

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

**Faculdade de Ciências e Tecnologia**  
Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE DOS MODOS DE FALHA E SEUS  
EFEITOS AO PROCESSO DE RECLAMAÇÕES DA EMPRESA  
ALVECABO**

**Por**  
Marisa Gil Martins

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e  
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Gestão Industrial

Orientador: Professora Ana Sofia Matos

Lisboa

2009

Aos meus Pais e à mana.

Ao João e ao Francisco.

## AGRADECIMENTOS

Ao concluir a presente Dissertação, quero deixar expressos nesta página os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram, directa ou indirectamente, para que a realização deste trabalho fosse possível.

Um especial agradecimento aos meus Pais, por me proporcionarem os meios, por acreditarem, por estarem sempre a meu lado, por serem os melhores que Deus me poderia ter concedido. Ao João, pela amizade, pelo carinho e acima de tudo pelo incentivo e pela força que me transmitiu nos momentos mais difíceis. Ao Francisco, pelo seu sorriso e pela sua inocência.

À Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A., na pessoa do Sr. Alberto Martins, pela sua gentileza em permitir que se desenvolvesse o presente estudo na sua empresa. Ao Engenheiro Cláudio Fernandes, pela contribuição na realização deste trabalho. Ao Engenheiro Nuno Pereira, um agradecimento especial, pela sua pronta disponibilidade e incansável paciência para todas as questões colocadas. Sem a sua colaboração teria sido impossível compreender as características do processo.

Com a presente Dissertação concluo o Mestrado em Engenharia de Gestão Industrial, ramo Qualidade, Higiene e Segurança, pelo que quero aqui expressar o meu agradecimento aos colegas de mestrado. Um sentido agradecimento à colega e amiga Joana Machado: pelos anos que passámos juntas, pelos trabalhos realizados em conjunto, pelas horas de estudo, pelo estímulo transmitido, pela força nos momentos de maior cansaço, pela cumplicidade que sempre existiu entre nós e principalmente pela amizade que foi amadurecendo ao longo destes anos.

Atenciosamente, gostaria de agradecer a todos os professores com os quais tive o prazer de aprender ao longo destes dois anos, especialmente aos do departamento de Engenharia da Qualidade, pela simpatia, bom humor e disponibilidade. Em particular, o meu sincero agradecimento à professora Ana Sofia Matos, pela sua simpatia, pela sua constante disponibilidade, pelos conhecimentos transmitidos, e acima de tudo pelos conselhos amigos, que me foram muito úteis.

A todos os nomeados o meu sincero Obrigada!

## SUMÁRIO

O presente trabalho incide na aplicação da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE) ao processo de reclamações da empresa Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A..

Iniciou-se este estudo com a recolha de dados referente a reclamações efectuadas, no ano de 2008, por clientes à Portugal Telecom, principal cliente da Alvecabo. Numa primeira fase recorreu-se ao Diagrama de Pareto para identificar o conjunto de reclamações que evidenciassem maior impacto para a empresa, ou seja, uma maior percentagem de ocorrências, tendo sido identificadas cinco, num total de 23 reclamações diferentes (doravante denominadas por modos de falha). Para os cinco modos de falha a estudar, verificaram-se, nos dados facultados pela empresa, todas as possíveis causas que lhes deram origem, e definiram-se, para cada modo de falha, as que contribuíam significativamente para a ocorrência dos problemas.

Depois de definidos os modos de falha a analisar e respectivas causas que lhes deram origem, procedeu-se à aplicação da Fase de Avaliação da AMFE, através da qual se calculou o Número de Prioridade de Risco (NPR) para cada uma das causas relativas aos problemas em análise. Posteriormente, aplicou-se o Diagrama de Pareto para todas as causas potenciais de falha e respectivos valores de NPR, de modo a ser possível definir quais deveriam ser analisadas, isto é, para quais delas se iria proceder à segunda fase de aplicação da ferramenta, Fase de Reavaliação e Melhoria.

Na Fase de Reavaliação e Melhoria da AMFE, definiram-se acções correctivas para as causas que revelaram uma maior contribuição na ocorrência dos problemas, pelo Diagrama de Pareto, e para as causas cujos valores de índice de Ocorrência e Detecção se revelaram mais elevados. Nesta fase seria suposto avaliar a eficácia das acções de correcção recomendadas, de modo a constatar-se ou não a eficiência da AMFE no processo de reclamações da empresa, no entanto não se reuniram as condições necessárias para que o autor deste estudo o pudesse realizar, pelo que a presente Dissertação pretende apenas criar um registo predecessor a uma futura implementação da ferramenta.

## **ABSTRACT**

This work focuses on the application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to the process of complaints of the Alvecabo - Construção Civil e Comunicações S.A. (Construction and Communications company).

This study began with the collection of data relating to complaints made in 2008 by clients of Portugal Telecom, the main customer of Alvecabo. Initially the Pareto chart was used to identify the complaints that had greater impact on the company. From a total of 23 different complaints, five were identified as having a higher percentage of events. These complaints will be referred to as failure modes. The data supplied by the company allowed the discovery of all possible causes that gave rise to them and for each failure mode were defined the ones that contributed significantly to the occurrence of problems.

After defining the failure modes to analyse and the causes that gave rise to them, one proceeded to the implementation of the FMEA Assessment Phase by which the Risk Priority Number (RPN) was calculated for each cause of the problems in analysis. Subsequently, the Pareto chart was applied to all potential causes of failure and to the values of RPN, in order to decide which of them would hold a second phase of implementation of the tool (the Revaluation and Improvement Phase).

In the FMEA Revaluation and Improvement Phase, one defined the corrective actions for the causes which Pareto chart revealed as giving a major contribution in the occurrence of problems, as well as for the causes whose Occurrence and Detection index values proved to be higher. At this stage it would be supposed to evaluate the effectiveness of corrective actions implemented in order to see whether or not the FMEA was efficient on the company's process of complaints. However the author of this study did not meet the necessary conditions to do it, so this thesis aims only to create a predecessor record only for future implementation of the tool.

## LISTA DE SIGLAS

<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line (Internet)
<b>AMFE</b>	Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos
<b>BTS</b>	Base Transceiver Station (Antena de Emissão Celular)
<b>DT</b>	Desvios de Traçado
<b>ET</b>	Equipes Técnicas
<b>FMEA</b>	Failure Mode and Effect Analysis
<b>FO</b>	Fibra Óptica
<b>IP</b>	Intervenções Pontuais
<b>NPR</b>	Número de Prioridade de Risco
<b>OI</b>	Ordem de Instalação
<b>OT</b>	Ordem de Trabalho
<b>PT</b>	Portugal Telecom
<b>RAD</b>	Rede de Acesso de Distribuição
<b>RAL</b>	Rede de Acesso de Ligação
<b>RDIS</b>	Rede Digital Integrada de Serviços
<b>RPN</b>	Risk Priority Number
<b>SINTRA</b>	Sistema Integrado de Tratamento e Recolha de Actividades
<b>VFX</b>	Vila Franca de Xira

## ÍNDICE GERAL

<b>1</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1	Justificação do Tema .....	2
1.2	Objectivos .....	3
1.3	Conteúdo.....	4
<b>2</b>	<b>Caracterização da Empresa .....</b>	<b>6</b>
2.1	Apresentação.....	7
2.2	Estrutura Funcional .....	8
2.3	Serviço Prestado.....	8
2.4	Clientes .....	9
2.5	Qualidade.....	9
2.6	Formação .....	10
2.7	Descrição do Processo.....	10
<b>3</b>	<b>Abordagem Teórica.....</b>	<b>15</b>
3.1	Qualidade em Serviços .....	16
3.1.1	O Serviço e Respectivas Características .....	16
3.1.2	Qualidade Percebida do Serviço.....	17
3.2	Ferramentas Básicas da Qualidade.....	17
3.2.1	Fluxograma.....	19
3.2.2	Diagrama de Pareto.....	20
3.2.3	Diagrama de Causa-e-Efeito .....	22
3.3	Ferramentas de Planeamento e Gestão .....	25
3.3.1	Diagrama de Relações.....	26
3.3.2	Diagrama em Árvore .....	27
3.4	Análise Modal de Falhas e seus Efeitos .....	29
3.4.1	Conceito .....	30
3.4.2	Objectivo .....	31
3.4.3	Nível de Análise da AMFE .....	32
3.4.4	Aplicações da AMFE.....	33
3.4.4.1	AMFE do Produto.....	33
3.4.4.2	AMFE do Processo .....	34
3.4.4.3	AMFE de Meios.....	34
3.4.5	A AMFE nos Serviços .....	34

3.4.6	Construção de uma AMFE.....	35
3.4.6.1	Análise Qualitativa.....	37
3.4.6.2	Análise Quantitativa.....	39
3.4.6.3	Processo de Condução da AMFE .....	44
3.4.7	Novas Formas de Aplicação da Ferramenta.....	46
<b>4</b>	<b>Abordagem Experimental.....</b>	<b>49</b>
4.1	Objecto de Estudo .....	50
4.2	Formação da Equipa.....	50
4.3	Metodologia Adoptada .....	51
4.3.1	Diagrama de Pareto para todos os Modos de Falha.....	53
4.3.2	Diagramas de Causa e Efeito.....	55
4.3.3	Diagramas de Relações .....	57
4.3.4	Diagramas em Árvore .....	59
4.3.5	Fase de Avaliação da AMFE.....	59
4.3.5.1	Análise Qualitativa.....	60
4.3.5.2	Análise Quantitativa.....	64
4.3.6	Fase de Reavaliação e Melhoria.....	66
4.3.6.1	Acções Correctivas .....	68
4.3.6.2	Avaliação da Eficácia.....	73
4.4	Tabelas AMFE para os cinco modos de falha analisados .....	74
<b>5</b>	<b>Conclusões e Recomendações.....</b>	<b>84</b>
	<b>Bibliografia.....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>92</b>
I.	Modos de Falha Mensais .....	93
II.	Diagramas de Causa-e-Efeito .....	97
III.	Diagramas de Relações.....	101
IV.	Diagramas em Árvore.....	105
V.	Tabelas de Avaliação da Eficácia .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Organigrama da empresa Alvecabo .....	8
Figura 2.2: Ficha de reclamação .....	11
Figura 2.3: Fluxograma ilustrativo do processo de reclamações .....	14
Figura 3.1: Representação simplificada de um Fluxograma .....	20
Figura 3.2: Exemplo de Diagrama de Pareto .....	21
Figura 3.3: Exemplo de Diagrama de Causa-e-Efeito .....	23
Figura 3.4: Exemplo de Diagrama de Relações .....	27
Figura 3.5: Exemplo de Diagrama em Árvore para o desdobramento de causas...	28
Figura 3.6: Exemplo de Diagrama em Árvore para o desdobramento de acções de melhoria.....	28
Figura 3.7: Nível de análise da AMFE .....	32
Figura 3.8: Fluxograma de construção da AMFE .....	36
Figura 3.9: Metodologia para a extracção dos modos de falha .....	38
Figura 3.10: Modelo proposto de um serviço de <i>design</i> livre de falhas para o serviço <i>Blueprint</i> .....	48
Figura 4.1: Evolução mensal do número de reclamações.....	52
Figura 4.2: Diagrama de Pareto dos modos de falha .....	54
Figura 4.3: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha <i>cliente sem serviço</i> .....	56
Figura 4.4: Diagrama de Relações para o modo de falha <i>cliente sem serviço</i> .....	58
Figura 4.5: Diagrama em Árvore para a causa <i>equipamento do cliente avariado</i> .	59
Figura 4.6: Evolução anual do modo de falha <i>cliente sem serviço</i> .....	60
Figura 4.7: Evolução anual do modo de falha <i>falta de equipamento</i> .....	61
Figura 4.8: Evolução anual do modo de falha <i>falha de sincronismo</i> .....	61
Figura 4.9: Evolução anual do modo de falha <i>cabo descolado</i> .....	61
Figura 4.10: Evolução anual do modo de falha <i>serviço incompleto</i> .....	61
Figura 4.11: Foto ilustrativa do modo de falha <i>cabo descolado</i> .....	63
Figura 4.12: Diagrama de Pareto da AMFE.....	67
Figura 4.13: Foto ilustrativa da causa <i>avaria de equipamento da PT</i> .....	70
Figura 4.14: Fotos ilustrativas da causa <i>cabo desligado</i> .....	72

Figura II.1: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha <i>falta de equipamento</i> .....	97
Figura II.2: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha <i>falha de sincronismo</i> .....	98
Figura II.3: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha <i>cabo descolado</i> ...	99
Figura II.4: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha <i>serviço incompleto</i> .....	100
Figura III.1: Diagrama de Relações para o modo de falha <i>falta de equipamento</i> ..	101
Figura III.2: Diagrama de Relações para o modo de falha <i>falha de sincronismo</i> ..	102
Figura III.3: Diagrama de Relações para o modo de falha <i>cabo descolado</i> .....	103
Figura III.4: Diagrama de Relações para o modo de falha <i>serviço incompleto</i> .....	104
Figura IV.1: Diagrama em Árvore para a causa <i>serviço por desbloquear</i> .....	105
Figura IV.2: Diagrama em Árvore para a causa <i>cabo desligado</i> .....	105
Figura IV.3: Diagrama em Árvore para a causa <i>cabo mal ligado</i> .....	106
Figura IV.4: Diagrama em Árvore para a causa <i>avaria de equipamento da PT</i> ....	107
Figura IV.5: Diagrama em Árvore para a causa <i>descrição da reclamação incorrecta</i> .....	107
Figura IV.6: Diagrama em Árvore para a causa <i>falta de stock</i> .....	108
Figura IV.7: Diagrama em Árvore para a causa <i>material não foi entregue</i> .....	109
Figura IV.8: Diagrama em Árvore para a causa <i>inviabilidade técnica</i> .....	110
Figura IV.9: Diagrama em Árvore para a causa <i>falha do técnico</i> .....	110
Figura IV.10: Diagrama em Árvore para a causa <i>qualidade da cola</i> .....	110
Figura IV.11: Diagrama em Árvore para a causa <i>falta de material</i> .....	110

