através da divisão entre o tempo total disponível pelo tempo de trabalho consumido para a realização de um projeto. Entretanto, o último não pode ser confundido com o tempo de execução do projeto.

Dessa forma, nos itens seguintes os cálculos do tempo disponível e do tempo de trabalho consumido por projeto, comparando o último com o tempo de execução do projeto. Em seguida, serão apresentados os resultados obtidos.

7.4.1. Estimação do tempo disponível

O tempo disponível pode ser obtido através da multiplicação da quantidade de dias trabalhados por ano por funcionário pelo número de funcionários mais o tempo trabalhado pelo dono da empresa. Assim obtém-se a seguinte equação:

$$TD = DT \times QF + DTD \quad (10)$$

Onde:

DT = Dias trabalhados por funcionário;

QF = Quantidade de funcionários;

DTD = Dias trabalhados pelo dono;

Para o atual trabalho foram assumidas as seguintes premissas:

- Ano = 252 dias uteis;
- Mês = 21 dias uteis;
- Cada funcionário tem direito à 1 mês de férias.
- O dono trabalha 252 dias por ano;

EXECUÇÃO DO PLANO

- 8 funcionários executam as atividades do projeto;

Com base nas premissas adotadas chega-se ao seguinte resultado:

$$TD = (252 - 21) \times 8 + 252 = 2100 \text{ homens-dia} \quad (11)$$

Imaginando-se que a quantidade de funcionários permanecerá constante mesmo com a implantação do servidor, pode-se considerar que o tempo disponível é igual para ambas situações. Dessa forma, a empresa possui por ano 2,100 homens-dia disponíveis por ano.

7.4.2. Estimação do tempo de trabalho consumido por projeto

Como cada projeto é único e não possui um tempo de conclusão padrão, utilizou-se do método de simulação de Monte Carlo para realizar essa estimativa. As premissas adotadas nesta simulação estão apresentadas no APÊNDICE A.

Assim, com base na experiência dos funcionários mais experientes (alguns já estão há mais de 20 anos na empresa), obteve-se um tempo otimista, provável e pessimista para cada atividade. A Tabela 1 apresenta tais valores. A seguir segue a reprodução da mesma.

Atividade	Duração Atual (dias)		
	Otimista	Provável	Pessimista
Definição Projeto	0.5	1	2
Realização do Ante-Projeto de Estruturas	10	12	16
Otimização do Projeto	2	8	12
Reuniões para Ajustes	0.5	1	2
Remodelagem dos Cálculos das Estruturas	2	5	6
Reuniões para Ajustes Finais	1	2	4
Detalhamento das Formas	19	24	36
Verificação dos Cálculos, Formas e outros Pré-Executivos	0.5	1	4
Verificação dos Cálculos e Armações	18	24	30
Detalhamento das Vigas	42	48	54
Detalhamento das Lajes	10	12	14
Detalhamento das Pilares	4	6	12
Detalhamento dos Blocos e Escada	1	2	4
Conciliação Final	13	20	28
Total	123.5	166	224

Tabela 1. Tempos das Atividades. Elaborado pelo autor.

Com base nesses tempos, realizou-se a simulação para cada atividade, cujos passos podem ser encontrados no APÊNDICE B. Somando as simulações de todas as atividades obteve-se um cenário para o tempo total consumido por projeto.

Realizou-se então, 10,000 cenários, e, pelo teorema do Limite Central, a média desses valores foi considerado como a média da distribuição normal do tempo consumido por projeto. Assim sendo, o tempo consumido no projeto será uma distribuição normal, onde a média dessa distribuição segue a seguinte fórmula, com base nas simulações:

$$TTC = \sum(t_{Ai} + t_{Bi} + \dots + t_{Mi} + t_{Ni}) / 10000 \quad (12)$$

Onde:

- t_{Ai} = tempo simulado i para a atividade A;
- t_{Bi} = tempo simulado i para a atividade B;
- t_{Mi} = tempo simulado i para a atividade M;
- t_{Ni} = tempo simulado i para a atividade N; e
- i variando de 1 à 10,0000.

7.4.3. Tempo Consumido X Tempo de Execução

Entretanto, vale ressaltar que o tempo consumido não é o mesmo que o tempo de execução do projeto, pois muitas atividades são realizadas paralelamente e, enquanto o tempo consumido é obtido somando-se o tempo de todas as atividades, o tempo de execução leva em consideração apenas as atividades de maior duração dentre as atividades que ocorrem em paralelo.

O tempo de execução pode ser obtido utilizando-se o método CPM-PERT de programação. Dessa forma, primeiramente, deve-se definir bem as atividades, em seguida, definem-se as atividades precedentes de cada atividade e desenha-se a rede.

A fim de ilustrar a diferença entre os dois tempos será demonstrado o cálculo do tempo de execução do projeto com os tempos prováveis de cada atividade. Assim, primeiramente, definiram-se os relacionamentos entre as atividades. A tabela a seguir ilustra os relacionamentos de precedência:

EXECUÇÃO DO PLANO

ID	Atividade	Precedência	Duração Atual		
			Otimista	Provável	Pessimista
A	Definição Projeto	-	0.5	1	2
B	Realização do Ante-Projeto de Estruturas	A	10	12	16
C	Otimização do Projeto	A	2	8	12
D	Reuniões para Ajustes	B,C	0.5	1	2
E	Remodelagem dos Cálculos das Estruturas	D	2	5	6
F	Reuniões para Ajustes Finais	E	1	2	4
G	Detalhamento das Formas	F	19	24	36
H	Verificação dos Cálculos, Formas e outros Pré-Executivos	G	0.5	1	4
I	Verificação dos Cálculos e Armações	H	18	24	30
J	Detalhamento das Vigas	I	42	48	54
K	Detalhamento das Lajes	I	10	12	14
L	Detalhamento das Pilares	I	4	6	12
M	Detalhamento dos Blocos e Escada	I	1	2	4
N	Conciliação Final	J,K,L,M	13	20	28
Total			123.5	166	224

Tabela 13. Identificação das Atividades e suas Precedências. Elaborado pelo autor.

Com base na tabela acima, foi construída a representação do projeto através do diagrama de flecha ou arcos (ADM):

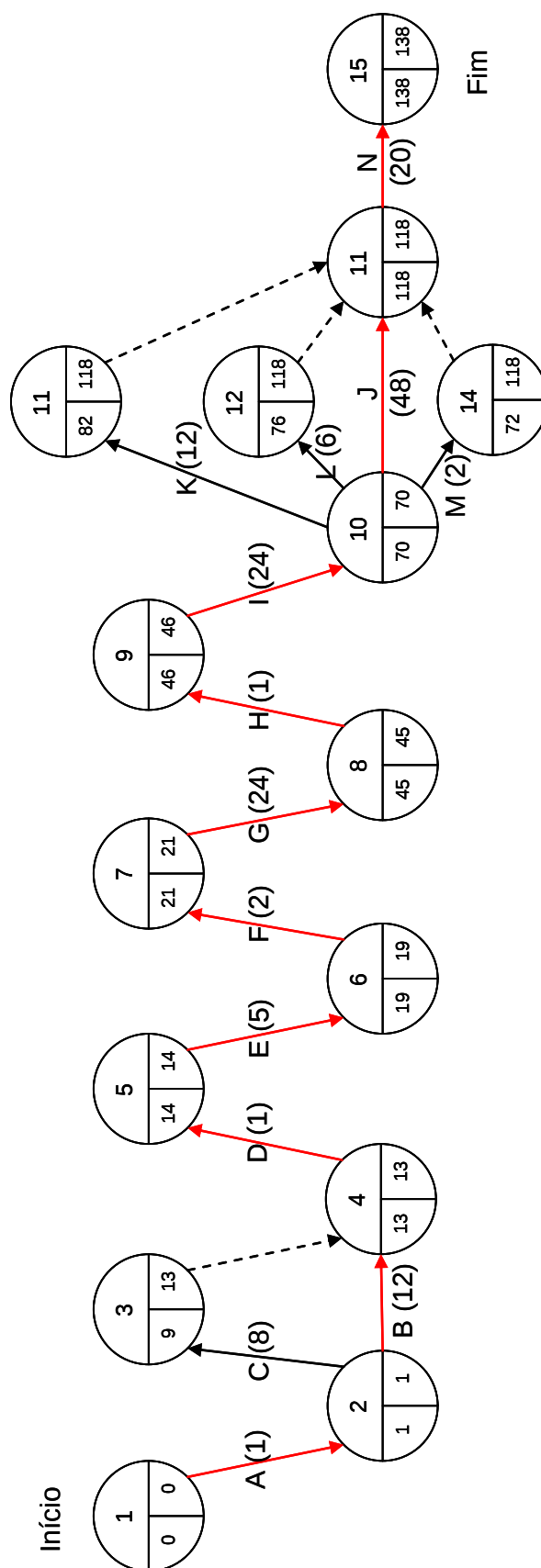


Ilustração 28. Representação do Projeto através da ADM e Caminho Crítico. Elaborado pelo autor.

EXECUÇÃO DO PLANO

Verifica-se então o caminho crítico de um projeto, linha vermelha, considerando os tempos prováveis de duração de 138 dias. Entretanto, a quantidade de dias consumidos no projeto é de 166. E, como Cálculos possui mais de um projeto em andamento, é importante utilizar a última métrica para poder identificar a quantidade de projetos que a empresa poderia realizar atualmente com a mão-de-obra disponível.

Porém, é importante ressaltar que esse cálculo só pode ser realizado se considerarmos que todos os 8 funcionários da empresa e o dono são capazes de realizar todas as atividades, o que não é a realidade da empresa atualmente.