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Exemplo de dados para a construção de um Diagrama de Pareto .....	21
Tabela 3.2: As Sete Novas Ferramentas .....	25
Tabela 3.3: Definição dos Índices de Gravidade .....	41
Tabela 3.4: Definição dos Índices de Ocorrência .....	42
Tabela 3.5: Definição dos Índices de Detecção .....	42
Tabela 4.1: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Janeiro .....	51
Tabela 4.2: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Fevereiro .....	51

Tabela 4.3: Modos de falha do ano de 2008 e respectivas ocorrências mensais.....	53
Tabela 4.4: Tabela de auxílio à construção do Diagrama de Pareto.....	54
Tabela 4.5: Modos de falha e respectivos efeitos para o cliente .....	62
Tabela 4.6: Modo de falha <i>cliente sem serviço</i> e respectivas causas.....	63
Tabela 4.7: Modo de falha <i>falta de equipamento</i> e respectivas causas .....	64
Tabela 4.8: Modo de falha <i>falha de sincronismo</i> e respectivas causas.....	64
Tabela 4.9: Modo de falha <i>cabo descolado</i> e respectivas causas.....	64
Tabela 4.10: Modo de falha <i>serviço incompleto</i> e respectivas causas.....	64
Tabela 4.11: Índice de Gravidade (G) dos efeitos .....	65
Tabela 4.12: Índice de Detecção (D) das falhas .....	65
Tabela 4.13: Índice de Ocorrência (O) das causas das falha.....	66
Tabela 4.14: Tabela de auxílio à construção do diagrama de Pareto da AMFE ....	67
Tabela 4.15: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>equipamento do cliente avariado</i> .....	73
Tabela 4.16: AMFE para modo de falha <i>cliente sem serviço</i> – Fase de Avaliação	74
Tabela 4.17: AMFE para modo de falha <i>cliente sem serviço</i> – Fase de Reavaliação e Melhoria.....	75
Tabela 4.18: AMFE para modo de falha <i>falta de equipamento</i> – Fase de Avaliação .....	76
Tabela 4.19: AMFE para modo de falha <i>falta de equipamento</i> – Fase de Reavaliação e Melhoria.....	77
Tabela 4.20: AMFE para modo de falha <i>falha de sincronismo</i> – Fase de Avaliação .....	78
Tabela 4.21: AMFE para modo de falha <i>falha de sincronismo</i> – Fase de Reavaliação e Melhoria.....	79
Tabela 4.22: AMFE para modo de falha <i>cabo descolado</i> – Fase de Avaliação.....	80
Tabela 4.23: AMFE para modo de falha <i>cabo descolado</i> – Fase de Reavaliação e Melhoria.....	81
Tabela 4.24: AMFE para modo de falha <i>serviço incompleto</i> – Fase de Avaliação	82
Tabela 4.25: AMFE para modo de falha <i>serviço incompleto</i> – Fase de Reavaliação e Melhoria.....	83
Tabela I. 1: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Março .....	93
Tabela I. 2: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Abril .....	93
Tabela I. 3: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Maio .....	93

Tabela I. 4: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Junho .....	94
Tabela I. 5: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Julho.....	94
Tabela I. 6: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Agosto .....	94
Tabela I. 7: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Setembro .....	95
Tabela I. 8: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Outubro .....	95
Tabela I. 9: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Novembro.....	95
Tabela I. 10: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Dezembro .....	96
Tabela V. 1: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>serviço por desbloquear</i> .....	111
Tabela V. 2: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>avaria de equipamento da PT</i> .....	111
Tabela V. 3: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>descrição da reclamação incorrecta</i> .....	111
Tabela V. 4: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>falta de stock</i> .....	112
Tabela V. 5: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>material não foi entregue</i> .....	112
Tabela V. 6: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa <i>cabo desligado</i> .....	113

Capítulo 1

# **INTRODUÇÃO**

# **1 Introdução**

## **1.1 Justificação do Tema**

Actualmente a exigência é um pilar fundamental em qualquer organização. Torna-se imprescindível que os objectivos das empresas passem por “fazer bem à primeira”, ou “fazer o melhor possível”. Cruz (2002) refere que não basta garantir a Qualidade, há que melhorá-la continuamente e ter como objectivo a excelência, para fazer face à competitividade e à evolução da economia. Nesse sentido, as organizações são forçadas a adoptar mentalidades e metodologias que permitam controlar e desenvolver os seus processos, em termos de Qualidade. Vieira (2000) encara como factor determinante para o aumento da quota de mercado o papel desempenhado pela Qualidade, nomeadamente, quando esta contribui para a fidelização dos clientes através do incremento do nível de satisfação dos mesmos.

No âmbito da prestação de serviços é fundamental que o cliente final seja servido com Qualidade, o mesmo é dizer que as especificações do serviço têm de corresponder com as expectativas do cliente, para que este se sinta satisfeito com o serviço solicitado. Para que tal exigência seja possível, torna-se necessário que as empresas adoptem metodologias da Qualidade que permitam analisar os modos de falha das ocorrências. No caso de existirem reclamações por parte dos clientes, é importante verificar a causa dessas reclamações, de modo a posteriormente ser possível à empresa aceder a um historial de modos de falha e respectivas causas, que serão úteis para que se evite cometer os mesmos erros.

Os argumentos apresentados no parágrafo anterior constituem os motivos que levaram a decidir aplicar a Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE) ao processo de reclamações na empresa prestadora de serviços Alvecabo. Considera-se que a referida empresa poderá beneficiar deste estudo, em termos futuros, no que diz respeito aos seus métodos da Qualidade.

## 1.2 Objectivos

No presente trabalho propõe-se analisar a aplicação da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos ao processo de reclamações da Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A.. O autor do estudo considerou relevante aplicar a metodologia AMFE por constatar que o tratamento efectuado pela empresa, às reclamações, não era suficiente.

Fundamentalmente, o que se ambiciona com o presente trabalho, é que sejam lançadas as bases para uma futura implementação da AMFE na empresa. Pretende-se analisar todas as reclamações efectuadas pelos clientes, no ano de 2008, e verificar quais os problemas responsáveis pela maior parte das ocorrências. O objectivo principal, com a aplicação da ferramenta, passa por definir acções de correcção para as causas que potenciam a ocorrência do modo de falha, de modo a minimizar ou mesmo eliminar os principais problemas, dando origem a uma conseqüente redução do número de reclamações efectuadas por clientes à Portugal Telecom, principal cliente da Alvecabo, o que corresponderá a uma maior satisfação dos clientes pelos serviços prestados pela empresa.

Considera-se que a implementação da AMFE ao processo de reclamações poderá ser bastante benéfica à organização, uma vez que sendo uma técnica essencialmente preventiva, irá assegurar a identificação e análise de todos os modos de falha e respectivos efeitos e causas. A referida metodologia irá permitir, numa primeira Fase de Avaliação, verificar para cada modo de falha, quais as causas cujo Número de Prioridade de Risco (NPR) é mais elevado, e numa segunda Fase de Reavaliação e Melhoria, elaborar um plano de acções recomendadas para as referidas causas, bem como apurar o resultado da eficácia das acções tomadas.

A referida metodologia pretende tornar-se numa abordagem útil ao responsável pela Qualidade da empresa, na medida em que compila informações paralelas entre o modo de falha e respectiva causa, possibilitando, em muitas situações, uma redução no número de reclamações, sendo esse o objectivo de qualquer organização.

### 1.3 Conteúdo

A presente Dissertação compreende cinco capítulos, interligados entre si, que pretendem convergir para um contributo efectivo no que se refere à ferramenta Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE).

O presente capítulo, designado por **Introdução**, expõe os argumentos que levaram a aplicar a ferramenta AMFE na empresa Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A., os objectivos a que o trabalho se propõe e o conteúdo apresentado em cada capítulo.

No capítulo 2, **Caracterização da Empresa**, pretende-se dar a conhecer a empresa na qual se desenvolveu o presente estudo, através da apresentação de um pequeno resumo da sua história e de aspectos relevantes, estrutura funcional, caracterização do serviço prestado, clientes, linhas gerais da situação em que se encontra relativamente a certificações da Qualidade, formação prestada aos seus colaboradores, finalizando-se o capítulo com a descrição do processo, objecto de estudo deste trabalho.

No capítulo 3, designado por **Abordagem Teórica**, apresentam-se fundamentos teóricos que estão na base do estudo desenvolvido e que serviram de suporte à realização do capítulo 4. Este capítulo inicia-se com a temática qualidade em serviços, uma vez que a AMFE foi aplicada numa empresa prestadora de serviços, seguindo-se a apresentação das ferramentas básicas da qualidade e das ferramentas de planeamento e gestão que serviram de apoio à aplicação da AMFE. Descrevem-se, por fim, os princípios fundamentais inerentes à aplicação da ferramenta, como a descrição do conceito, objectivo, nível de análise e aplicações da AMFE. Aborda-se também a metodologia de aplicação da técnica, respectivos conceitos fundamentais, e apresentam-se novas formas de aplicação da ferramenta.

O capítulo 4 é constituído pela **Abordagem Experimental**, na qual se define o objecto de estudo deste trabalho, a metodologia adoptada para a aplicação da AMFE na Alvecabo e as acções correctivas sugeridas pelo autor do estudo. O capítulo termina com a apresentação das tabelas AMFE para os modos de falha analisados.

O capítulo 5, **Conclusões e Recomendações**, encerra a Dissertação com a apresentação de uma revisão geral do estudo, principais conclusões, dificuldades encontradas na

realização do trabalho, bem como algumas recomendações para uma futura implementação da ferramenta.

## Capítulo 2

# **CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

## 2 Caracterização da Empresa

### 2.1 Apresentação

A Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A. é uma empresa prestadora de serviços nas áreas de instalações de redes, infra-estruturas de telecomunicações e construção civil.

Fundada em 1993 por Alberto Martins, juntamente com dois sócios, a empresa surgiu como um projecto familiar. Aquando da sua constituição, o capital social da Alvecabo era de 16 mil contos, com a entrada do euro foi alterado para 175 mil euros e actualmente é de 325 mil euros. No ano de 2007, a Alvecabo facturou cerca de 4.400 milhões de euros e os investimentos ultrapassaram os 120 mil euros. Estes valores elucidam o crescimento sólido e sustentado que a empresa tem vindo a desenvolver ao longo dos seus 16 anos de actividade.

Actualmente a Alvecabo está sediada na zona de Alverca e as suas instalações abrangem o armazém e toda a parte administrativa da empresa.

A organização é composta por uma equipa técnica, diversificada e competente para os diferentes tipos de serviços que presta. É responsável por cerca de 130 postos de trabalho, dos quais cerca de 40% são empregados directos da empresa e os restantes 60% são colaboradores *outsourcing* na área das telecomunicações.

## 2.2 Estrutura Funcional

A Alvecabo presta serviços primariamente e essencialmente no sector das telecomunicações, pelo que, no âmbito deste estudo, e de acordo com a descrição feita pelo Director de Recursos Humanos, o organigrama da empresa apresenta a estrutura descrita na Figura 2.1.

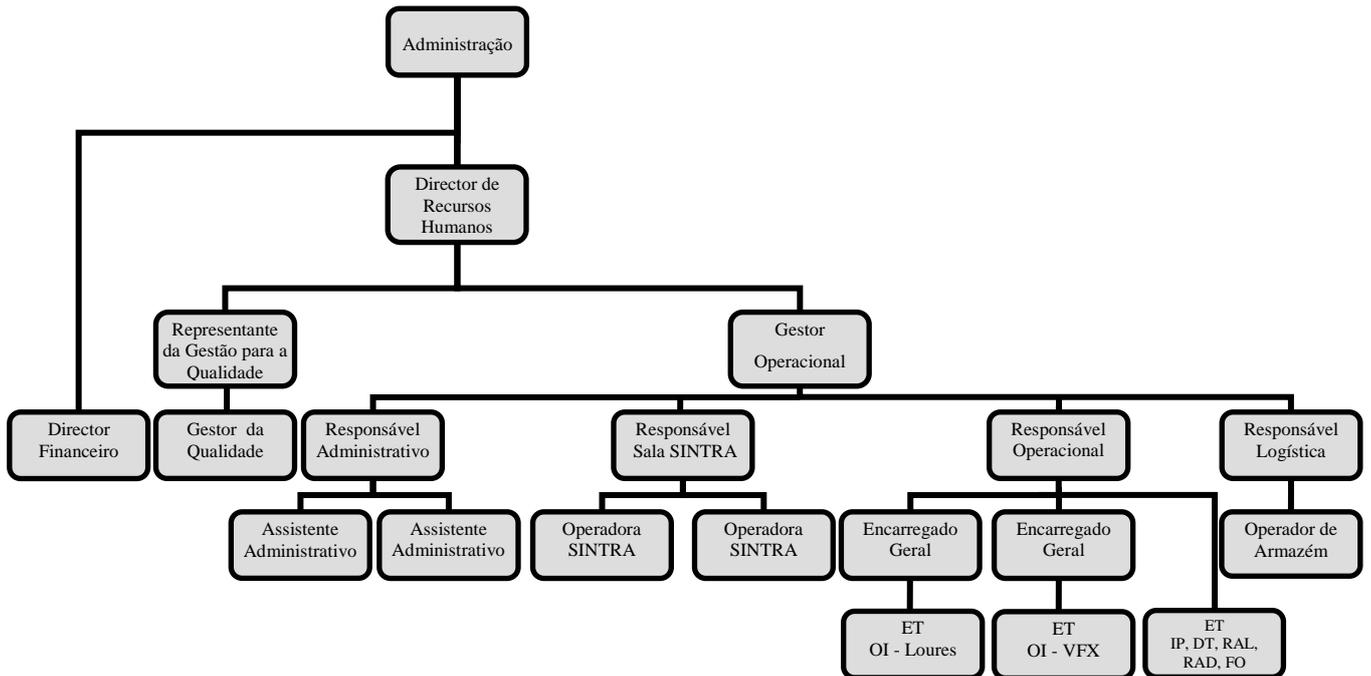


Figura 2.1: Organigrama da empresa Alvecabo

## 2.3 Serviço Prestado

As áreas de actividade da Alvecabo são essencialmente as telecomunicações fixas e móveis, no entanto a empresa efectua pontualmente trabalhos na área da construção civil e obras públicas, como construção de edifícios e espaços verdes.

Os serviços prestados nas comunicações fixas referem-se à montagem completa de redes de infra-estruturas e aplicam-se nos seguintes domínios: reparação de avarias, montagem de telefones (ADSL, RDIS, Analógicas), manutenção de traçados, execução de projectos, montagem de centrais, montagem de bastidores, instalação e ligação de

fibras ópticas, preparação de caminho de condutas no subsolo. Relativamente à área das comunicações móveis, a Alvecabo instala redes móveis de telecomunicações e efectua manutenção correctiva e preventiva de sites (BTS).

## **2.4 Clientes**

Ao longo dos anos a Alvecabo tem integrado vários consórcios e redes de parcerias estratégicas, visando responder às diversas solicitações do maior grupo português no sector das telecomunicações e principal cliente da empresa – Portugal Telecom.

Actualmente a Alvecabo faz parte, juntamente com empresas integradas no mesmo sector de actividade, de um consórcio liderado pela Siemens, que se designa por Siemens e Associados. A responsabilidade da liderança passa por uma gestão integrada de processos através da supervisão de todos os consorciados, perante o cliente Portugal Telecom.

Na área das telecomunicações os principais clientes da Alvecabo são o Grupo Portugal Telecom, TMN Multimédia, Siemens Portugal e NSN – Nokia Siemens Networks.

No âmbito da construção civil e obras públicas, o Jardim Zoológico de Lisboa, Marinha Portuguesa e Câmara Municipal de Vila Franca de Xira constituem os principais clientes da Alvecabo.

## **2.5 Qualidade**

A Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A. foi auditada pela BVC (*Bureau Veritas Certification*), que certifica o cumprimento dos requisitos da norma NP EN ISO 9001:2008, para Sistemas de Gestão da Qualidade, nas actividades de "Instalação e Prestação de Serviços de Telecomunicações". A certificação foi concedida em 2006 e tem a duração de 3 anos, pelo que a empresa terá de ser auditada de três em três anos, de modo a actualizar e a manter a certificação adquirida (recertificação). A empresa foi auditada no mês de Março de 2009, tendo conseguido manter a sua certificação.

No presente ano a Alvecabo foi certificada na área do Ambiente, Segurança e Saúde no Trabalho, de acordo com a OHSAS ISO 18001: 1999 - NP 4397:2001 (Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho) e NP EN ISO 14001:2004 (Sistema de Gestão Ambiental).

## **2.6 Formação**

Quando o responsável de Recursos Humanos admite um técnico de telecomunicações, independentemente do tipo de contrato de trabalho acordado, garante formação ao mesmo. Esta formação pode ser dada pelo cliente principal da Alvecabo – PT Comunicações – ou por uma entidade autorizada pela mesma – CINEL. Posteriormente a esta fase de formação, que só é disponibilizada para determinadas áreas no sector das telecomunicações, o técnico terá formação *on-job*, com técnicos da Alvecabo, durante pelo menos duas semanas consecutivas, sendo que esta fase de formação é sempre garantida a todos os técnicos admitidos.

## **2.7 Descrição do Processo**

O processo de Reclamações encontra-se definido de modo a que seja possível assegurar uma gestão eficaz das mesmas, e inicia-se com a reclamação que o cliente efectua à Portugal Telecom. Esta reclamação é enviada para o prestador de serviços – Alvecabo – por *web* ou por outra qualquer via. Seguidamente é direccionada para a assistente administrativa responsável por este processo, que tem a função de preencher no documento Ficha de Reclamação (Figura 2.2) o campo “Entrada da Reclamação”, e de o encaminhar para a responsável SINTRA (Sistema Integrado de Tratamento e Recolha de Actividades), usando o correio electrónico como meio para a passagem desta informação. O e-mail terá como assunto o número interno, criado no documento Ficha de Reclamação, identificativo da reclamação.

FICHA DE RECLAMAÇÃO		
Revisão:	1.2	
Data:	22-06-2006	
<b>Entrada da Reclamação</b>		
Nº:	R021_12_08	
Data de entrada:	17-12-08	
Hora de entrada:	10:55	
Cliente:	Paulo dos Santos	
Número telefone:	263790478	
Contacto:	919944091/912460198	
Via de recepção:	Cliente Se outra, qual?: Paulo dos Santos	
Método de recepção:	Telefone Se outro, qual?:	
Descrição:	Não faz nem recebe chamadas.	
Tipificação da Reclamação:	Outra	
Se outra, qual?:		
<b>Execução da Reclamação</b>		
Ordem de trabalho:	20085040019	Entrada em SINTRA
Técnico Executante 1:	889	Data:
Causa da Falha:		Hora:
	o fiador estava levantado da central	
Reagendamento:	Não	
Data de Reagendamento:		Período:
# Dias após entrada:		
Técnico Executante 2:	889	Conclusão técnica
Teste de Voz:	Não	Data:
Resposta:	Sim	Hora:
<b>Encerramento da Reclamação</b>		
Data de fecho:	18-12-08	Entrada para encerramento
Hora de fecho:	14:48	Data:
Método de resposta:	Por mão	Hora:
Destinatário:	Paulo dos Santos	
Responsabilidade:	Técnico	
Observações:	ok	

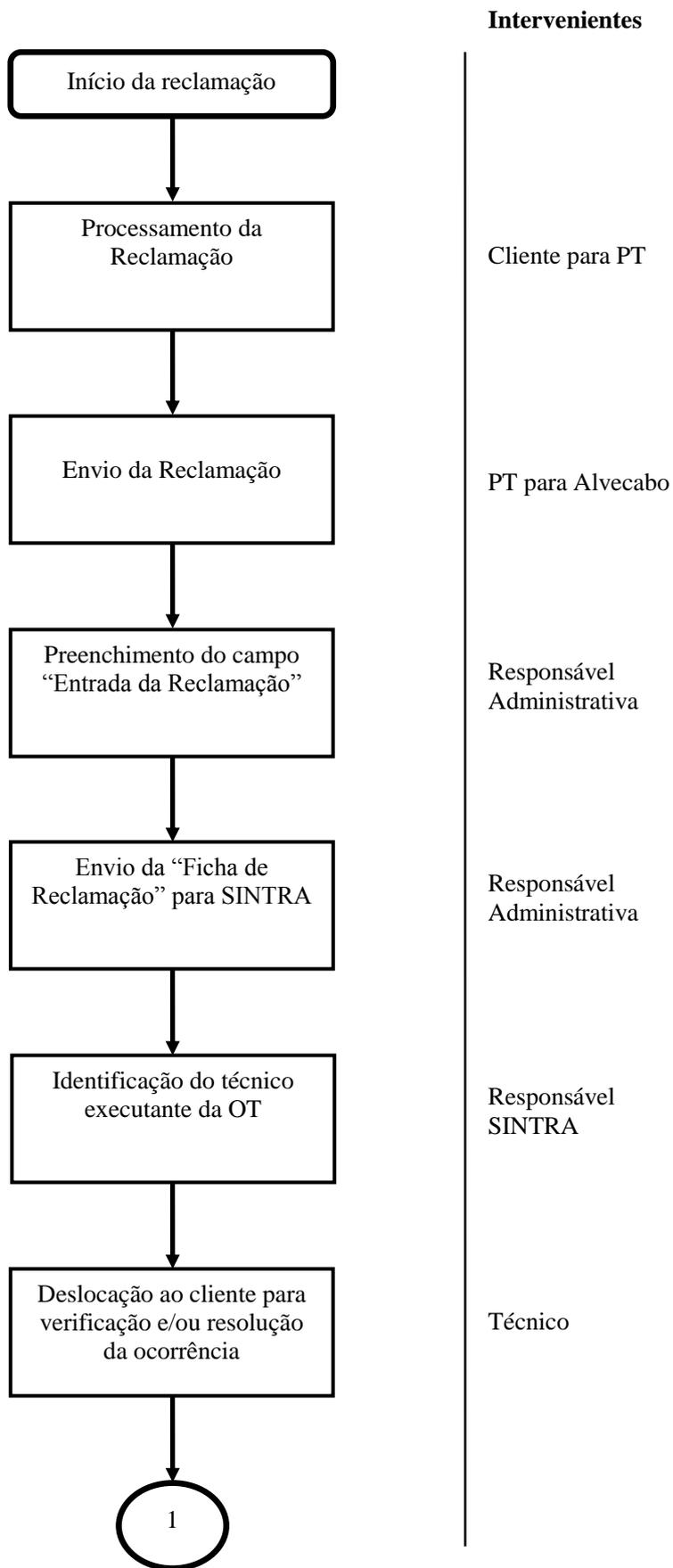
Figura 2.2: Ficha de reclamação

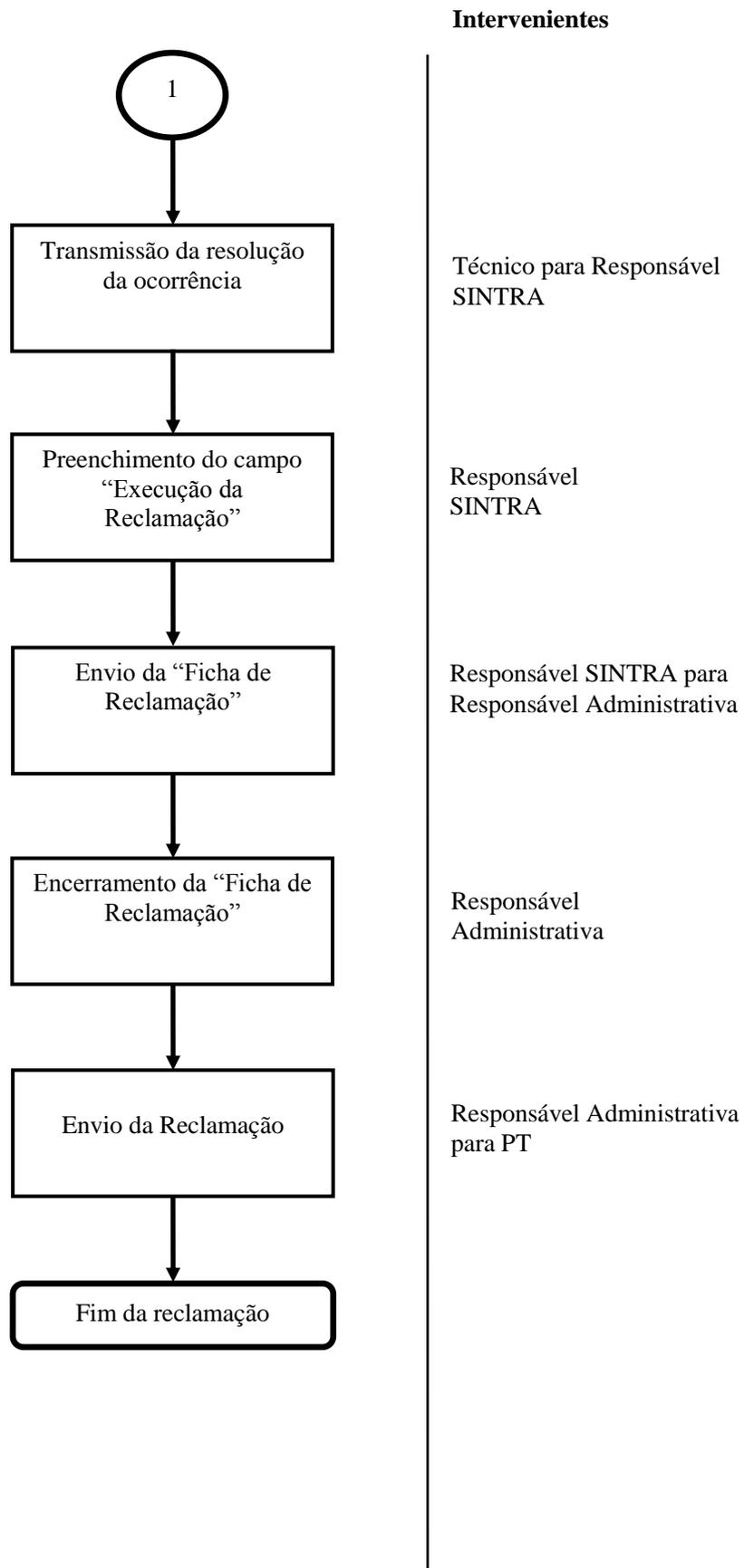
Na Alvecabo existe um departamento denominado SINTRA, no qual existe uma plataforma de intercâmbio entre a Alvecabo e a Portugal Telecom. Através deste *software* é possível aceder às ordens de trabalho (OT's), que consistem em documentos relativos aos pedidos de serviços de clientes da PT. Cada ordem de trabalho contém toda a informação necessária para a execução do pedido solicitado pelo cliente à PT, bem como informações pessoais do cliente, como o nome, morada, telefone de contacto, etc. Estas OT's são executadas pelos técnicos da Alvecabo e poderão vir a dar origem a reclamações, na medida em que podem corresponder a serviços de telecomunicações prestados de modo não satisfatório para o cliente. Diariamente a assistente administrativa tem de imprimir as OT's do sistema e proceder aos agendamentos com clientes. Estas OT's são executadas pelos técnicos da Alvecabo e depois de terminadas são encerradas no mesmo sistema, através da introdução de todo o material gasto na execução da tarefa. Em muitas situações pode não ser possível a execução de uma

determinada tarefa, e nessas circunstâncias a assistente administrativa terá de descrever o motivo e devolver a ordem de trabalho à PT, através do mesmo sistema.

É dever da responsável SINTRA assegurar a resolução da reclamação no tempo limite de, no máximo, dois dias úteis, bem como tomar as acções necessárias para a correcção da reclamação junto do técnico que executou a OT, que terá a função de a resolver no terreno. Depois de confirmada a correcção da reclamação, a responsável SINTRA deverá responder ao email anteriormente enviado pela assistente administrativa responsável pelo processo das reclamações, tendo preenchido o campo “Execução da Reclamação”, com a informação da conclusão da mesma, e colocar a respectiva informação na *WebGiro* (aplicação criada pela Siemens, líder do consórcio), com indicação do responsável pela causa da reclamação (técnico ou cliente). Ao receber esta informação, a assistente administrativa informa a PT acerca da conclusão da reclamação e actualiza a Ficha de Reclamação com a informação no campo “Encerramento da Reclamação”. Na Figura 2.3 apresenta-se, através de um Fluxograma, o processo de reclamações descrito nos parágrafos anteriores.