Dessa forma, para realizar tal cálculo, precisa-se primeiro verificar quantos projetos podem ser realizados ao ano considerando a atividade gargalo, pois pode ocorrer que esse gargalo atrapalhe o desempenho dos funcionários e estes fiquem ociosos. Como para todas as atividades da empresa existe mais de uma pessoa capaz de executá-la, com exceção da atividade B, considera-se que essa é a atividade gargalo. Assim sendo, a quantidade de projetos possíveis de serem realizados deve seguir a seguinte fórmula:

$$QPP = \text{MINIMO}(252/T_{PB}; TD/TTC) \quad (13)$$

Onde:

- QPP = Quantidade de projetos possíveis a serem realizados no anos;
- T_{PB} = Tempo pessimista da atividade B;

Portanto, como será apresentado a seguir, o menor dentre os dois valores é justamente a segunda parte da fórmula. Assim sendo, é possível verificar que caso a empresa contrate mais funcionários para executar todas as outras atividades com exceção da atividade B, a empresa conseguirá realizar mais projetos.

7.4.4. Simulações dos tempos

Neste item, serão apresentadas as simulações realizadas conforme enunciado nos itens anteriores.

Primeiramente, foi calculado o tempo de trabalho consumido para a realização de um projeto, para tanto, realizou-se 10,000 simulações para cada atividade. Vale ressaltar que, para as simulações foram utilizadas a unidade minutos ao invés de dias, considerando que um dia possui 480 minutos. Além disso, para a simulação foi utilizada a função geradora de números

EXECUÇÃO DO PLANO

aleatórios do programa *Microsoft Excel*, assim como para todos cálculos realizados. Segue a seguir uma planilha representativa da atividade A e as 10,000 simulações.

P8										
= (2*O8*(P\$4-P\$3)/P\$5)+P\$4*P\$3+P\$2*P\$4-P\$2*P\$3										
	M	N	O	P	Q	R	S	T		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
9977										
9978										
9979										
9980										
9981										
9982										
9983										
9984										
9985										
9986										
9987										
9988										
9989										
9990										
9991										
9992										
9993										
9994										
9995										
9996										
9997										
9998										
9999										
10000										
10001										
10002										
10003										
10004										
10005										
10006										
10007										
10008										

Ilustração 29. Apresentação da simulação realizada para a atividade A. Elaborado pelo autor.

Com base nas 10,000 simulações de cada atividade, obteve-se 10,000 cenários diferentes para o tempo de trabalho consumido no projeto. Segue a distribuição dos resultados obtidos:

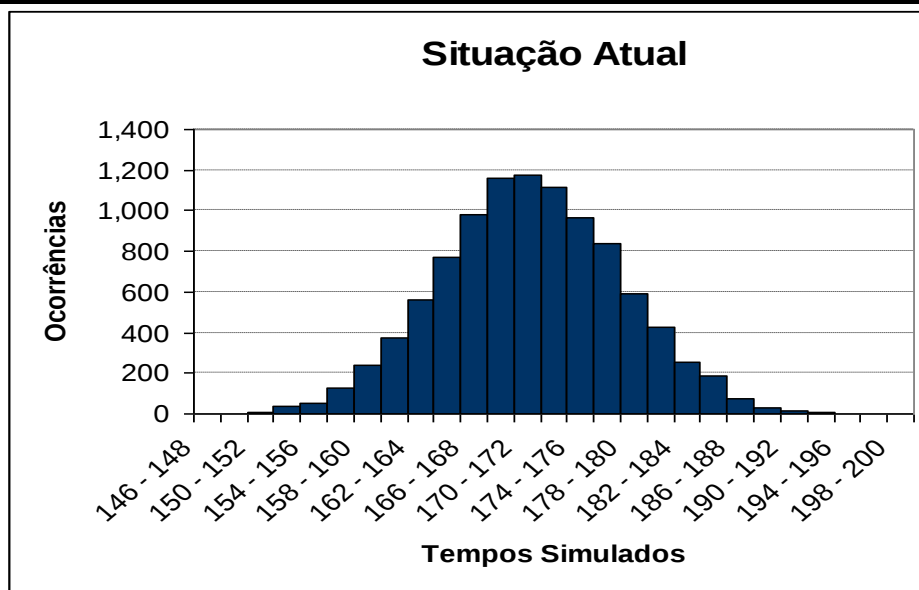


Gráfico 6. Histograma dos resultados da simulação com os tempos atuais. Elaborado pelo autor.

Pelo Teorema do Limite Central, pode-se considerar que essa variável possui uma distribuição normal de média 171.27 e desvio-padrão 6.72.

Dessa forma, substituindo o menor tempo obtido na simulação na equação (13), obtém-se a quantidade de projetos possíveis de serem realizados é:

$$QPP = \text{MÍNIMO}(252/T_{PB} ; TD/TTC) \Rightarrow \quad (14)$$

$$QPP = \text{MÍNIMO}(252/16; 2100/149.07) \Rightarrow \quad (15)$$

$$QPP = 2100/149.07 = 14.09 \quad (16)$$

Dessa forma, pode-se afirmar que a quantidade de projetos realizados na empresa segue a fórmula (9), onde o tempo de trabalho consumido é uma variável de distribuição normal com média 171.27 e desvio padrão 6.72.

Para a simulação do tempo consumido no projeto após a implantação do servidor, considerou-se uma redução na frequência de erros dos desenhistas de 40% para 10%, conforme apresentado anteriormente (veja item 5.3). Os ganhos de eficiência devem ser obtidos nas atividades I, J, K, L, M e N. E deve seguir os cálculos apresentados no APÊNDICE C. Assim, o ganho de eficiência é de 1,14.

Com base nesse ganho de produtividade, obteve-se uma nova tabela de tempos das atividades, a qual é apresentada a seguir:

EXECUÇÃO DO PLANO

ID	Atividade	Precedência	Duração após implantação			
			Otimista	Provável	Pessimista	Redução
A	Definição Projeto	-	0.5	1	2	1
B	Realização do Ante-Projeto de Estruturas	A	10	12	16	1
C	Otimização do Projeto	A	2	8	12	1
D	Reuniões para Ajustes	B,C	0.5	1	2	1
E	Remodelagem dos Cálculos das Estruturas	D	2	5	6	1
F	Reuniões para Ajustes Finais	E	1	2	4	1
G	Detalhamento das Formas	F	19	24	36	1
H	Verificação dos Cálculos, Formas e outros Pré-Executivos	G	0.5	1	4	1
I	Verificação dos Cálculos e Armações	H	15.8	21	26.3	1.14
J	Detalhamento das Vigas	I	36.8	42	47.3	1.14
K	Detalhamento das Lajes	I	8.8	10.5	12.3	1.14
L	Detalhamento das Pilares	I	3.5	5.3	10.5	1.14
M	Detalhamento dos Blocos e Escada	I	0.9	1.8	3.5	1.14
N	Conciliação Final	J,K,L,M	11.4	17.5	24.5	1.14
Total			112.7	152.1	206.4	

Tabela 14. Novos tempos das atividades após a implantação do servidor. Elaborado pelo autor.

Assim, realizando os mesmos cálculos para as durações atuais, foi realizada a simulação para os tempos após a implantação do servidor. Dessa forma, a variável tempo de trabalho consumido após a implantação do servidor possui distribuição normal de média 157.15 e desvio-padrão de 6.26. Os resultados da simulação são apresentados a seguir:

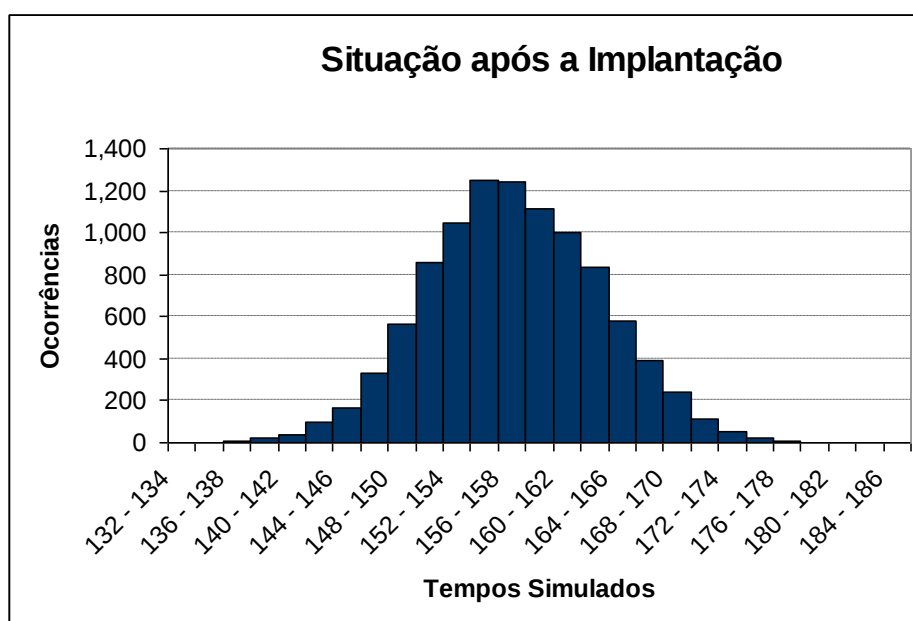


Gráfico 7. Histograma dos resultados da simulação com os novos tempos. Elaborado pelo autor.

7.4.5. Simulações do ganho anual

Tomando como base os valores obtidos no item anterior, pode-se simular (utilizando novamente o método de Monte Carlo) o ganho anual obtido com a implantação do servidor. A metodologia utilizada para a simulação do ganho anual está apresentada no APÊNDICE D.

EXECUÇÃO DO PLANO

Assim, o ganho anual obtido com a implantação do servidor será uma variável com distribuição normal de média R\$43,892.97 e desvio padrão de R\$283.06. Segue a distribuição encontrada com a simulação.

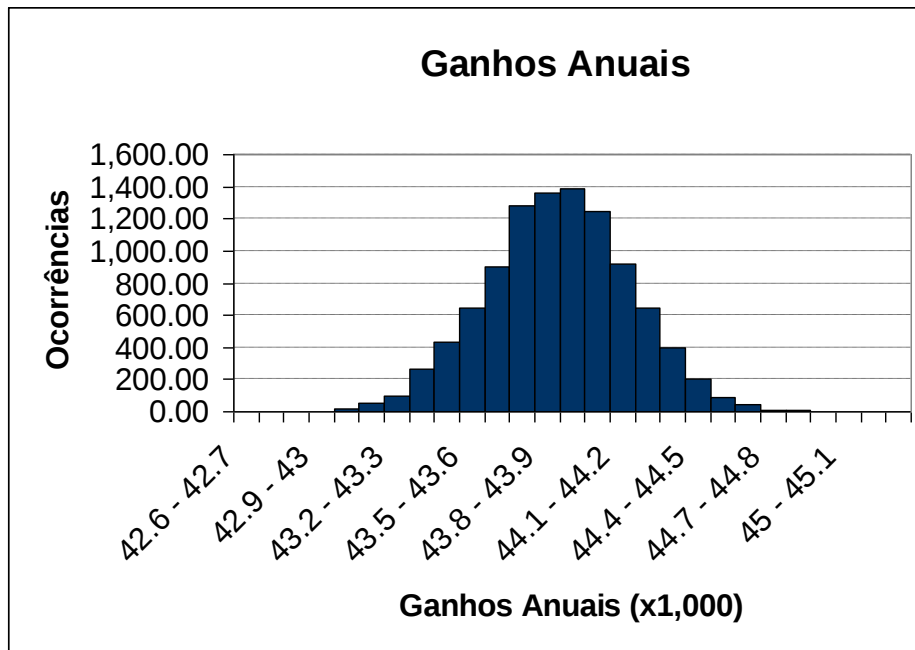


Gráfico 8. Histograma dos resultados da simulação da receita. Elaborado pelo autor.

7.4.6. Teste de hipótese para a análise de viabilidade econômica

Com base na distribuição obtida no item anterior, será realizado um teste de hipótese para tentar verificar se os ganhos anuais obtidos são significativamente maiores do que os ganhos mínimos exigidos para que o valor presente líquido do investimento seja zero.

Caso seja possível confirmar tal hipótese, pode-se dizer que o investimento é viável e deve ser realizado.

Dessa forma, analisou-se duas situações. Na primeira, foram considerados fluxos de caixa positivo perpétuos. E na segunda, imaginou-se um ganho apenas no primeiro ano, apenas para a verificação da possibilidade de se reaver o investimento no primeiro ano.

Para ambos os casos, será realizado o teste de hipótese apresentado a seguir:

$$H_0: \mu \leq GM$$

$$H_1: \mu > GM$$

Onde:

- GM = Ganho mínimo
- $Z_{\text{CALCULADO}} = (\mu - GM) / (\text{Desvio-Padrão} / \sqrt{10,000})$
- $\alpha = 0.05\%$

EXECUÇÃO DO PLANO

Assim, para o primeiro caso, o ganho anual mínimo segue a função de fluxo de caixa perpétuo:

$$GM = \text{Investimento} \times \text{Taxa de desconto} \quad (17)$$

Com base nesses dados, têm-se os seguintes valores de entrada:

Investimento	8,455.00
Selic	11.5%
% do Selic	110.0%
Taxa de Desconto	12.7%
Ganho Mínimo	1,069.56
Média do Ganho Anual	43,892.97
Desvio-Padrão	283.06
n	10,000.00

Tabela 15. Dados de entrada para o teste de hipótese de fluxo perpétuo. Elaborado pelo autor.

O teste de hipótese é apresentado a seguir:

TESTE DE HIPÓTESE PERPÉTUO	
H0: $\mu \leq 1,069.56$	
H1: $\mu > 1,069.56$	
α	0.05%
z calculado	15,128.61
z crítico	3.29
z calculado > z crítico	Rejeita H0

Ilustração 30. Teste de Hipótese para fluxo perpétuo. Elaborado pelo autor.

Dessa forma, rejeita-se H0, com o grau de significância adotado e pode-se supor que, imaginando um ganho perpétuo, o investimento é atrativo e deve ser realizado.

No segundo caso, o ganho mínimo anual é obtido levando a valor futuro o investimento a ser realizado na taxa de desconto. Os dados de entrada são apresentados a seguir:

Investimento	8,455.00
Selic	11.5%
% do Selic	110.0%
Taxa de Desconto	12.7%
Ganho Mínimo no Ano	9,524.56
Média do Ganho Anual	43,892.97
Desvio-Padrão	283.06
n	10,000.00

Tabela 16. Dados de entrada para o teste de hipótese de fluxo de um ano. Elaborado pelo autor.

Os resultados do segundo teste de hipótese estão apresentados a seguir:

EXECUÇÃO DO PLANO

TESTE DE HIPÓTESE 1 ANO	
H0: $\mu \leq 9,524.56$	
H1: $\mu > 9,524.56$	
α	0.05%
z calculado	12,141.64
z crítico	3.29
z calculado > z crítico	Rejeita H0

Ilustração 31. Teste de Hipótese para fluxo de um ano. Elaborado pelo autor.

Assim da mesma forma que no primeiro caso, rejeita-se H0 e pode-se afirmar que, com o grau de significância adotado, o investimento realizado já será recuperado no primeiro ano após a implantação.

Portanto, pode-se afirmar que o investimento realizado é viável e deve ser realizado.

7.5. Resumo

Neste capítulo, foi apresentada a execução do plano definido no capítulo anterior. Dessa forma, o capítulo foi estruturado da seguinte maneira: primeiramente, foram analisadas as características do servidor a ser implantado na empresa, em seguida, realizou-se uma avaliação de possíveis servidores a serem implantados e, finalmente, foi selecionado o melhor servidor para a empresa.

Na última parte deste capítulo, foi realizada uma análise da viabilidade econômica do investimento a ser realizado. Primeiramente, calculou-se o ganho de eficiência estimado para a empresa e, em seguida, estimou-se o ganho de receita que a solução ofereceria. Durante essas etapas, algumas simulações foram realizadas, porém, como a empresa trabalha com projetos e esses são sempre únicos, trabalhou-se com estimativas apresentadas pelos funcionários mais experientes da empresa. Por fim, realizou-se um teste de hipótese a fim de confirmar a viabilidade econômica.

O resultado obtido é que a solução proposta para o problema é extremamente viável e que o ganho obtido com a solução no primeiro ano já é suficiente para cobrir o investimento realizado.

8. CONCLUSÃO

8.1. Resultados obtidos

A proposta da solução para o problema de perda de *market share* foi a melhoria dos sistemas de informação da empresa. Para tanto, foram selecionados fornecedores para a implantação do novo servidor.

A solução proposta para a solução do problema trouxe uma redução nos prazos de entrega dos projetos, o que, conseqüentemente, possibilitou à empresa realizar mais projetos. Dessa forma, a receita anual da empresa aumentou em aproximadamente R\$44,000 anuais, e os custos e despesas se mantiveram praticamente constantes. A proposta da solução envolve um investimento inicial de R\$8,455.

Além dos ganhos financeiros obtidos, Cálculos obterá ganhos indiretos com o aumento da qualidade percebida pelos clientes, o que melhorará a imagem da mesma. Acredita-se que, com a proposta de melhoria, a empresa conseguirá, ao menos, reduzir a perda de *market share*.

8.2. Dificuldades encontradas

Durante a realização do presente trabalho, diversas foram as dificuldades encontradas. Dentre elas estava a obtenção de dados, pois pelo fato da empresa ser familiar, ela possui poucos pontos de verificação e quase não existem dados para serem trabalhados.

Além disso, como a empresa lida com projeto e não uma linha de produção de um mesmo produto, é difícil a comparação de um projeto com o outro. Logo, a fim de se contornar tal situação, fez-se uso de simulações.

Finalmente, a dificuldade que mais prejudicou o andamento do trabalho foi a resistência dos funcionários quanto ao fornecimento de informações para a realização do trabalho. Dessa forma, a obtenção das informações foi extremamente difícil, o que atrapalhou bastante o desenvolvimento do trabalho.

8.3. Próximos passos

Os próximos passos para o trabalho são, principalmente, a execução do plano proposto para Cálculos, ou seja, a implantação do novo servidor. Em seguida, devem-se realizar verificações sobre a quantidade de erros nos detalhamentos, para assegurar que a proposta de solução foi efetiva para o problema.

Essas verificações deverão ser realizadas através dos gráficos de controle, nos moldes do gráfico linear apresentado anteriormente. Deve-se observar, se ocorre realmente uma redução dos problemas de 40% para algo em torno de 10%. Dessa forma, a terceira etapa do ciclo PDCA estará completa, o **controle**.

Finalmente, a última etapa do ciclo PDCA é a **ação**, quando devem ser criados procedimentos-padrões para o *upload* e o *download* de documentos no servidor.

É importante ressaltar que o ciclo PDCA aplicado no presente trabalho, poderá ser aplicado para a solução de qualquer problema.