As acções de acompanhamento da resolução da reclamação são acompanhadas pelo Engenheiro responsável pela Qualidade, que analisa mensalmente o ficheiro de registo de reclamações, de forma a verificar a repetição do mesmo tipo de ocorrência. Da análise resulta o registo de não conformidades e/ou hipóteses de melhoria, de modo a ultrapassar e evitar as reocorrências.





**Figura 2.3: Fluxograma ilustrativo do processo de reclamações**

Capítulo 3

**ABORDAGEM TEÓRICA**

### **3 Abordagem Teórica**

A aplicação da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos foi efectuada numa empresa prestadora de serviços, pelo que no presente capítulo se começa por expor, de uma forma muito superficial, aspectos teóricos relacionados com a qualidade em serviços. Abordar-se-ão fundamentos teóricos das ferramentas básicas da qualidade e de planeamento e gestão, úteis para uma correcta implementação da AMFE, a qual será teoricamente pormenorizada e detalhada no último ponto deste capítulo.

#### **3.1 Qualidade em Serviços**

Enquadrando-se a empresa na área dos serviços, justifica-se abordar a temática qualidade em serviços, orientada no sentido de velar para que as especificações do serviço tomem em conta as necessidades e as exigências do cliente. A questão fundamental passa por satisfazer o cliente que, segundo Pinto (2003), se consegue quando um produto ou serviço satisfazem ou excedem a expectativa do cliente, ou seja sempre que as necessidades reais ou fictícias do cliente são saciadas.

##### **3.1.1 O Serviço e Respectivas Características**

Segundo Johnston e Clark (2001), entende-se por serviço como uma combinação de resultados e experiências prestadas e recebidas por um cliente. Grönroos (2000) apresenta o serviço como um processo constituído por um conjunto de actividades mais ou menos intangíveis, prestadas como soluções aos problemas do cliente, geralmente concretizadas por interacção entre o cliente e os recursos (humanos e/ou físicos, e/ou informáticos) da entidade prestadora do serviço.

Um serviço pode caracterizar-se por possuir três características básicas (Grönroos, 2000): são processos constituídos por actividades ou séries de actividades e não por bens; são, com maior ou menor extensão, produzidos e consumidos simultaneamente; o cliente participa no processo de produção do serviço.

As principais características dos serviços que os distinguem de produtos tangíveis são a perecibilidade, heterogeneidade e intangibilidade. Perecibilidade expressa a noção de que um serviço não pode ser efectuado com antecedência e posteriormente armazenado, a produção do serviço e respectivo consumo ocorrem simultaneamente. A heterogeneidade do serviço constitui uma das dificuldades apontadas na gestão dos serviços, uma vez que se torna bastante difícil padronizar a actuação do cliente e do empregado de contacto no processo de prestação do serviço. A intangibilidade do serviço, segundo Leal (1999), está associada ao facto dos serviços não poderem ser vistos, cheirados ou tocados. O que fica na posse do consumidor é o resultado da prestação do serviço.

### **3.1.2 Qualidade Percebida do Serviço**

A Qualidade percebida do Serviço (*perceived service quality*) é, de acordo com Pinto (2003), o grau e a direcção da discrepância entre as expectativas e as percepções dos consumidores. Os clientes apercebem-se da qualidade através da comparação que fazem entre expectativas e experiências, relativamente a uma série de dimensões da qualidade (Grönroos, 2000). Uma percepção positiva da qualidade obtém-se quando a qualidade experimentada está de acordo com as expectativas dos clientes (Qualidade esperada) (Pinto, 2003). Leal (1999) refere que o fornecimento de um serviço, integralmente cumpridor das especificações previstas, não constitui causa bastante para que se possa considerá-lo possuidor de qualidade.

## **3.2 Ferramentas Básicas da Qualidade**

A qualidade nas empresas, que tem como finalidade principal a satisfação das necessidades do cliente e a percepção das suas expectativas, não pode estar separada das ferramentas básicas, que acabam por constituir os meios de controlo, melhoria e planeamento da qualidade, na medida em que fornecem os dados que ajudam a compreender a razão dos problemas e determinam soluções para os eliminar.

As sete ferramentas básicas da qualidade são: Fluxograma, Folhas de Registo e Verificação, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa-e-Efeito, Gráfico de

Dispersão e Cartas de Controlo. Estas ferramentas têm sido desenvolvidas ao longo do século XX de modo a auxiliarem as organizações a compreenderem os seus problemas e a encontrar soluções adequadas para os mesmos, permitindo uma melhoria contínua do desempenho de qualquer empresa. Através delas analisam-se os resultados, determinam-se as suas causas e identificam-se acções de controlo e melhoria.

Nas diversas fases de resolução de um problema podem ser aplicadas várias ferramentas, que permitem a identificação de oportunidades de melhoria, eliminação de actividades sem valor acrescentado e redução da variabilidade de produtos e processos. Segundo Pereira e Requeijo (2008), as potencialidades das ferramentas básicas da qualidade constituem motivos suficientes para que estas sejam conhecidas por todos os colaboradores de uma organização e sejam aplicadas de forma regular.

No presente capítulo é dado maior enfoque às ferramentas da qualidade utilizadas numa fase preliminar à aplicação da AMFE, como o Fluxograma, Diagrama de Pareto e Diagrama de Causa-e-Efeito. As restantes quatro ferramentas são apresentadas de forma superficial. Posteriormente efectua-se uma abordagem ao *Brainstorming* que, embora não seja uma ferramenta básica da qualidade, é uma técnica de geração de ideias que, obrigatoriamente, tem de sustentar a aplicação de todas as ferramentas básicas da qualidade.

### **Folhas de Registo e Verificação**

As Folhas de Registo e Verificação, também designadas por formulários de recolha de dados, são tabelas ou formulários cujo objectivo é facilitar a recolha e análise de dados. A utilização desta ferramenta permite caracterizar a ocorrência dos acontecimentos e ajuda a formular soluções com base em factos objectivos (Pereira e Requeijo, 2008).

### **Histograma**

O Histograma é um gráfico de barras que ilustra a frequência de ocorrência dos valores de uma variável contínua ou discreta. Fornece informações importantes sobre a dispersão e localização dos valores recolhidos (Pereira e Requeijo, 2008).

## **Diagrama de Dispersão**

O Diagrama de Dispersão é uma ferramenta que permite visualizar graficamente a relação entre duas variáveis (Pereira e Requeijo, 2008).

## **Cartas de Controlo**

As Cartas de Controlo são ferramentas utilizadas no controlo de processos e fornecem informação relativamente à necessidade de serem tomadas acções correctivas (Pereira e Requeijo, 2008).

### **3.2.1 Fluxograma**

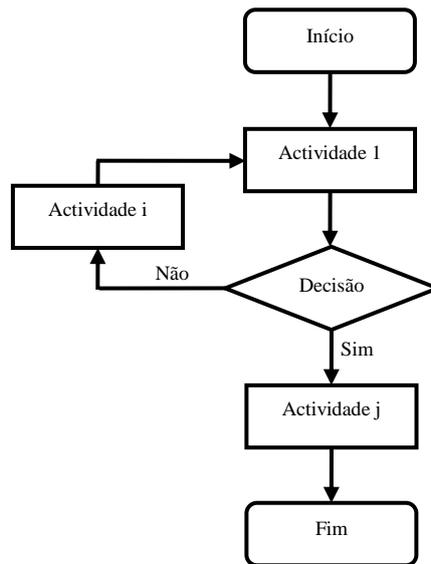
O Fluxograma é um tipo de diagrama que descreve esquematicamente um processo, isto é, apresenta, de uma forma sequencial, todos os passos necessários para a sua elaboração (Garcia, 2007).

Esta ferramenta da qualidade é geralmente utilizada em qualquer tipo de empresas para ilustrar de forma ordenada as várias etapas, entradas e saídas que contribuem para a organização de produtos e processos. Para além de sequenciar as actividades, o fluxograma ilustra o que se realiza em cada etapa, os materiais ou serviços que entram e saem do processo, as decisões que devem ser tomadas e as pessoas envolvidas.

A simbologia utilizada para a elaboração de um Fluxograma é de carácter universal, e é constituída por três tipos de elementos:

- **Início / Fim:** Identifica pontos de início ou de conclusão de um processo;
- **Actividade:** Simboliza a execução de uma tarefa ou de um passo no processo;
- **Decisão:** Representa um ponto do processo em que uma decisão deve ser tomada, em função do valor de alguma variável ou da ocorrência de algum evento.

Apresenta-se na Figura 3.1 um Fluxograma simplificado, constituído pelos três tipos de elementos.



**Figura 3.1: Representação simplificada de um Fluxograma (Pereira e Requeijo, 2008)**

### **3.2.2 Diagrama de Pareto**

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta básica da qualidade desenvolvida por Vilfredo Pareto (1848-1923), o qual constatou que apenas um número reduzido de pessoas detinha grande parte da riqueza existente. Joseph Juran adaptou este princípio à gestão da qualidade considerando que 80% dos problemas existentes num processo produtivo são causados por 20% das causas passíveis de os provocar (Pereira e Requeijo, 2008).

Esta ferramenta consiste num gráfico de barras que ordena a frequência das ocorrências, da maior para a menor, e ilustra a contribuição de cada causa para o problema em análise. A maior utilidade do diagrama é a de permitir uma fácil visualização das causas ou problemas mais relevantes, possibilitando uma centralização de esforços sobre os mesmos, estabelecendo prioridades de actuação, evitando perdas de tempo na resolução de causas que não contribuem com significância para o problema.

Depois de se definir o problema passível de ser analisado, a elaboração do Diagrama de Pareto deve seguir as seguintes orientações (Pereira e Requeijo, 2008):

- Definir os dados a coligir e o período de recolha;
- Recolher os dados;
- Classificar os dados obtidos em categorias e quantificar cada uma delas;
- Calcular a percentagem relativa de cada categoria;
- Ordenar as percentagens obtidas por ordem decrescente de valor;

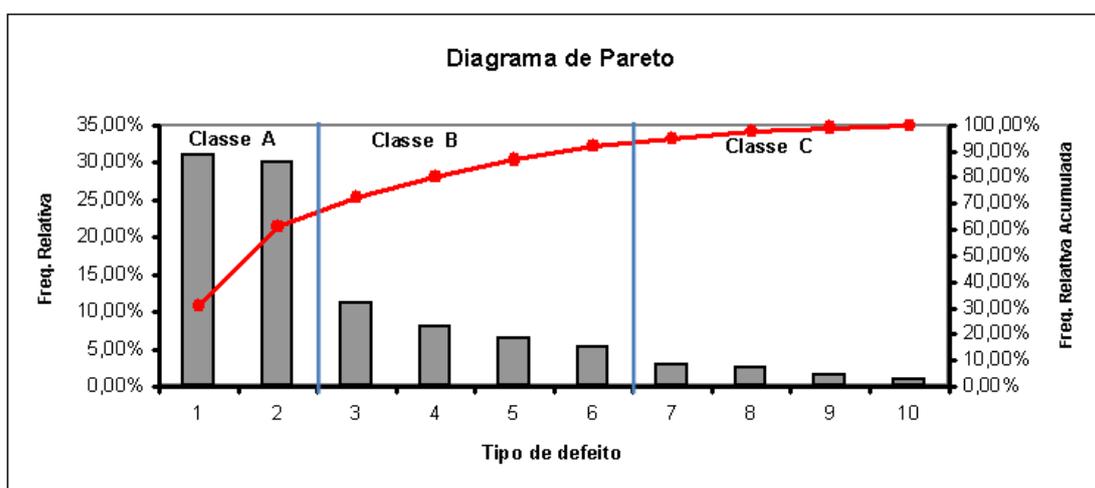
- Representar num gráfico de barras as categorias (eixo horizontal) e as respectivas percentagens relativas (eixo vertical);
- Traçar a curva dos valores acumulados das frequências.

O Diagrama de Pareto, também conhecido como diagrama 80-20, permite identificar os tipos de defeitos que contribuem com relevância para a não qualidade de um produto ou serviço e à consequente análise ABC. A classe A, de grande relevância, representa 20% das causas que originam cerca de 80% dos problemas, a classe B, de média relevância, refere que 30% das causas seguintes produzem 15% dos efeitos, e a classe C, de pequena relevância, representa as restantes causas (50%) responsáveis por apenas 5% dos efeitos (Pereira e Requeijo, 2008).

Apresentam-se, na Tabela 3.1, todos os dados para a elaboração do exemplo de Diagrama de Pareto da Figura 3.2.

**Tabela 3.1: Exemplo de dados para a construção de um Diagrama de Pareto**

Tipo de defeito	Defeito (%)	% Acumulada (defeitos)	Nº não conformidades (frequência absoluta, fa)	% ocorrência de não conformidades (frequência relativa, fr)	Nº acumulado de não conformidades (frequência absoluta acumulada, Fa)	% acumulada de não conformidades (frequência relativa acumulada, Fr)
a	10%	10%	620	31,00%	620	31,00%
b	10%	20%	600	30,00%	1220	61,00%
c	10%	30%	225	11,25%	1445	72,25%
d	10%	40%	160	8,00%	1605	80,25%
e	10%	50%	130	6,50%	1735	86,75%
f	10%	60%	105	5,25%	1840	92,00%
g	10%	70%	60	3,00%	1900	95,00%
h	10%	80%	50	2,50%	1950	97,50%
i	10%	90%	30	1,50%	1980	99,00%
j	10%	100%	20	1,00%	2000	100,00%



**Figura 3.2: Exemplo de Diagrama de Pareto**

Distinguem-se dois tipos de diagramas, o Pareto por Fenómeno, que determina quais os maiores problemas, e o Pareto por Causa, que determina quais as principais causas dos problemas. O primeiro pode ser aplicado em sectores como Qualidade (defeitos, falhas, reclamações, devoluções, reparações), Custo (perdas, despesas), Entregas (ruptura de stock, atrasos nos pagamentos, atrasos nas entregas) e Segurança (acidentes, falhas de paragens). O segundo diagrama utiliza-se em ramos como Operário (turno, idade, experiência, grupo), Máquina (equipamento, ferramenta, fábrica, lote, tipo), Matéria-prima (fabricante, fábrica, lote, tipo) e Método de operações (condições, encomendas, métodos) (Garcia, 2007).

### **3.2.3 Diagrama de Causa-e-Efeito**

O Diagrama de Causa-e-Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama em Espinha-de-Peixe, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943. Esta ferramenta relaciona graficamente os factores que influenciam um determinado efeito, isto é, as causas possíveis de originar um determinado problema.

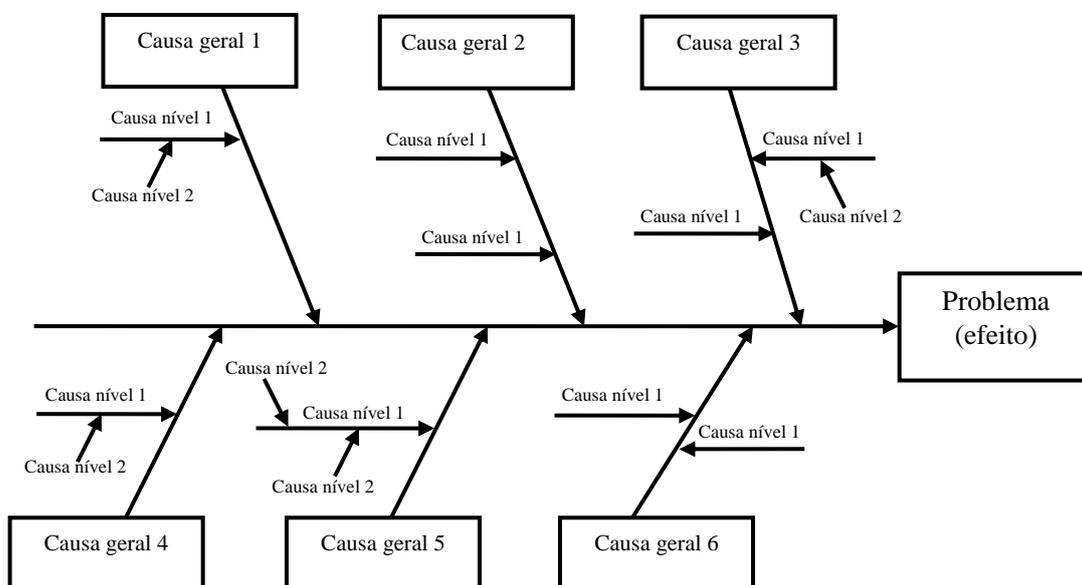
A construção de um Diagrama de Causa-e-Efeito deve ser efectuada de acordo com as seguintes fases (Pereira e Requeijo, 2008):

- Definir o problema a ser analisado: O problema deve ser o mais concreto possível, para que as causas possíveis de o provocar sejam específicas. Depois de definido o problema, traça-se uma linha horizontal central e descreve-se o problema (efeito) à direita do diagrama.
- Identificar as causas que originam o problema: Através da técnica *Brainstorming* a equipa de trabalho pode identificar as causas reais ou potenciais de um problema, que podem ser analisadas com maior ou menor detalhe, desde as causas principais às causas mais gerais, pelo que cada categoria de causa pode ser dividida tantas vezes quantas as necessárias.

As setas oblíquas apontadas para a seta horizontal correspondem às causas gerais. Ligadas as estas setas, são representadas setas horizontais, que correspondem às causas de nível 1, que afectam directamente a causa geral. As causas de nível 2 são representadas por setas oblíquas apontadas para a seta horizontal da causa de nível 1, e assim sucessivamente.

- Seleccionar as causas mais prováveis: Depois de concluído o diagrama, procede-se à sua análise no sentido de seleccionar as causas mais prováveis de originar o problema.
- Definir e implementar acções correctivas: Devem ser definidas acções correctivas capazes de eliminar as causas do problema, bem como os responsáveis pela respectiva implementação e prazos para a sua execução.
- Avaliar a eficácia das acções correctivas: Numa fase final de aplicação do Diagrama de Causa-e-Efeito, deve avaliar-se a eficácia das acções correctivas implementadas e proceder-se à divulgação dos resultados.

O diagrama da Figura 3.3 ilustra a explicação apresentada no parágrafo anterior, das fases de construção de um Diagrama de Causa-e-Efeito.



**Figura 3.3: Exemplo de Diagrama de Causa-e-Efeito**

Para uma correcta e eficaz elaboração do Diagrama de Causa-e-Efeito é fundamental ter em consideração os seguintes aspectos (Garcia, 2007):

- Definir as causas através de poucas palavras, construindo uma definição perceptível a qualquer pessoa externa à equipa de trabalho;
- Todos os envolvidos no processo de construção do Diagrama de Ishikawa devem estar de acordo e compreenderem o significado de cada uma das causas;
- Todos os membros da equipa de trabalho devem ser persistentes na investigação das causas e aprofundamento dos níveis;

- A insistente procura da(s) causa(s) primária(s) irá permitir um conhecimento detalhado de todo o processo;
- O diagrama depois de elaborado deve ser guardado e disponibilizado para ser consultado sempre que necessário.

Um dos pontos críticos na elaboração de um Diagrama de Causa-e-Efeito é o aprofundamento das causas de um problema. Sugere-se que a equipa de trabalho detalhe as causas de um determinado problema até três ou quatro níveis a partir da causa inicial. Chegar a cinco ou seis níveis exigirá um esforço muito grande dos participantes e isso somente será justificável para projectos/problemas complexos, cuja relação custo-benefício seja comprovada (Garcia, 2007).

### Brainstorming

As ferramentas da qualidade, de modo a atingirem o seu expoente máximo, exigem ser utilizadas por uma diversidade de pessoas, com qualificações distintas, pertencentes a uma equipa de trabalho. Neste contexto o *Brainstorming*, sendo uma técnica de geração de ideias, desenvolvida por Osborn, em 1938, envolve a contribuição de todos os participantes na procura de soluções criativas e inovadoras para a resolução de problemas. O envolvimento gerado pelo *Brainstorming* assegura uma melhor qualidade nas decisões tomadas pelo grupo, um maior comprometimento com a acção e um sentimento de responsabilidade compartilhado por todos.

O *Brainstorming* pode ser aplicado em qualquer fase do processo de resolução de problemas, sendo um método fundamental na identificação e selecção das questões a serem tratadas e na geração de possíveis soluções. De acordo com Bernillon e Cerutti (1990), são diversas as formas de aplicar a técnica *Brainstorming*, no entanto salienta-se a que compreende quatro fases:

- 1) Lembrar aos participantes as regras a respeitar:
  - Todas as ideias devem ser ditas, mesmo as mais extravagantes;
  - Devem ser produzidas o maior número possível de ideias;
  - Utilizar as ideias dos outros para desenvolver as suas próprias;
  - Não se admitem críticas ou comentários inibidores;
  - Cada um exprime por sua vez uma única ideia até que não haja mais nada a sugerir;
  - A participação deve fazer-se em bom ambiente, favorável à criatividade.

- 2) Definição, registo e explicação do assunto a tratar;
- 3) Fase de criação. Nesta fase cada um dos participantes deve falar na sua vez, para tornar mais fácil que pessoas mais tímidas se expressem, e deve produzir de cinco a dez ideias, que devem ser escritas por ordem cronológica;
- 4) Fase de análise. As ideias devem ser agrupadas de acordo com a sua natureza, para evitar as redundâncias, e devem ser rejeitadas as ideias pouco relacionadas com o assunto ou problema em causa.

### 3.3 Ferramentas de Planeamento e Gestão

As Ferramentas de Planeamentos e Gestão, também conhecidas pelas Novas Ferramentas da Qualidade, datadas de 1979 e da autoria de Shigeru Mizuno, são utilizadas na análise de problemas de natureza complexa e especialmente úteis na exploração de problemas, organização de ideias e na conversão de conceitos em planos de acção.

A Tabela 3.2 apresenta as Sete Novas Ferramentas e algumas indicações sobre a utilização de cada uma delas (Pereira e Requeijo, 2008).

**Tabela 3.2: As Sete Novas Ferramentas**

<b>Ferramenta</b>	<b>Objectivo da equipa</b>	<b>Questão</b>	<b>Resultado</b>
Diagrama de Afinidades	Clarificar um problema e limitá-lo ao essencial	“O quê”	Visão global do conjunto de relações
Diagrama de Relações	Procurar as causas fundamentais do problema	“Porquê”	Definição de relações causa-efeito
Diagrama em Árvore	Identificar os elementos conducentes à solução	“Como”	Estrutura de relações entre os elementos
Diagrama Matricial	Seleccionar os elementos da solução	“Qual”	Avaliação do grau das inter-relações
Matriz de Prioridades	Avaliar possíveis soluções	“Qual”	Tomar uma decisão
Gráfico de Decisão do Processo	Avaliar possibilidades	“Se...Então”	Escolha da solução
Diagrama de Actividades	Planear a solução	“Quando”	Ordenação cronológica das tarefas/acções

Neste capítulo abordam-se o Diagrama de Relações e o Diagrama em Árvore, que constituem as duas Ferramentas de Planeamento e Gestão utilizadas na Abordagem Experimental, numa fase antecedente à aplicação da metodologia AMFE.

### **3.3.1 Diagrama de Relações**

O Diagrama de Relações é uma ferramenta que permite visualizar as relações existentes entre os vários factores que compõem um problema complexo, e evidencia as ligações lógicas de causa e efeito pelo reconhecimento de que o efeito não é o resultado de uma única causa, mas de múltiplas causas inter-relacionadas. Este diagrama permite que todos os elementos da organização envolvidos na resolução de um problema entendam, explicitamente, o que é necessário ser efectuado e definam as acções prioritárias.

O método de construção do Diagrama de Relações deve seguir os seguintes passos (Pereira e Requeijo, 2008):

- Seleccionar o problema/tema a tratar, através da realização de uma sessão de *Brainstorming*;
- Registrar as ideias, devendo cada elemento da equipa de trabalho descrever possíveis causas sobre as quais seja possível actuar facilmente;
- Validar as ideias;
- Agrupar as ideias com causas semelhantes e dar uma designação a cada grupo formado. É ainda possível adicionar causas que se considerem importantes e que não tenham sido registadas;
- Desenhar as setas, no sentido da causa para o efeito, com base em relações concretas e possíveis;
- Seleccionar as causas principais, ou seja, aquelas que detêm um maior número de setas, quer de entrada quer de saída, e registar no próprio diagrama;
- Assinalar as causas principais no Diagrama de Relações.

Através da interpretação dos elementos constituintes do Diagrama de Relações é possível identificar quais são os efeitos (resultado, consequência, problema) e causas (factores geradores), através das setas de entrada e saída, bem como definir soluções a implementar para a resolução de um efeito, causa ou causa-raiz. Na Figura 3.4 apresenta-se um exemplo ilustrativo deste tipo de diagrama.

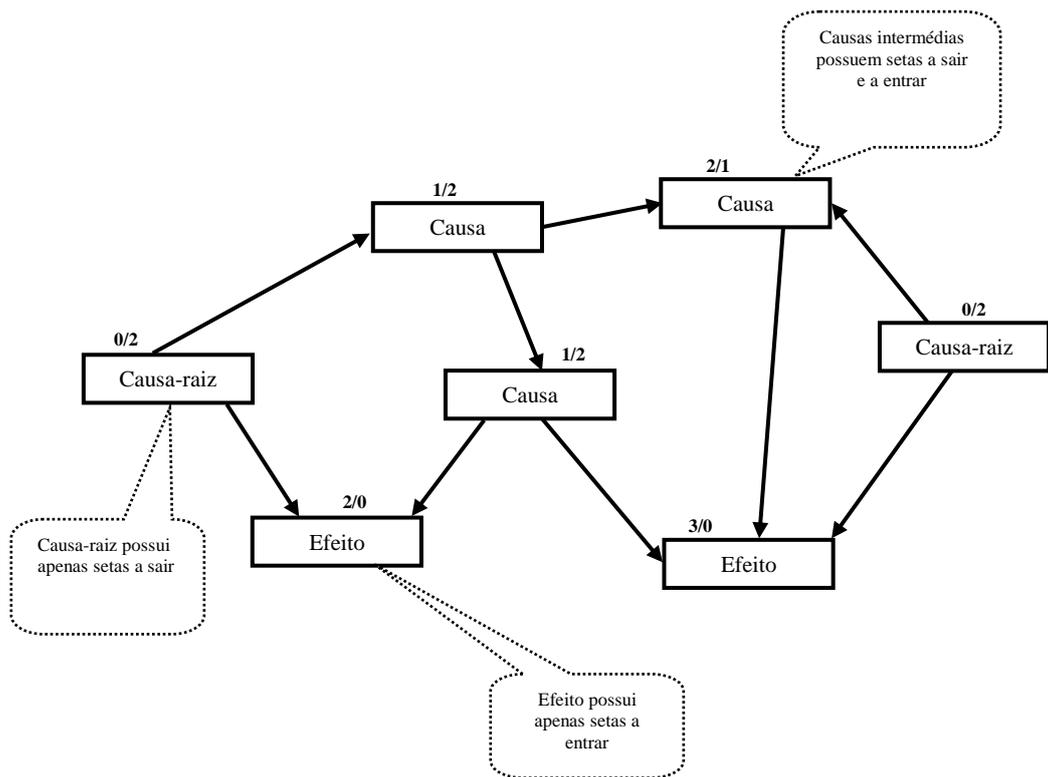


Figura 3.4: Exemplo de Diagrama de Relações

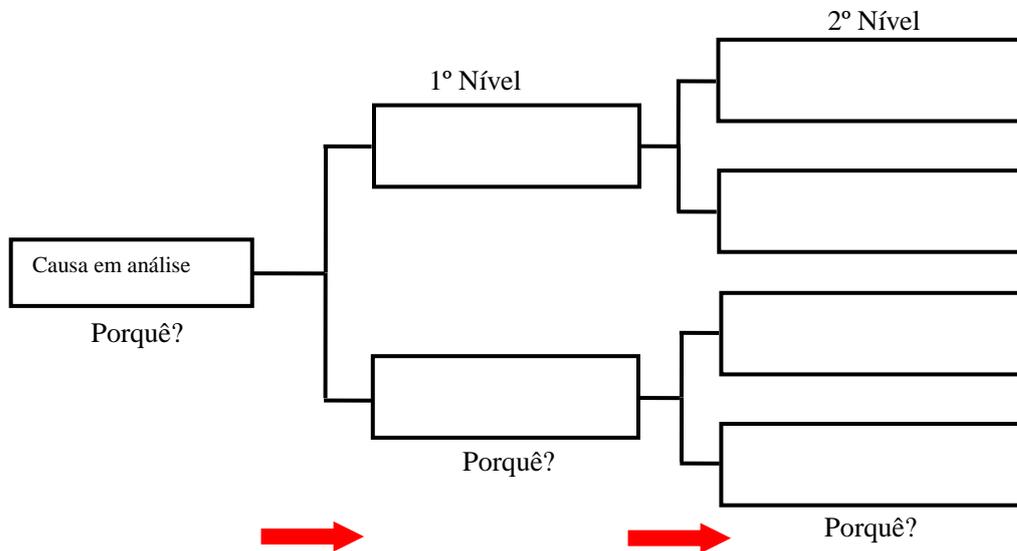
### 3.3.2 Diagrama em Árvore

O Diagrama em Árvore é uma ferramenta eficaz que define os meios que permitem alcançar um objectivo preestabelecido, possibilitando o desdobramento repetido do objectivo até se chegar a acções executáveis. Este diagrama caracteriza-se pela sua versatilidade, permitindo efectuar o desdobramento de causas, recursos e de acções de melhoria.