8.4. Resumo

O trabalho de formatura, requisito para a obtenção do diploma de engenheiro de produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, foi realizado numa empresa de projetos e desenhos de estruturas de edificações. O problema a ser solucionado na empresa foi a redução contínua de *market share* sofrida nos últimos anos.

Para a solução do problema, foi primeiramente realizada uma revisão da literatura, quanto as ferramentas e técnicas que auxiliaram no desenvolvimento das análises, apresentadas no capítulo 2.

Em seguida, no capítulo 3, foram apresentados os processos realizados na empresa, os quais foram utilizados como base nas análises posteriores.

No capítulo 4, identificou-se quais eram as características dos serviços que, levando em consideração as qualidades exigidas pelos clientes, estavam com desempenho abaixo dos concorrentes. Para tanto, foram utilizadas os métodos QFD e a matriz de desempenho vis à vis importância. A característica encontrada foi o tempo de detalhamento muito maior do que o dos concorrentes.

No capítulo 5, identificou-se a real causa para o maior tempo de detalhamento, qual seja, o alto nível de retrabalho que por sua vez, era resultado do uso de versões antigas para o

detalhamento das peças estruturais. O motivo para o uso de versões antigas era que o servidor utilizado pela empresa era também utilizado como área de trabalho do dono da empresa. Para a identificação dessas causas foram utilizadas algumas das 7 ferramentas básicas da qualidade.

No capítulo 6, foi apresentada a análise do sistema de informação da empresa, bem como a proposta de melhoria do mesmo. A proposta consistia na instalação de um novo servidor voltado apenas para a armazenagem de arquivos.

Finalmente, no capítulo 7, foi apresentada a execução da proposta de melhoria, que consistiu na seleção de um fornecedor para o novo servidor. Em seguida, foi elaborada uma análise dos ganhos obtidos com a implantação desse servidor, por meio da simulação da atual duração do projeto e da nova duração do projeto após essa modificação. Com base nesses dados, pode-se quantificar os ganhos econômicos obtidos com o ganho de eficiência, o que gerou um variável com distribuição normal. Por fim, com o intuito de validar a viabilidade econômica da proposta, foi executado um teste de hipótese que confirmaria essa viabilidade.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, considerando que, caso implantasse a solução, a empresa obteria um ganho anual aproximado de R\$48,000, realizando um investimento inicial de apenas R\$8,455. Além disso, os ganhos indiretos obtidos com a melhora da imagem da empresa perante seus clientes é extremamente relevante e importante.

Portanto, o trabalho de formatura, foi extremamente benéfico tanto para a empresa quanto para o autor, uma vez que, para a primeira, os ganhos econômicos que podem ser obtidos aumentarão sua lucratividade, tornando-a mais competitiva no mercado. Já para o autor, o trabalho foi benéfico, pois conseguiu colocar em prática algumas das teorias e ferramentas aprendidas ao decorrer do curso de engenharia de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA NETTO, C. A. **Notas de aula para disciplina de graduação do departamento de Engenharia de Produção, PRO2420 - Gestão de Operações de Serviços.**

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CARVALHO, M. M; RABECHINI JR, R. **Construindo Competências para Gerenciar Projetos: teoria e casos.** São Paulo: Altas, 2009.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. **QFD – Desdobramento da função da qualidade.** São Paulo: Blucher, 2010.

CORRAR, L. J. O Modelo Econômico da Empresa em Condições de Incerteza: Aplicação do Método de Simulação de Monte Carlo. **FIPECAFI**, São Paulo, 1993. Disponível em: <<http://www.eac.fea.usp.br/cadernos/completos/cad08/modelo.pdf>>. Acesso em setembro de 2011.

COSTA NETO, P. L. O. **Estatística.** São Paulo: Blücher, 2002.

EHRlich, P. J. **Engenharia Econômica - Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento.** São Paulo: Atlas, 2005.

FRANCISCHINI, P. G. **Notas de aula para disciplina de graduação do departamento de Engenharia de Produção, PRO2420 - Movimentação e Armazenagem de Materiais**

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira.** São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

RAMOS, A. W. **Controle da Qualidade.** São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção da EPUSP, 1999. Apostila para disciplina de graduação do departamento de Engenharia de Produção, PRO-2712 – Controle da qualidade.

SECOVI. São Paulo. Apresenta dados sobre o mercado imobiliário da cidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.secovi.com.br/pesquisas-e-indices/indicadores-do-mercado/>>. Acesso em junho de 2011.

ANEXO A – 7 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Baseando-se em Ramos (1999), serão apresentadas as sete ferramentas básicas da qualidade.

1. Diagrama de Pareto

É uma forma de descrição gráfica onde se procura identificar quais itens são responsáveis pela maior parcela dos problemas. Segue um exemplo do diagrama de Pareto:

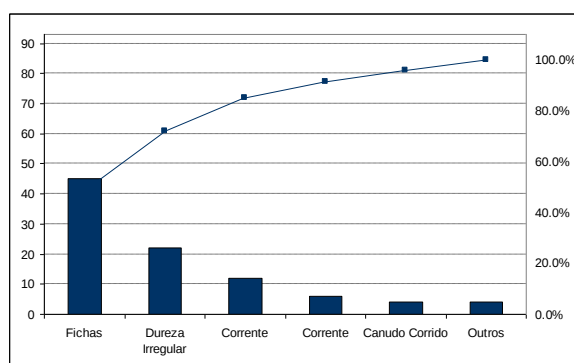


Ilustração 32. Diagrama de Pareto. Adaptado de Ramos (1999).

2. Diagrama de Causa e Efeito

Com o diagrama de causa e efeito é possível identificar uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas.

As chamadas causas principais de problemas devem ser agrupadas nos itens abaixo:

- Mão de obra (ou pessoas)
- Materiais (ou pessoas)
- Máquinas (ou equipamentos)
- Métodos
- Meio ambiente
- Medição

Segue a forma como deve-se apresentar o diagrama:

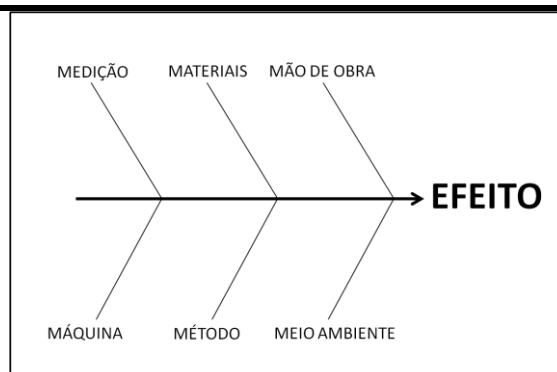


Ilustração 33. Diagrama de Causa e Efeito. Adaptado de Ramos (1999).

3. Lista de Verificação

A lista de verificação permite uma coleta de dados organizada, facilitando a sua análise e interpretação. Segue uma ilustração da lista de verificação:

Voltagem	Contagem
1,65	
1,64	X
1,63	
1,62	XXX
1,61	X
1,60	XXXXX
1,59	XXXXXX XXX
1,58	XXXXXX XXXXXX XX
1,57	XXXXXX XXXXXX
1,56	XXXXXX X
1,55	XX
1,54	X
1,53	
1,52	XX
1,51	X
1,50	

Ilustração 34. Lista de Verificação. Adaptado de Ramos (1999).

4. Histograma

É uma forma de descrição gráfica de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência.

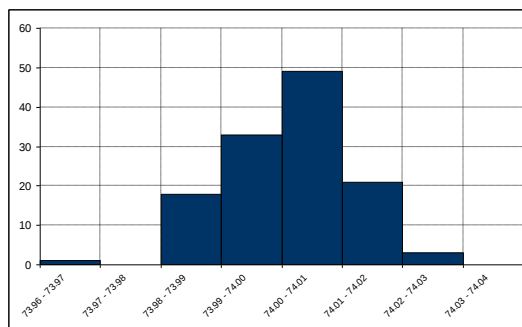


Ilustração 35. Histograma. Adaptado de Ramos (1999).

5. Diagrama de Dispersão

Visa identificar se existe uma tendência de variação conjunta (correlação) entre duas ou mais variações.

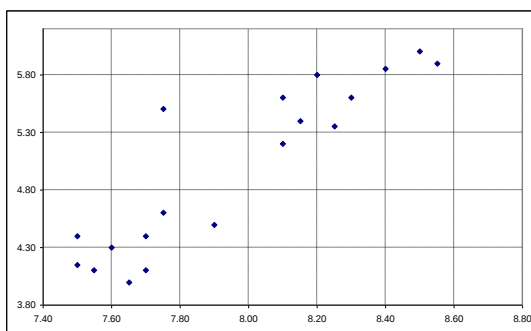


Ilustração 36. Diagrama de Dispersão. Adaptado de Ramos (1999).

6. Gráfico Linear

Permite que seja avaliada a evolução de um conjunto de dados ao longo do tempo (serie temporal).

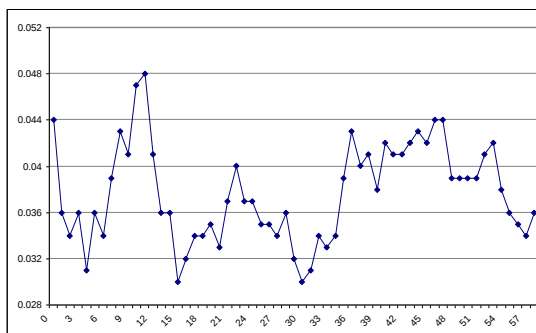


Ilustração 37. Gráfico Linear. Adaptado de Ramos (1999).