Para a elaboração de um Diagrama em Árvore é necessário seguir o procedimento abaixo descrito (Pereira e Requeijo, 2008):

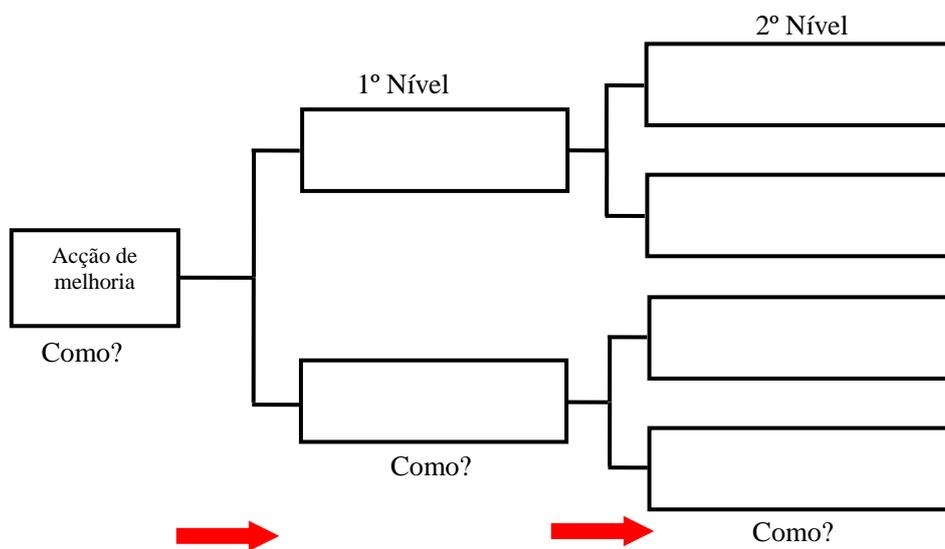
- Definir o tema ou objectivo final a atingir. Através da realização de uma sessão de *Brainstorming* definir os objectivos de nível 1, que constituem os ramos que se ligam ao objectivo final;
- Desdobrar os níveis adjacentes, tanto quanto possível;
- Rever o diagrama com o objectivo de verificar se o conteúdo e a estrutura da árvore são lógicos e permitem atingir o objectivo final.

Para o desdobramento de causas que dão origem a efeitos ou situações indesejáveis, em cada passagem de nível deve colocar-se a questão “Porquê?”, como se ilustra na Figura 3.5.



**Figura 3.5: Exemplo de Diagrama em Árvore para o desdobramento de causas**

Quando se pretende efectuar o desdobramento para as acções de melhoria, coloca-se a questão “Como?”, em cada passagem de nível, como se apresenta na Figura 3.6.



**Figura 3.6: Exemplo de Diagrama em Árvore para o desdobramento de acções de melhoria**

O desdobramento do Diagrama em Árvore deve ser efectuado até se atingir um nível onde seja possível definir quais as acções correctivas a implementar e respectivos

prazos necessários, e qual o responsável pela coordenação e supervisão dos resultados atingidos com as acções correctivas implementadas.

### **3.4 Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos**

A capacidade de distinção das organizações pela qualidade, na concepção de produtos ou serviços, passa por efectuar uma análise preventiva aos mesmos, para que assim seja possível ocuparem uma posição privilegiada no mercado onde se inserem. Torna-se portanto imprescindível que as empresas percebam de que modo é que os seus produtos ou serviços podem desagradar os seus clientes, em que podem eles não corresponder às expectativas dos clientes, tendo em conta que, segundo Fey e Gogue (1983), a qualidade de um produto ou serviço é caracterizada pela sua aptidão para satisfazer as necessidades dos utilizadores. Neste seguimento, a AMFE (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos) constitui um procedimento que permite avaliar os potenciais modos de falha, identificar os efeitos das falhas e determinar medidas que possam reduzir ou eliminar a ocorrência das falhas, para uma análise eficaz aos produtos e serviços oferecidos pelas empresas.

Em meados da década de 60, iniciou-se a análise sistemática, com o objectivo de estudar e prevenir as causas dos possíveis modos de falha e respectivos efeitos, ao nível da função, *performance* e segurança.

Segundo McKean, referido por Farinha (1996), a origem da metodologia AMFE advém da preocupação com a prevenção de potenciais modos de falha no desenvolvimento de novos produtos ao nível da engenharia de segurança, durante a 2ª Guerra Mundial. As bases da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos são lançadas por Engenheiros alemães, responsáveis pelo desenvolvimento dos mísseis balísticos V-1, pioneiros a sugerir a ideia de que um projecto complexo teria a fiabilidade do elemento mais fraco.

Mccollin, referido por Silva *et al.* (2006), defende que o procedimento militar US MIL-P-1629, intitulado *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*, consiste na primeira referência escrita da metodologia AMFE. Esse procedimento foi desenvolvido pelo exército norte-americano, em 1949, e foi usado na

determinação dos efeitos das falhas de sistemas e equipamentos, na classificação do seu impacto no sucesso da missão e sobre as condições de segurança referentes ao pessoal e equipamentos.

Engenheiros da *Boeing*, na procura da melhoria da segurança dos seus produtos, desenvolveram o método que se designou por Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos, que visava identificar os pontos fracos do sistema, estimando para o efeito um parâmetro que passou a ser designado por Índice de Prioridade de Risco.

A referência histórica mais relevante de aplicação da AMFE data de 1972, em que a Ford utilizou a técnica na concepção e desenvolvimento dos seus veículos, devido às crescentes exigências de segurança e regulamentação.

Embora inicialmente desenvolvida por militares, a metodologia AMFE é actualmente utilizada por empresas prestadores de serviços e numa grande variedade de indústrias, por produtores e seus fornecedores, sendo considerada imprescindível na fase de concepção e desenvolvimento de produtos, numa tentativa de melhorar a produção e *design*.

### **3.4.1 Conceito**

A AMFE é um procedimento que permite analisar todos os possíveis modos de falha, numa óptica preventiva, em produtos, processos ou serviços. Baseia-se na descrição exhaustiva do objecto em análise, em termos das suas características, visando reduzir a probabilidade de ocorrência dos modos de falha mais significativos, considerando para cada um dos possíveis modos de falha, os efeitos prováveis dos mesmos, com o propósito de determinar as causas com eles relacionadas.

Na Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos existem conceitos fundamentais que merecem ser abordados, para uma melhor percepção desta metodologia. Ocorre uma Falha num produto, processo ou serviço quando estes não satisfazem, não cumprem uma função ou não funcionam de acordo com as especificações, constituindo Causas que dão origem aos Modos de Falha, cuja consequência em produtos, processos ou serviços se caracteriza pelo Efeito produzido aos clientes.

Os produtos, processos ou serviços são minuciosamente explorados com o fim de se identificar quais os seus possíveis modos de falhas, respectivos efeitos e causas. Cada causa é classificada em termos de probabilidade de Ocorrência, Gravidade dos efeitos e eficácia da Detecção dos métodos de controlo estabelecidos. Para cada um destes parâmetros é atribuída uma pontuação, que geralmente varia entre 1 e 10. Os parâmetros são multiplicados entre si e o resultado é um indicador de risco, habitualmente designado por Número de Prioridade de Risco (NPR), que permite verificar quais os modos de falha prioritários nos quais devem ser introduzidas medidas correctivas e preventivas que possam reduzir o risco associado à ocorrência indesejada.

A análise de falhas é particularmente eficaz em projectos novos ou na melhoria de projectos já existentes, uma vez que permite uma melhor compreensão sobre a falha em si mesma e sobre as suas causas, desenvolve acções correctivas com o objectivo de prevenir a repetição da falha e atribui responsabilidades relativamente ao processo de melhoria (Farinha, 1996).

### **3.4.2 Objectivo**

De acordo com Stamatis (1995), a qualidade de produtos e serviços deve ser prioritária de modo a ser possível alcançar a satisfação do cliente. É dever das organizações agradar os utilizadores dos seus *outputs*, através de um processo de melhoria contínua (eliminar ou reduzir falhas, erros, custos, etc.). Para sustentar este objectivo, as empresas podem recorrer a metodologias da qualidade como a AMFE, que constitui uma ferramenta de engenharia de concepção e desenvolvimento de produtos ou processos, que permite detectar problemas de qualidade antes do produto ou serviço chegar ao cliente, assim como avaliar a insatisfação do cliente relativamente a esse produto ou serviço. Para Fitzgerald, referido por Farinha (1996), a AMFE pode ter início em qualquer altura de concepção ou desenvolvimento, podendo ser concretizada com o nível de detalhe pretendido. Segundo Stamatis (1995), a análise AMFE deve ser efectuada o mais cedo possível. Quanto mais precoce for a recolha de informação, mais cedo se identificam os modos de falha e se actua sobre a(s) causa(s) dos mesmos, tornando o projecto em questão mais credível.

### 3.4.3 Nível de Análise da AMFE

Quando se procede à análise dos modos de falha de um produto ou processo, é importante ter noção de que estes podem ter mais que um nível, pelo que se torna necessário perceber qual a causa raiz que motivou o desencadear de acções que deram origem ao problema, uma vez que quanto mais o estudo estiver focado na causa raiz, maior será o sucesso alcançado na eliminação de falhas. No entanto, a identificação das causas que deram origem a um modo de falha não deve ser efectuada de forma precipitada, isto porque, segundo Stamatis (1995), uma solução rápida pode resultar na sobrevalorização de um sintoma, e numa medicação de curto prazo, que irá dissimular e comprometer a eliminação do(s) verdadeiro(s) problema(s).

A Figura 3.7 ilustra a relação entre o Nível de Análise da AMFE e a Causa, Modo e Efeito da Falha (Garcia, 2007).

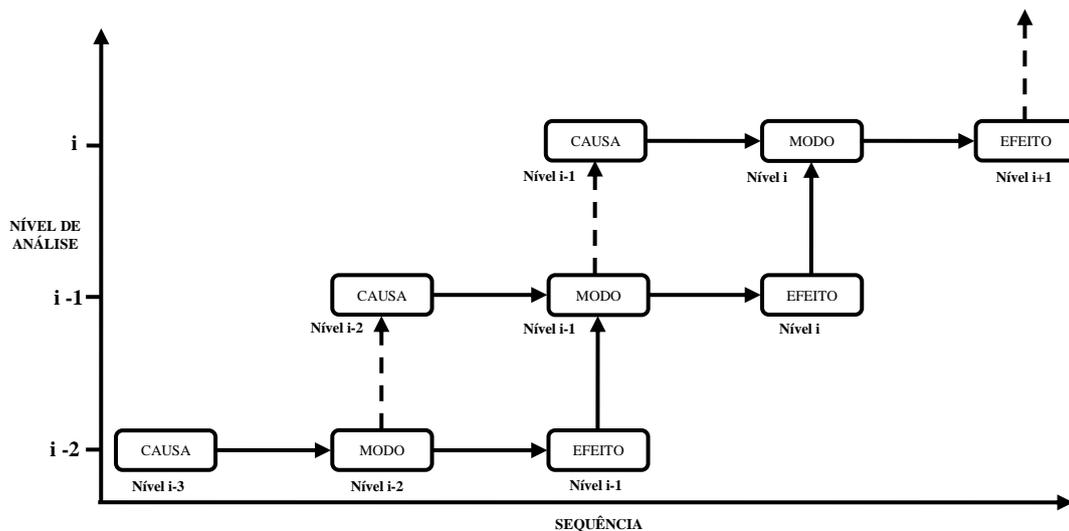


Figura 3.7: Nível de análise da AMFE

Segundo Ireson e Coombs (1988), existem dois tipos de decisões que se podem tomar quanto ao Tipo de Abordagem e Método de Análise. No Tipo de Abordagem, a escolha deve situar-se entre uma análise do geral para o particular, iniciando-se ao nível do sistema e evoluindo até ao componente (que se entende como qualquer peça ou função elementar), ou o inverso. Para os referidos autores, quando os recursos humanos e técnicos são limitados, a melhor solução passará pela combinação entre as duas opções, consoante a situação e nível de risco envolvido. Relativamente ao Método de Análise,

as alternativas passam por analisar por funções, por tecnologia, ou por uma combinação de ambas. O método funcional consiste numa apreciação das funções dos elementos do sistema, entendidas como variável de saída. O método de análise por tecnologia requer uma definição do projecto como requisito prévio, sendo limitada a aplicações do projecto em fases posteriores.