7. Gráfico de Controle

Permite avaliar se o comportamento de um processo, em termos de variação, é (ou não) previsível.

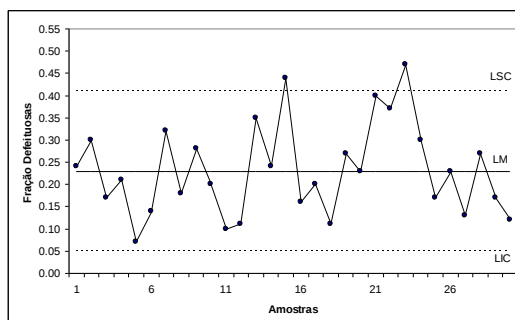


Ilustração 38. Gráfico de Controle. Adaptado de Ramos (1999).

ANEXO B – TESTE DE HIPÓTESE

O teste de hipótese é um método para verificar se os dados são compatíveis com alguma hipótese, podendo em alguns casos levar à rejeição da hipótese. É baseado na análise de amostras e usado para avaliar determinados parâmetros desconhecidos da população. Dessa forma, supõe-se que exista uma hipótese, a qual será considerada válida até que se prove o contrário. A hipótese considerada válida é usualmente denominada de H_0 e a hipótese complementar H_1 .

Conceitos Fundamentais

De acordo com Costa Neto (2002), existem dois tipos de erros que podem ser cometidos no teste de hipótese são eles:

- Erro Tipo I: rejeitar H_0 , sendo H_0 verdadeira;
- Erro Tipo II: aceitar H_0 , sendo H_0 falsa.

As probabilidades desses dois tipos de erros são respectivamente denominadas por α e β . Dessa forma, os possíveis resultados do teste de hipótese estão apresentados a seguir:

Possíveis Resultados			
Possíveis Resultados		Realidade	
		H_0 verdadeira	H_0 falsa
Decisão	Aceitar H_0	Decisão correta ($1-\alpha$)	Erro Tipo II β
	Rejeitar H_0	Erro Tipo I α	Decisão Correta ($1 - \beta$)

Ilustração 39. Possíveis resultados do teste de hipótese. Adaptado de Costa Neto (2002), p. 86.

Testes de uma média populacional

Quando o desvio-padrão da população não é conhecido, deve-se utilizar a distribuição *t-student* para realizar o teste de hipótese. Entretanto, pelo Teorema do Limite Central, tem-se que caso a amostra seja suficientemente grande, pode-se utilizar a distribuição normal para os cálculos. Como no presente trabalho serão utilizadas amostras suficientemente grandes, será apenas apresentado o teste de hipótese para desvios-padrão conhecidos, que utilizam a distribuição normal para os cálculos.

Para qualquer teste de hipótese, deve-se definir o nível de significância, o α , que nada mais é do que a porcentagem de ocorrer o erro do tipo I e que é aceitável nesses níveis cometer tal erro. Com base nesse valor, pode-se definir o chamado Z_{α} , através da tabela de distribuição normal padrão, apresentada no ANEXO F. Chama-se este valor então de $Z_{\text{CRÍTICO}}$. Além disso, deve-se calcular outro valor, chamado aqui de, $Z_{\text{CALCULADO}}$, que segue a seguinte fórmula:

$$z_{\text{calculado}} = \frac{\text{Média da Amostra} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} \quad (18)$$

Onde:

μ_0 = valor que se deseja comparar

σ = desvio-padrão para amostras suficientemente grandes

n = tamanho da amostra

Assim, este teste de hipótese pode ser de 3 tipos, seguindo a seguinte tabela:

Hipóteses	Rejeita-se H0 se
H0: $\mu = \mu_0$ H1: $\mu < \mu_0$	$z < -z_{\alpha}$
H0: $\mu = \mu_0$ H1: $\mu > \mu_0$	$z > z_{\alpha}$
H0: $\mu = \mu_0$ H1: $\mu \neq \mu_0$	$ z > z(\alpha/2)$

Tabela 17. Teste de uma média com σ conhecido. Adaptado de Costa Neto (2002), p. 91.

ANEXO C – REPRESENTAÇÕES DO PROJETO

De acordo Carvalho e Rabechini Jr. (2009), existem diferentes tipos de se representar um projeto, dentre elas o diagrama de precedência (PDM – Preceding Diagramming Method); o diagrama de flecha ou arcos (ADM – Arrow Diagramming Method) e o diagrama condicional (CDM – Conditional Diagramming Method)

Método PDM

Representa as atividades nos nós, por retângulos e as relações de precedência são estabelecidas nas setas, também conhecida como método francês.

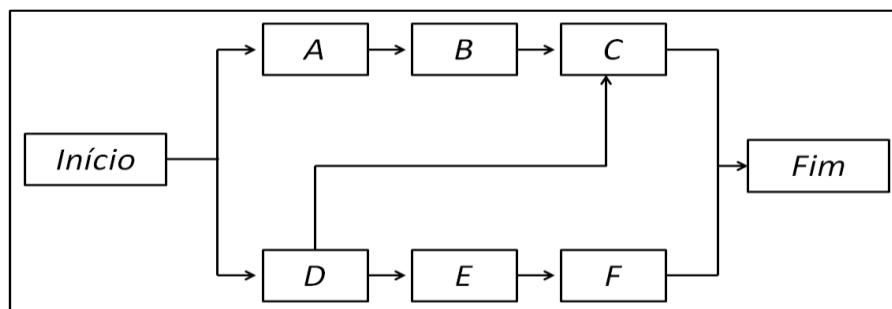


Ilustração 40. Exemplo de diagramas PDM. Adaptado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 148.

Método ADM

As atividades são representadas nas flechas e os eventos nos nós. Esta forma de representação também é conhecida como método americano.

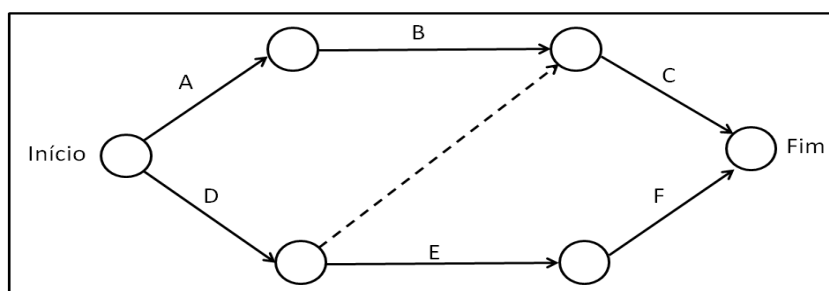


Ilustração 41. Exemplo de diagramas ADM. Adaptado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 150.

Para elaboração deste tipo de representação, algumas regras devem ser seguidas, conforme tabela a seguir:

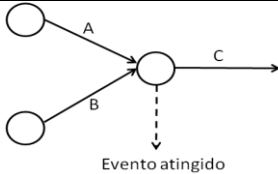
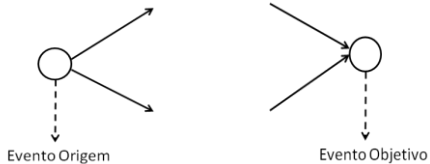
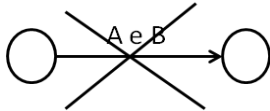
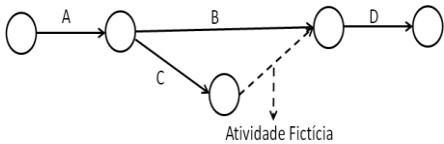
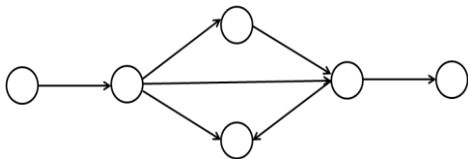
Regra	Ilustração
Um evento é considerado atingido quando todas as atividades que convergem para ele forem concluídas.	
Existe sempre um evento Origem e um Evento Objetivo/destino. Todas as atividades que não tem precedência partem do evento origem.	
Entre 2 eventos sucessivos deve existir somente um atividade.	
Atividade Fantasma ou Fictícia não consome tempo nem recurso e são utilizadas quando as relações lógicas de dependência não podem ser representadas corretamente com as setas as atividades normais.	
Não devem existir loops, desvios condicionados ou ciclos fechados.	

Tabela 18. Regras para a elaboração do ADM. Adpatado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 150.

Método CDM

Nesta forma de representação são permitidos loops e desvios condicionados, os quais não são permitidos tanto no PDM como no ADM.

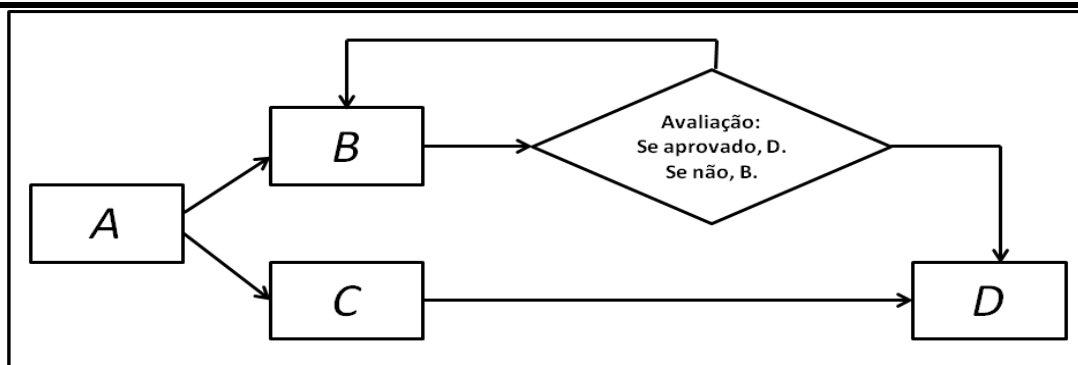


Ilustração 42. Exemplo de um diagrama condicional. Adaptado de Carvalho e Rabechini Jr. (2009), p. 151.