### **3.4.4 Aplicações da AMFE**

O critério estabelecido para a classificação dos diversos tipos de AMFE existentes baseia-se no objecto a ser analisado, no entanto a base comum às variantes existentes é a identificação dos modos de falha, suas causas e respectivos efeitos. As aplicações da AMFE podem ser de três tipos:

- AMFE do Produto;
- AMFE do Processo;
- AMFE de Meios.

#### **3.4.4.1 AMFE do Produto**

A AMFE do produto aplica-se na fase de concepção e desenvolvimento de um componente, produto ou sistema, como forma de assegurar que os modos de falha foram considerados e as suas causas potenciais foram corrigidas. A referida aplicação exprime preocupações relativas à satisfação de requisitos e especificações e permite apoiar as actividades de projecto, possibilitando uma redução do risco de falha, através das seguintes formas (Farinha, 1996):

- Acrescentar uma avaliação objectiva dos requisitos do projecto e das suas alternativas;
- Aumentar a probabilidade de se considerar os potenciais modos de falha e seus efeitos, na fase de concepção e desenvolvimento;
- Fornecer informação adicional de apoio ao nível do planeamento detalhado de testes e de desenvolvimento do produto;
- Desenvolver uma linha de potenciais modos de falha, ordenados de acordo com o efeito que têm no cliente, e estabelecer um sistema de prioridades para a melhoria do produto e testes de desenvolvimento;
- Fornecer um meio de registar que permita rastrear as acções de redução do risco;
- Fornecer referências futuras, para ajudar na análise dos efeitos durante a utilização e avaliação de alterações de engenharia.

#### **3.4.4.2 AMFE do Processo**

A AMFE do Processo aplica-se na fase de desenvolvimento do processo produtivo, apoiando quaisquer actividades do mesmo, permitindo garantir que foram considerados os possíveis modos de falha e desenvolver um controlo adequado para prevenir a ocorrência das causas da falha. Esta aplicação permite, ainda, avaliar os efeitos das falhas e reduzir o risco de falha, estabelecendo acções para melhorar o processo, tais como (Farinha, 1996):

- Identificar os potenciais modos de falha do processo, relacionados com o produto, avaliando os potenciais efeitos de falha nos clientes;
- Identificar as potenciais causas de falha no processo de fabrico ou montagem;
- Identificar as variáveis do processo, concentrando-se a atenção sobre a ocorrência ou detecção das condições de falha nos casos com maior risco;
- Definir acções correctivas prioritárias estabelecendo, para o efeito, um conjunto de modos de falha, organizados por ordem do seu efeito nos clientes.

A referida aplicação constitui a melhor abordagem a ser implementada no presente trabalho, efectuado numa empresa prestadora de serviços, uma vez que irá permitir identificar as deficiências do processo e oferecer planos de acções correctivas.

#### **3.4.4.3 AMFE de Meios**

A AMFE de Meios aplica-se na aquisição ou utilização de meios produtivos a todos os componentes ou sistemas do mesmo que corram o risco de não cumprir os objectivos propostos relativamente à fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade, qualidade e segurança. Esta aplicação permite às empresas melhorar os seus resultados em termos de produtividade, qualidade, prazos e custos.

#### **3.4.5 A AMFE nos Serviços**

A aplicação AMFE pode ser utilizada em qualquer indústria ou organização que forneça um serviço, como instituições financeiras (para avaliar o grau de eficácia dos seus serviços e permitir uma maior concentração em questões de maior importância para os clientes), indústrias hospitaleiras (para identificar problemas específicos e respectivas consequências para os clientes), instituições educacionais e governamentais (para avaliar a *performance* dos serviços para os clientes), cuidados de saúde (para definir as

consequências ou conhecer potenciais problemas antes deles acontecerem), entre outras. Torna-se, portanto, uma abordagem muito útil uma vez que permite avaliar o desempenho de todo o tipo de serviços na óptica do cliente, tendo sempre a finalidade de o melhorar, para que assim este cumpra as especificações do cliente, que o irá usufruir.

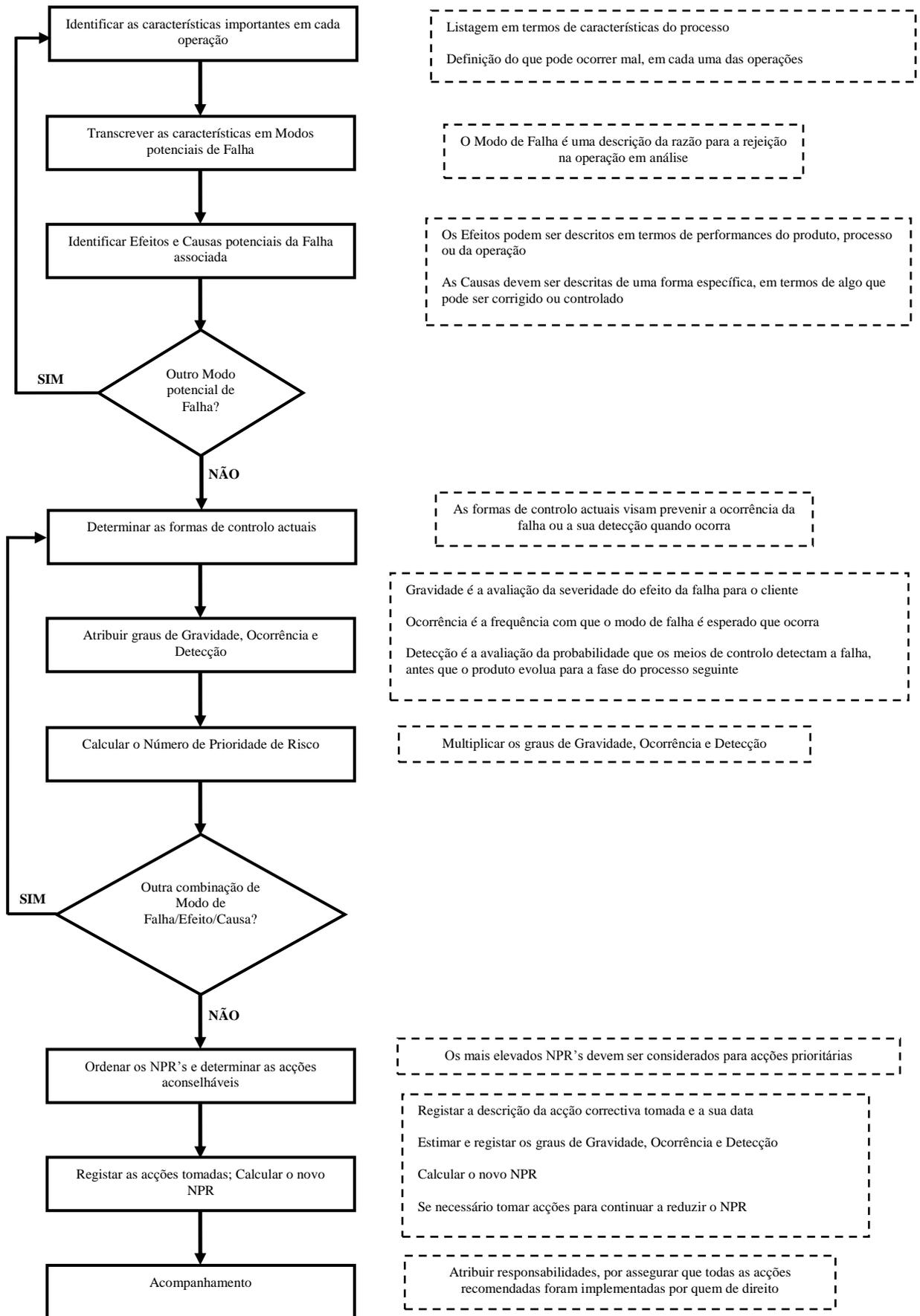
Com a aplicação da ferramenta AMFE nos serviços torna-se possível minimizar efeitos sobre o processo de falha do serviço, definindo-se e maximizando-se respostas para uma melhor qualidade do serviço prestado ao cliente, através do acompanhamento do mesmo e da aplicação de acções correctivas.

Existem questões específicas que devem ser consideradas no âmbito de realização da AMFE nos serviços (Stamatis, 1995):

- Qual é o verdadeiro desempenho e eficácia do serviço?
- O que deve o serviço fazer e quais as suas utilizações?
- Qual é a verdadeira eficácia da capacidade de suporte?
- Os requisitos inicialmente especificados para o serviço são adequados? Estão a ser cumpridos?
- Como desempenha o serviço a sua função?
- Que materiais e/ou outros serviços são utilizados na prestação do serviço?
- Como, e em que condições, o serviço interage com outros serviços?
- Quais os subprodutos criados pelo serviço ou pela prestação do serviço?
- Como é o serviço utilizado, mantido, alterado e suspenso no final da sua vida útil?
- Quais são os passos operacionais na prestação do serviço?
- Quais as fontes de energia envolvidos na prestação do serviço, e como?
- Quem irá utilizar o serviço? Quais são as capacidades e limitações desses indivíduos?
- O serviço é de custo-benefício?

### **3.4.6 Construção de uma AMFE**

Para uma melhor compreensão da metodologia utilizada na aplicação da AMFE, apresenta-se, na Figura 3.8, um fluxograma descritivo do procedimento a ser seguido.



**Figura 3.8: Fluxograma de construção da AMFE (Adaptado de Garcia, 2007)**

A metodologia utilizada na aplicação da ferramenta é dividida em duas partes distintas: Fase de Avaliação e Fase de Reavaliação e Melhoria. Na primeira, verificam-se, para cada modo de falha, as causas que apresentam valores de NPR mais elevados. Numa segunda fase, elabora-se um plano de recomendações para as referidas causas e verifica-se o resultado da eficácia das acções tomadas.

#### **3.4.6.1 Análise Qualitativa**

Para se proceder à análise de um processo é necessário que este seja minuciosamente detalhado. É imprescindível verificar quais as suas principais características assim como as etapas e operações que dele fazem parte. A análise pode ser efectuada de dois modos distintos (Garcia, 2007):

- Recorrendo a dados históricos relativos ao processo;
- Através de um estudo e investigação ao processo, pela equipa responsável, pela constatação *on-location*, ou utilizando outros métodos como *brainstorming* ou Fluxogramas.

Na análise de um processo torna-se importante definir os critérios utilizados para a sua divisão. O processo pode ser dividido por funções, sistemas e subsistemas, ou por componentes individuais. Independentemente dos critérios utilizados, o importante é que estes sejam os mesmos para as fases de concepção, execução e manutenção (Silva *et al.*, 2006).

#### **Dimensões da componente qualitativa da AMFE**

A componente qualitativa da AMFE é constituída por um conjunto de dimensões subjectivas, as quais serão sucintamente descritas, uma vez que uma correcta interpretação das mesmas irá permitir classificar e enquadrar a informação disponível da melhor forma, para uma aplicação da AMFE mais eficaz.

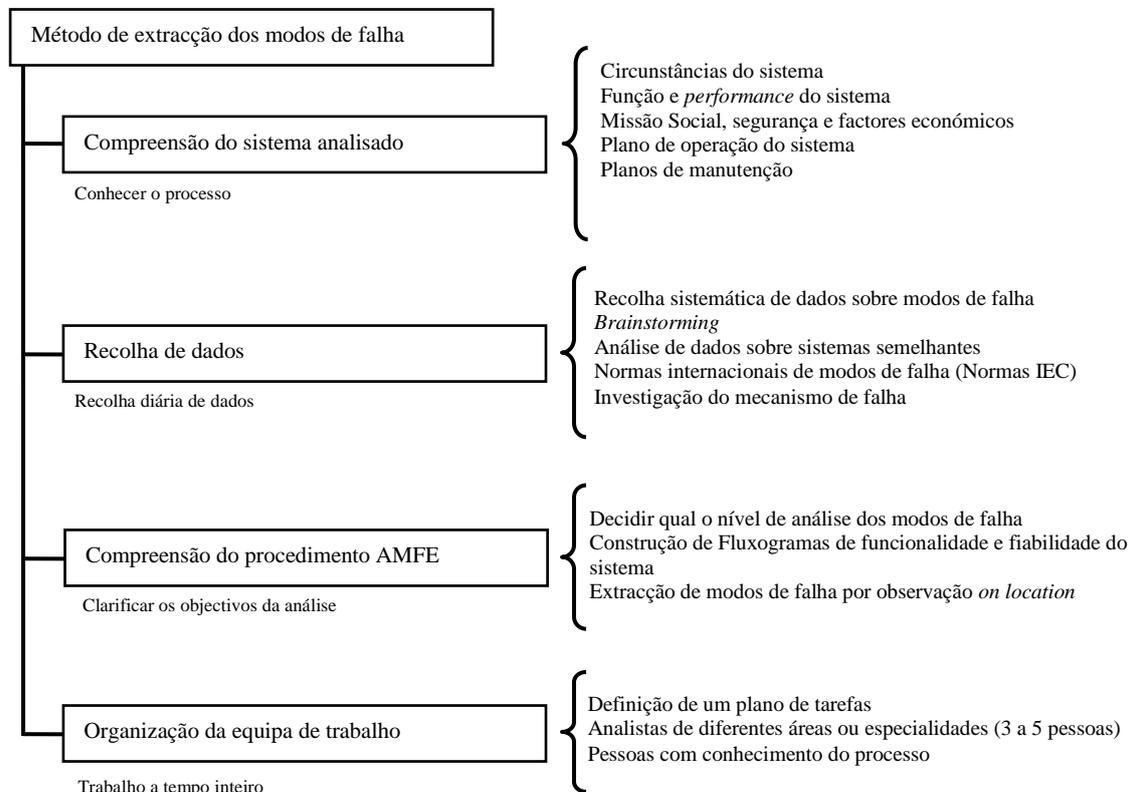
- **Análise Funcional**

A análise funcional consiste, segundo Silva *et al.* (2006), na identificação das funções que um elemento deve cumprir, tendo em conta as exigências e expectativas do cliente e

os requisitos regulamentares. A designação das funções deve ser efectuada de forma concisa, exacta e de fácil compreensão.