Programação utilizando CPM

Uma vez que as estimativas de recursos e durações estejam definidos, é possível programar a rede do projeto e determinar quando os recursos são necessários. O CPM utiliza a lógica de programação para frente, que obtém a data mais cedo de início de cada atividade e para trás, que obtém a data mais tarde término de cada atividade. Para obter estas datas do cronograma do projeto, deve-se adotar as seguintes equações, respectivamente:

- Equação programação para frente

$$T_j = \max_i (t_i + d_{ij}) \quad (19)$$

Onde :

t_i = data mais cedo dos eventos i predecessores imediatos;

d_{ij} = duração das atividades (i,j) predecessoras imediatas.

- Equação programação para trás

$$T_i = \min_j (T_j + d_{ij}) \quad (20)$$

Onde:

T_i = data tarde dos eventos i ;

D_{ij} = duração das atividades (i,j) .

Uma vez calculadas as datas cedo e tarde, é possível determinar a primeira e a ultima chance de programação de cada atividade, bem como calcular as suas folgas. As atividades que não possuírem folgas compõem o caminho critico.

ANEXO D – TEOREMA DO LIMITE CENTRAL

O teorema do limite central afirma, de acordo com Costa Neto (2002), “[...] que sob condições bastante gerais, uma variável aleatória, resultante de uma soma de n variáveis aleatórias independentes, no limite, quando n tende ao infinito, tem distribuição normal.”.

ANEXO E – AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Valor Presente Líquido (VPL)

De acordo com Ehrlich (2005), a rentabilidade de um investimento deve ser considerada analisando o valor do dinheiro no tempo. Para tanto é necessário definir um custo de oportunidade do capital, que depende das oportunidades existentes. Dessa forma, o custo de oportunidade do capital pode ser um investimento em renda fixa, em títulos privados ou públicos, podendo variar quanto à porcentagem em relação a taxa referencial da economia.

Dessa forma, a análise de um determinado projeto pode ser avaliado trazendo todos os ganhos futuros que serão obtidos com o projeto e os custos adicionais à valor presente descontados ao custo de oportunidade. Finalmente soma-se este valor ao investimento do projeto e caso o resultado seja positivo, o projeto é considerado viável.

Assim sendo, temos a seguinte fórmula:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+r)^t} \quad (21)$$

Onde:

A_t = fluxo de caixa no período t ;

t = períodos;

n = número de períodos; e

r = taxa de desconto.

Valor presente de uma perpetuidade (VPP)

De acordo com Gitman (2007, p. 147), “uma perpetuidade é uma anuidade com duração infinita. Em outras palavras, trata-se de uma anuidade que nunca pára de gerar fluxo de caixa para seu titular ao final de cada ano [...]”. O VPP pode ser calculado da seguinte forma:

$$VPP = \frac{A_p}{r} \quad (22)$$

Onde:

A_p = fluxo de caixa perpétuo; e

r = taxa de desconto.

ANEXO F - TABELA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL

Tabela III – Distribuição Normal Padrão $Z \sim N(0, 1)$ Corpo da tabela dá a probabilidade p, tal que $p = P(0 < Z < Z_c)$											
parte inteira e primeira decimal de Z_c	Segunda decimal de Z_c										parte inteira e primeira decimal de Z_c
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0,0	p = 0										0,0
0,1	00000	00399	00798	01197	01595	01994	02392	02790	03188	03586	0,1
0,2	03983	04380	04776	05172	05567	05962	06356	06749	07142	07535	0,2
0,3	07926	08317	08706	09095	09483	09871	10257	10642	11026	11409	0,3
0,4	11791	12172	12552	12930	13307	13683	14058	14431	14803	15173	0,4
0,5	15542	15910	16276	16640	17003	17364	17724	18082	18439	18793	0,5
0,6	19146	19497	19847	20194	20540	20884	21226	21566	21904	22240	0,6
0,7	22575	22907	23237	23565	23891	24215	24537	24857	25175	25490	0,7
0,8	25804	26115	26424	26730	27035	27337	27637	27935	28230	28524	0,8
0,9	28814	29103	29389	29673	29955	30234	30511	30785	31057	31327	0,9
1,0	31594	31859	32121	32381	32639	32894	33147	33398	33646	33891	1,0
1,1	34134	34375	34614	34850	35083	35314	35543	35769	35993	36214	1,1
1,2	36433	36650	36864	37076	37286	37493	37698	37900	38100	38298	1,2
1,3	38493	38686	38877	39065	39251	39435	39617	39796	39973	40147	1,3
1,4	40320	40490	40658	40824	40988	41149	41309	41466	41621	41774	1,4
1,5	41924	42073	42220	42364	42507	42647	42786	42922	43056	43189	1,5
1,6	43319	43448	43574	43699	43822	43943	44062	44179	44295	44408	1,6
1,7	44520	44630	44738	44845	44950	45053	45154	45254	45352	45449	1,7
1,8	45543	45637	45728	45818	45907	45994	46080	46164	46246	46327	1,8
1,9	46407	46485	46562	46638	46712	46784	46856	46926	46995	47062	1,9
2,0	47128	47193	47257	47320	47381	47441	47500	47558	47615	47670	2,0
2,1	47725	47778	47831	47882	47932	47982	48030	48077	48124	48169	2,1
2,2	48214	48257	48300	48341	48382	48422	48461	48500	48537	48574	2,2
2,3	48610	48645	48679	48713	48745	48778	48809	48840	48870	48899	2,3
2,4	48928	48956	48983	49010	49036	49061	49086	49111	49134	49158	2,4
2,5	49180	49202	49224	49245	49266	49286	49305	49324	49343	49361	2,5
2,6	49379	49396	49413	49430	49446	49461	49477	49492	49506	49520	2,6
2,7	49534	49547	49560	49573	49585	49598	49609	49621	49632	49643	2,7
2,8	49653	49664	49674	49683	49693	49702	49711	49720	49728	49736	2,8
2,9	49744	49752	49760	49767	49774	49781	49788	49795	49801	49807	2,9
3,0	49813	49819	49825	49831	49836	49841	49846	49851	49856	49861	3,0
3,1	49865	49869	49874	49878	49882	49886	49889	49893	49897	49900	3,1
3,2	49903	49906	49910	49913	49916	49918	49921	49924	49926	49929	3,2
3,3	49931	49934	49936	49938	49940	49942	49944	49946	49948	49950	3,3
3,4	49952	49953	49955	49957	49958	49960	49961	49962	49964	49965	3,4
3,5	49966	49968	49969	49970	49971	49972	49973	49974	49975	49976	3,5
3,6	49977	49978	49978	49979	49980	49981	49981	49982	49983	49983	3,6
3,7	49984	49985	49985	49986	49986	49987	49987	49988	49988	49989	3,7
3,8	49989	49990	49990	49990	49991	49991	49992	49992	49992	49992	3,8
3,9	49993	49993	49993	49994	49994	49994	49994	49995	49995	49995	3,9
4,0	49995	49995	49996	49996	49996	49996	49996	49996	49997	49997	4,0
4,1	49997	49997	49997	49997	49997	49997	49998	49998	49998	49998	4,1
4,2	49999	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	4,2
4,3											4,3
4,4											4,4
4,5											4,5

Ilustração 43. Tabela de Distribuição Normal Padrão.

Ilustração 44. Exemplo de Ante-Projeto. Fonte: Cálculos.

ANEXO H – CARIMBO DO ANTE-PROJETO

TÍTULO: ANTE-PROJETO DE FORMAS DO PAV. TIPO					
DATA	ESCALA	DES. POR	VISTO	REVISÃO NO.	FOLHA NO.
06-08-09	1:50	J. U.		00	AP1
CONCRETO		AÇO	ARQUIVO		
FCt =	MPa	fyk = 500 MPa 600 MPa	SES-EST-AP-API-FOP-TIP-P00-06-08-09		
MÓDULO DE ELASTICIDADE INICIAL		CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL			
Ect =	MPa	I] - MODERADA - URBANA			
					2.925

Ilustração 45. Carimbo do Ante-Projeto. Fonte: Cálculos.

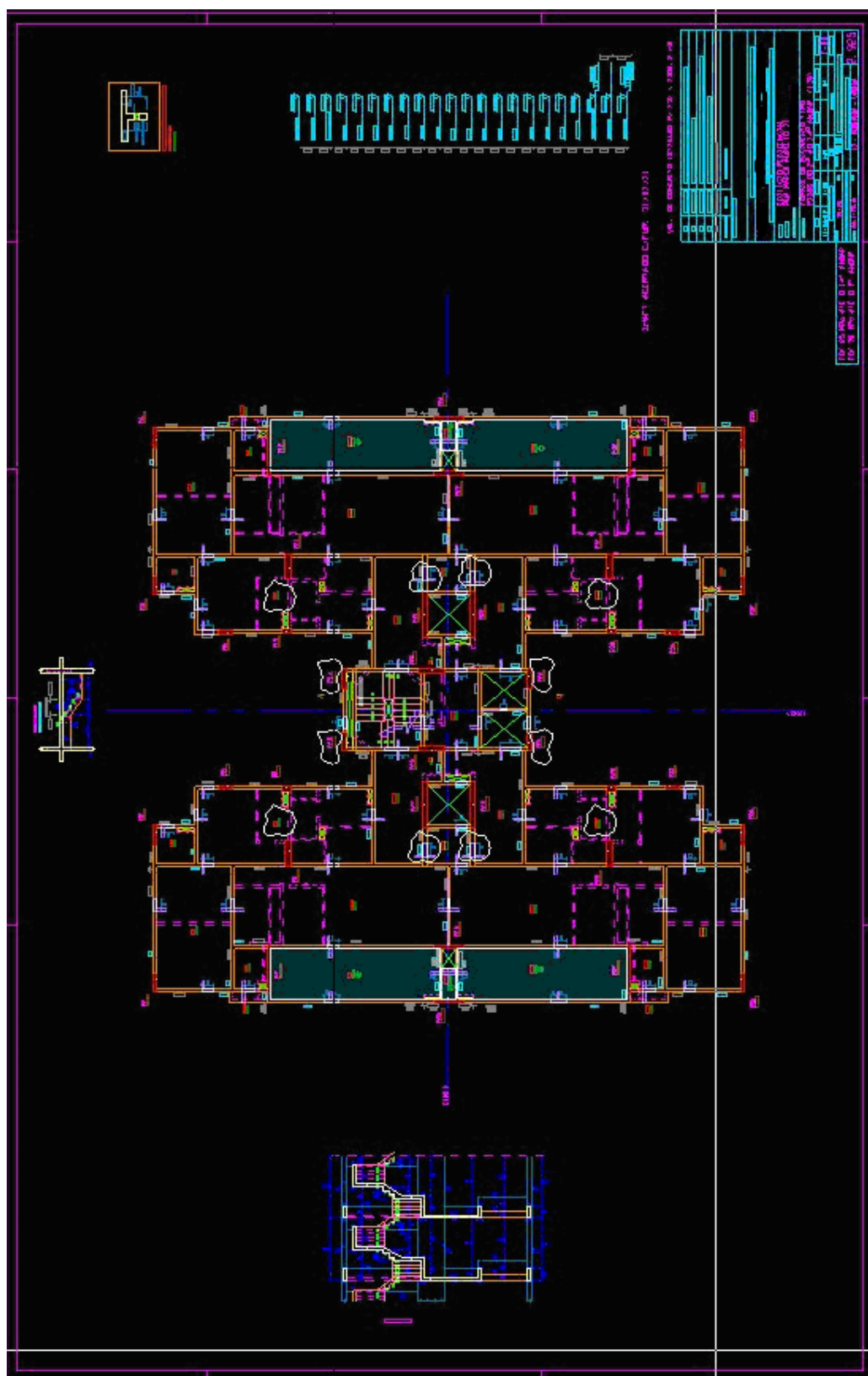
ANEXO I – PRODUTO DA PRÉ-EXECUÇÃO

Ilustração 46. Exemplo de Pré-Executivo. Fonte: Cálculos.

ANEXO J – CARIMBO DA PRÉ-EXECUÇÃO

VOL. DE CONCRETO ESTIMADO P/ 13X = 1331,2 m³

04	18-01-11	INSERIDO O VOL. CONCRETO DO 2º AO 14º (13X)			
03	18-11-10	P13-P14-P25-P26 P/ .../90			
02	17-11-10	V11-V15-V24-V25 P/ 20/63 L6-L7-L24-L25 P/ H=11			
01	07-10-10	ACERTOS DE DIMENSÕES DOS PILARES			
00	11-06-10	EMIÇÃO INICIAL			
REV. No.	DATA	MODIFICAÇÃO			
DET. NESTA FOLHA:					
VERIFICAR AS MEDIDAS NA OBRA TÍTULO: FORMAS DO PAVIMENTO TIPO PISOS DO 2º AO 14º ANDAR (13X)					
DATA	ESCALA	DES. POR	VISTO	REVISÃO No.	FOLHA No.
11-06-09	1:50	NMI		04	F-00
CONCRETO		450	ARQUIVO		OBRA No.
FCR - 30-25	MPa	f _{yk} = 500 MPa 600 MPa	925-EST-FE-F00-FDR-TIP-R04-18-01-11		
MÓDULO DE ELASTICIDADE SECANTE A 0,4 F _{yk}					
ECIS 26.1-23.8	MPa	CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL			
II - MODERADA - URBANA				2.925	

Ilustração 47. Carimbo do Pré-Executivo. Fonte: Cálculos.

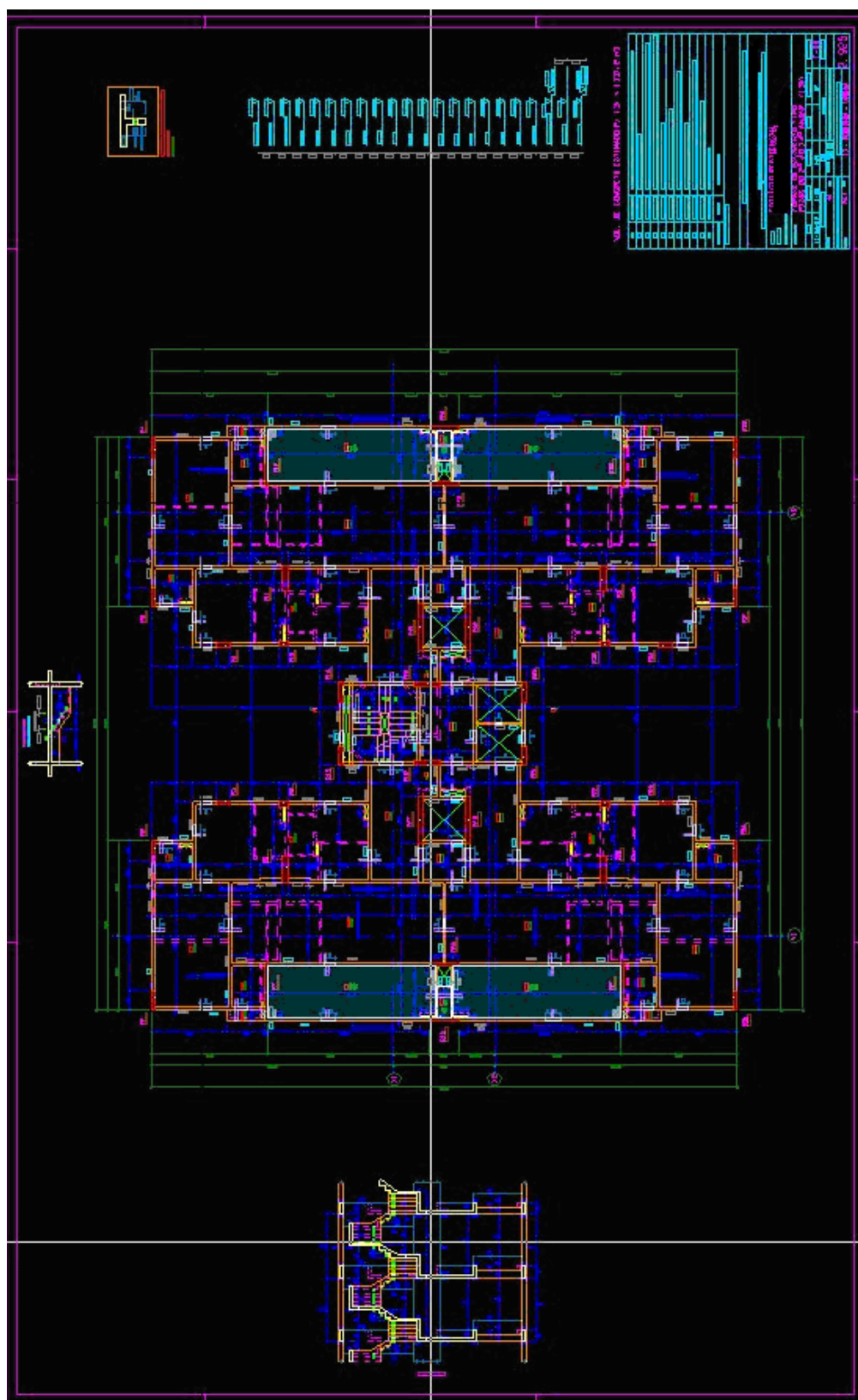
ANEXO K – PRODUTO DA EXECUÇÃO

Ilustração 48. Exemplo de Executivo. Fonte: Cálculos.

ANEXO L – CARIMBO DA EXECUÇÃO

VOL.	DE CONCRETO ESTIMADO P/ 13X = 1331,2 m³				
07	13-04-11	V42 19/53(P8-P28), V58 19/53(P11-P31) FCK TUDO 30MPa			
06	02-03-11	L1-L4-L28-L31 P/H=10			
05	03-02-11	MODIF SEÇÃO DAS VIGAS: V16-V17-V22-V23 (p/ 14/34; nv.)			
05	03-02-11	MODIF ESPESSURA DAS LAJES: L9-L12-L20-L23-L34-L35 (p/ h=9)			
05	03-02-11	ACRESC EILOS X1-X2-Y1-Y2			
05	03-02-11	ACABAMENTO NA FORMA / COTAGEM			
04	18-01-11	INSERIDO O VOL. CONCRETO DO 2º AO 14º (13X)			
03	18-11-10	P13-P14-P25-P26 P/ 11/90			
02	17-11-10	V11-V15-V24-V25 P/ 20/63; L6-L7-L24-L25 P/ H=11			
01	07-10-10	ACERTOS DE DIMENSÕES DOS PILARES			
00	11-06-10	EMISSÃO INICIAL			
REV. No.	DATA	MODIFICAÇÃO			
DET. NESTA FOLHA:					
VERIFICAR AS MEDIDAS NA OBRA					
TÍTULO:	FÓRMAS DO PAVIMENTO TIPO PISOS DO 2º AO 14º ANDAR (13X)				
DATA	ESCALA	DES. POR	VISTO	REVISÃO No.	FOLHA No.
11-06-09	1:50	NMI		07	F-00
	CONCRETO	ACQ	ARQUIVO		OBRA No.
FCK =	30 MPa	FVK = 500 MPa 600 MPa	925-C31-CX-F00-FOR-11P-R07 13-04-11		
MODULO DE ELASTICIDADE SEGUNTO A O.A FCK		CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL			2.925
Eci =	26.1 MPa	II - MODERADA - URBANA			

Ilustração 49. Carimbo do Executivo. Fonte: Cálculos.

APÊNDICE A – PREMISSAS PARA A SIMULAÇÃO DOS TEMPOS

Para a simulação da duração das atividades, considerou-se que as mesmas são variáveis estocásticas e possuem uma função densidade de probabilidade triangular, baseados nos tempos otimista, provável e pessimista.

A seguir segue a representação genérica da função densidade de probabilidade:

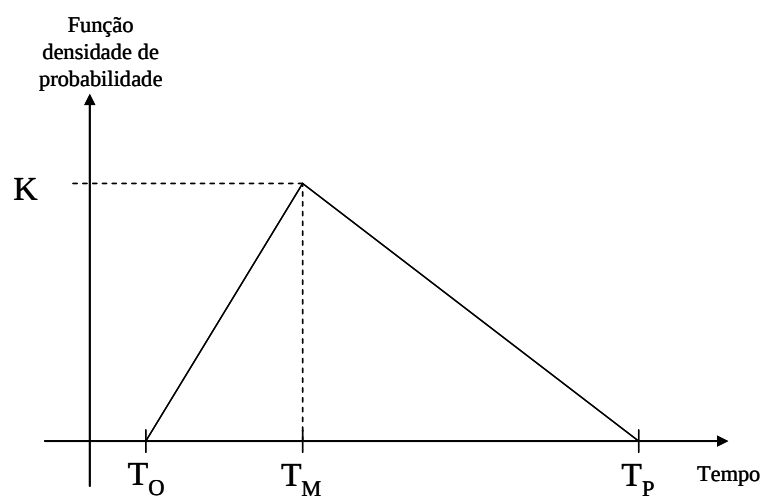


Gráfico 9. Função densidade de probabilidade triangular genérica. Elaborado pelo autor.

Onde:

T_O = tempo otimista

T_M = tempo médio

T_P = tempo pessimista

$K = 2 / (T_P - T_O)$

Vale ressaltar, entretanto, que esta função é uma aproximação da distribuição Beta, mas para fins de cálculos, tal estimativa é muito próxima da real distribuição.

APÊNDICE B – METODOLOGIA PARA A SIMULAÇÃO DOS TEMPOS

Para a realização das simulação de Monte Carlo, deve-se seguir os seguintes passos:

1. Definição da função densidade de probabilidade da atividade em função dos tempos otimista, pessimista e provável;

$$f(x) = \quad (23)$$

- 0 , se $x \leq TO$;
- $K.(x - TO) / (TM - TO)$, se $TO < x \leq TM$
- $K.(TP - x) / (TP - TM)$, se $TM < x \leq TP$
- 0 , se $x > TP$

2. Definição da função acumulada da função definida no item 1;

$$F(x) = \quad (24)$$

- $(x^2/2 - TO.x + TO^2/2) . K/(TM- TO)$, se $TO < x \leq TM$
- $(-x^2/2 - TP.x - TP.TM/2 - TO.TP/2 + TO.TM/2) . K/(TP - TM)$, se $TM < x \leq TP$

3. Definição da função inversa da função definida no item 2; e

$$F^{-1}(y) = \quad (25)$$

- $(2.y.(TM- TO)/K)^{1/2} + TO$, se $0 < y \leq (TM - TO).K/2$
- $TP + (TP^2 - C)(1/2)$, $(TM - TO).K/2 < y \leq 1$

Onde:

$$C = 2.(TP - TM).y/K + TP.TM + TO.TP - TO.TM$$

4. Uso de números aleatórios entre 0 e 1 que serviram de inputs para a função definida no item 3, que originaram os tempos simulados para a atividade.

A seguir segue a função densidade de probabilidade e a função acumulada para a atividade A:

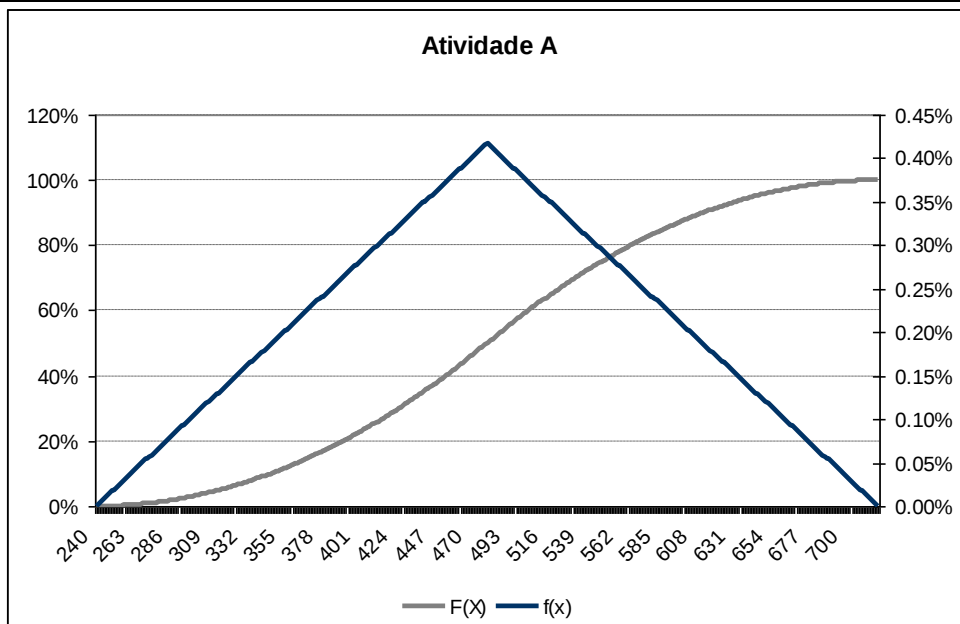


Gráfico 10. Função densidade de probabilidade e acumulada da atividade A. Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – GANHOS DE EFICIÊNCIA

O ganho de eficiência com a implantação do servidor pode ser obtido através da seguinte fórmula:

$$GE = N_{CD} / N_{CA} \quad (26)$$

Onde:

- GE = Ganho de eficiência;
- N_{CA} = número de peças corretas desenhadas por dia atualmente;
- N_{CD} = número de peças corretas desenhadas por dia depois da implantação do servidor;

Atualmente um desenhista divide seu tempo de trabalho da seguinte maneira:

$$T_C \cdot N_{CA} + T_E \cdot N_{EA} = TT \quad (27)$$

Onde:

- T_C = tempo para desenhar uma peça correta;
- T_E = tempo para corrigir uma peça;
- N_{EA} = número de peças corrigidas por dia atualmente;
- TT = tempo total disponível por dia; e
- $T_C = 2 \cdot T_E$
- $N_{EA} = 40\% \cdot N_{CA}$

Fazendo uma simples manipulação das fórmulas obtém-se que a quantidade de peças desenhada corretamente segue a seguinte equação:

$$N_{CA} = TT / (1,2 \cdot T_C) \quad (28)$$

Após a implantação do servidor o desenhista dividirá o seu tempo de trabalho da seguinte maneira:

$$T_C \cdot N_{CD} + T_E \cdot N_{ED} = TT \quad (29)$$

APÊNDICE

Onde:

- N_{ED} = número de peças corrigidas por dia depois da modificação
- $N_{ED} = 10\%.N_{CD}$

Manipulando novamente a equação, obtém-se que a quantidade de peças desenhadas corretamente após a implantação do servidor será:

$$N_{CD} = TT / (1,05.T_C) \quad (30)$$

Assim substituindo (28) e (30) em (26), chega-se que o ganho de produtividade será de 1,143.

$$GE = TT / (1,05.T_C) / TT / (1,2.T_C) \quad = >$$

$$GE = 1,2/1,05 \quad = >$$

$$GE = 1,143$$

APÊNDICE D – METODOLOGIA PARA A SIMULAÇÃO DOS GANHOS

Para a simulação dos ganhos da empresa com a implantação do servidor, utilizou-se o método de Monte Carlo, onde foram simuladas as receitas atuais e as receitas após a implantação, subtraindo uma da outra, obteve-se os ganhos. Esse procedimento foi realizado 10,000 vezes. Dessa forma seguiram-se os seguintes passos:

1. Simulação do tempo de trabalho consumido do projeto com base na média, desvio padrão e quantidade de simulações realizadas.
2. Conversão dos valores obtidos em número de projetos realizados por ano;
3. Multiplicação do número de projetos pela receita por projeto.

É importante considerar que como tempo consumido do projeto segue uma distribuição normal, devido ao Teorema do Limite Central, utilizou-se as funções da inversa da distribuição normal do software Microsoft Office Excel 2003, NORMINV.

A seguir segue a planilha onde foram realizados os cálculos:

Ilustração 50. Apresentação da simulação do ganho de receita. Elaborado pelo autor.