- **Modo de falha**

Modo de falha corresponde à descrição de como ocorre a falha, sendo que, segundo Stamatis (1995), a falha entende-se por um problema, preocupação, erro ou desafio. A falha corresponde à incapacidade de um sistema cumprir a função para a qual foi designado, tendo em conta o que se conhece ou uma circunstância potencial. O modo de falha pode ter vários níveis, dependendo da complexidade da função em estudo. A Figura 3.9 apresenta uma metodologia de extracção dos modos de falha.



**Figura 3.9: Metodologia para a extracção dos modos de falha (Stamatis, 1995)**

Quando se pretende detectar os modos de falha, segundo Johnson, P. e Niezgoda, S., referidos por Silva *et al.* (2006), torna-se inevitável responder a questões “como pode falhar um produto?” ou “como pode falhar potencialmente um processo?”, sendo necessário recorrer a informação documentada (AMFE’s anteriores, relatórios da

qualidade, reclamações de clientes, entre outros), experiências ou testes laboratoriais, experiência *on job* e opinião de peritos.

- **Efeito da falha**

O efeito da falha corresponde à consequência que a falha tem no sistema e, segundo Stamatis (1995), deve ser abordado de duas formas: ao nível local, no caso da falha ser isolada e não afectar nenhum outro elemento, e ao nível global, no caso da falha ter consequências sobre outros elementos ou funções, isto é, no caso de ter um efeito dominó no sistema.

Para cada modo de falha deve listar-se as consequências dos efeitos potenciais negativos, ao nível do rendimento do componente e sistema, no grau de descontentamento que a não conformidade provoca no cliente ou utilizador final e em termos de segurança e exigências regulamentares (Johnson, P. e Niezgoda, S., referidos por Silva *et al.*, 2006).

- **Causa da falha**

A causa da falha diz respeito ao acontecimento que originou o modo de falha identificado. Para cada modo potencial de falha deve identificar-se e descrever quais as causas mais prováveis, dado que um modo de falha pode ter origem em várias causas. Quando se pretende perceber quais as causas que despoletaram uma falha, procura-se a razão pela qual uma exigência ou requisito falham, procurando dar-se resposta à pergunta “O que tem que acontecer para que a função seja desempenhada correctamente?” (Silva *et al.*, 2006).

### **3.4.6.2 Análise Quantitativa**

Sendo a AMFE uma aplicação que permite identificar problemas actuais e potenciais, evitando que estes tenham consequências no consumidor final, torna-se necessário que os problemas sejam analisados sob várias perspectivas de prioridade. Existem três parâmetros que permitem definir a prioridade de uma falha: Índice de Gravidade, Índice de Ocorrência e Índice de Detecção.

Cada organização tem a liberdade de quantificar os índices pelo método que considerar mais conveniente, no entanto existem duas formas mais comuns de o fazer, ambas com base em critérios qualitativos ou quantitativos, em função do método de análise de dados escolhido: o ordenamento dos valores com base numa escala ordinal de 1 a 5, e uma outra, com base numa escala ordinal de 1 a 10 (Stamatis, 1995).

Stamatis (1995) recomenda a utilização da escala de 1 a 10 para a quantificação dos índices, por oferecer uma fácil interpretação, exactidão e precisão na quantificação dos valores atribuídos e por estes argumentos se optou por utilizar esta escala no presente trabalho.

- **Índice de Gravidade**

A Gravidade mede a intensidade do efeito da falha para o cliente (Farinha, 1996). A classificação dos efeitos de gravidade deve ser efectuada considerando-se alguns factores, segundo a Norma IEC 60812:2006, referida por Silva *et al.* (2006), como os efeitos possíveis sobre os utilizadores e meio envolvente, o desempenho funcional do sistema ou do processo, cumprimento de exigências contratuais impostas pelo cliente e requisitos regulamentares ou de garantia.

Numa escala ordinal de 1 a 10, quanto mais pequenos forem os valores, menores serão os efeitos. À medida que se avança na escala os valores vão representando um maior nível de gravidade dos efeitos, sendo que os valores 9 e 10 pressupõem riscos para a integridade física ou saúde do indivíduo, e devem por isso ser utilizados apenas em situações que realmente o justifiquem (Garcia, 2007). Na Tabela 3.3 apresentam-se os índices de Gravidade definidos segundo Stamatis (1995).

**Tabela 3.3: Definição dos Índices de Gravidade**

Efeito	Nível	Critério
Sem efeito	1	Inexistência de efeitos no produto ou processos subsequentes.
Efeito muito ligeiro	2	O consumidor não se aperceberá da falha. Muito ligeiro efeito nas <i>performances</i> do produto/processo. Falha não vital notada ocasionalmente.
Efeito ligeiro	3	O consumidor fica levemente irritado. Leve efeito nas <i>performances</i> do produto/processo. Falha não vital notada a maior parte das vezes.
Pequeno efeito	4	O consumidor sente um pequeno incómodo. Pequeno efeito nas <i>performances</i> do produto/processo. A falha não exige reparação. Falha não vital notada sempre.
Efeito moderado	5	O consumidor sente alguma insatisfação. Efeito moderado nas <i>performances</i> do produto/processo. Falha em peça não vital exige reparação.
Efeito significativo	6	O consumidor sente desconforto. A <i>performance</i> do produto/processo fica degradada, mas segura e operável. Parte não vital inoperável.
Grande efeito	7	Consumidor insatisfeito. Grande efeito no processo. Retrabalho/reparação de peça necessário. <i>Performance</i> do produto/processo gravemente afectada mas funcional e segura. Subsistema inoperável.
Efeito extremo	8	Consumidor muito insatisfeito. Efeito extremo no processo. Equipamento danificado. Produto inoperável mas seguro. Sistema inoperável.
Efeito sério	9	Efeito potencialmente perigoso. Relacionado com a segurança. Rompimento com operações de processos subsequentes. Cumprimento de normas governamentais de risco.
Efeito perigoso	10	Efeito perigoso. Relacionado com a segurança – falha súbita. Incumprimento de normas governamentais.

- **Índice de Ocorrência**

A Ocorrência corresponde à frequência ou probabilidade com que sucede determinado modo de falha e equivale à probabilidade de ocorrer a causa que dará origem à falha (Garcia, 2007).

De modo a ser possível determinar a probabilidade de ocorrerem determinados modos de falha, para além de informações publicadas sobre as taxas de falha, deve obter-se dados de ensaios da duração da vida do componente, taxas de falhas disponíveis em base de dados, falhas ocorridas durante a exploração/funcionamento do sistema e falhas em dispositivos semelhantes (IEC 60812:2006, referido por Silva *et al.*, 2006). Na eventualidade da organização não possuir qualquer tipo de registos históricos de modos de falha, deve recorrer-se à experiência dos trabalhadores e à opinião da engenharia do produto/processo (Farinha, 1996).

Na escala de 1 a 10, quanto menor o valor, menor a probabilidade de ocorrência de um determinado modo de falha. Na Tabela 3.4 apresentam-se os índices de Ocorrência definidos por Stamatis (1995).

**Tabela 3.4: Definição dos Índices de Ocorrência**

Ocorrência	Nível	Critério
Quase nunca	1	Falha improvável. Histórico não apresenta falhas.
Remota	2	Esperada uma rara ocorrência de falhas.
Muito ligeira	3	Esperadas muito poucas falhas.
Ligeira	4	Esperadas poucas falhas.
Baixa	5	Esperadas falhas ocasionais.
Média	6	Esperado um número moderado de falhas.
Moderadamente alta	7	Esperado um número frequente de falhas.
Alta	8	Esperado um número alto de falhas.
Muito alta	9	Esperado um número muito alto de falhas.
Quase certa	10	Falha quase certa. Existe um historial de falhas para processos anteriores ou semelhantes.

- **Índice de Detecção**

O índice de Detecção é definido em função da probabilidade de não se identificar a ocorrência de uma falha, antes que o efeito desta se manifeste (Farinha, 1996) ou que esta seja percepcionada pelo cliente (Silva *et al.*, 2006). Este parâmetro pretende avaliar, segundo Garcia (2007), o nível de controlo, existente ou esperado, e respectiva capacidade de detectar falhas ou causas geradoras.

Na escala ordinal de 1 a 10, os valores mais altos de classificação adaptam-se para os mais altos níveis de ineficácia ou incapacidade em detectar as falhas em questão. A probabilidade da falha ser identificada antes de produzir estragos no sistema será tanto maior, quanto menor for o valor definido pelo índice de detecção. Na Tabela 3.5 descrevem-se os índices de Detecção delimitados por Stamatis (1995).

**Tabela 3.5: Definição dos Índices de Detecção**

Detecção	Nível	Critério
Quase certa	1	Os controlos actuais quase sempre irão detectar a falha. São conhecidos controlos para detecção fiáveis que são utilizados em processos semelhantes.
Muito alta	2	Muito alta probabilidade de os controlos actuais detectarem a falha.
Alta	3	Forte probabilidade dos controlos actuais detectarem a falha.
Moderadamente alta	4	Muito alta probabilidade de os controlos actuais detectarem a falha.
Média	5	Probabilidade média dos controlos actuais detectarem a falha.
Baixa	6	Baixa probabilidade de os controlos actuais detectarem a falha.
Ligeira	7	Ligeira probabilidade dos controlos actuais detectarem a falha.
Muito ligeira	8	Muito ligeira probabilidade dos controlos actuais detectarem a falha.
Remota	9	Probabilidade remota dos controlos actuais detectarem a falha.
Quase impossível	10	Não são conhecidos controlos para a detecção da falha.

### Análise de Criticidade

A criticidade é traduzida pelo Número de Prioridade de Risco (NPR), que consiste num indicador que reflecte a importância de cada um dos modos de falha (Garcia, 2007). Farinha (1996) refere-se a este indicador como Índice de Prioridade de Risco (IPR), que corresponde ao nível de urgência em definir acções correctivas. O NPR é calculado através da multiplicação dos três índices que definem a prioridade de falha, Gravidade (G), Ocorrência (O) e Detecção (D), na tabela AMFE.

$$\text{NPR} = G \times O \times D$$

Para os valores de NPR mais elevados, estabelecem-se planos de acção que devem incidir sobre as causas dos modos de falha. Os valores de NPR devem ser, segundo Stamatis (1995), dispostos num Histograma, numa análise do tipo Pareto.

### Acções Correctivas

Depois de elaborada a AMFE, deve efectuar-se um plano de acções correctivas, que privilegie a prevenção, para os valores de NPR mais elevados e para as causas cujos índices de Ocorrência e Detecção se destaquem por ser elevados. Deve ser nomeado um responsável e definidos prazos de implementação, para cada acção correctiva, de forma a garantir a sua implementação.

As informações obtidas com a elaboração da AMFE devem ser utilizadas com a finalidade de actuar sobre o processo e sobre as principais causas responsáveis pelo modo de falha, permitindo uma melhoria do processo, tornando-o mais eficaz, fiável e rentável.

### Gestão da melhoria

Numa fase de reavaliação, depois de implementadas as acções correctivas, devem calcular-se novamente os NPR's, para uma possível avaliação do sucesso das medidas de melhoria empregues. Caso se justifique, isto é, caso os valores de NPR não tenham reduzido substancialmente, devem implementar-se novas medidas de correcção.

### 3.4.6.3 Processo de Condução da AMFE

Segundo Stamatis (1995), o objectivo, a longo prazo, do processo de condução da AMFE, será eliminar totalmente todos os modos de falha. A curto prazo será minimizar os modos de falha, ou eliminá-los, se possível. Aliados a estes objectivos devem estar as necessidades da empresa, os custos, os consumidores e a concorrência. O mesmo autor propõe uma abordagem sistemática na implementação da AMFE, que deve respeitar os seguintes passos:

1. Escolha da equipa e *brainstorming*: Deve assegurar-se que todos os indivíduos adequados irão participar. A equipa deve ser multidisciplinar, de áreas funcionais diversas, e deve estar motivada para contribuir. Depois de reunida a equipa devem ser priorizadas as oportunidades de melhoria. O objecto de estudo da equipa deve ser definido (sistema, produto, processo, ou serviço) e colocadas as seguintes questões: Que tipo de problemas existem e quais podem ser antecipados com determinada situação? O consumidor e os fornecedores foram envolvidos no processo de estudo ou a procura de melhoria está a ser desenvolvida independentemente? As falhas identificadas pelos fornecedores/consumidores podem acelerar e facilitar significativamente todo o processo?

Se os membros da equipa não estiverem envolvidos deve recorrer-se a ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Afinidades e/ou Diagramas de Causa-e-Efeito, e a dados históricos.

2. Diagramas de blocos funcionais ou Fluxogramas: Para AMFE's de sistemas ou projecto deve ser aplicado o diagrama de blocos funcionais, para AMFE's de processo ou serviço devem ser aplicados Fluxogramas. A ideia é garantir que todos os profissionais envolvidos compreendam o objecto de estudo, e identifiquem os problemas associados ao mesmo. Ambas as ferramentas permitem identificar as relações e interacções entre sistemas, subsistemas, componentes, processos, montagens e/ou serviços e ajudam a compreender o funcionamento do objecto de estudo.
3. Priorizar: Depois da equipa compreender o problema, inicia-se o processo de análise. Questões frequentes surgem: Que parte é mais importante? Por onde deve começar a equipa? Por vezes este passo é automaticamente sobreposto porque a prioridade já está definida, ou por parte do consumidor, ou devido a custos de

garantia, ou ainda qualquer outra situação, já identificada pela gestão, e indicada como ponto de partida incontornável.

4. Recolha de dados: Neste ponto começa-se a fase de recolha de dados das falhas e sua caracterização apropriada. Inicia-se o preenchimento das tabelas AMFE por parte da equipa. As falhas identificadas serão os modos de falha da AMFE.

5. Análise: Nesta fase os dados recolhidos devem permitir a resolução da AMFE. De realçar que a razão para recolher dados é produzir informação, que irá ser utilizada para produzir conhecimento, que irá contribuir para a tomada de decisão. A análise poderá ter um carácter qualitativo ou quantitativo. A equipa pode usar *brainstormings*, Diagramas de Causa-e-Efeito, QFD, Desenho de Experiências, Controlo Estatístico do Processo, outra AMFE, modelação matemática, simulação, análise de fiabilidade, ou qualquer outra ferramenta que os membros da equipa considerem conveniente.

A informação produzida nesta fase será usada para preencher as colunas da AMFE relativas aos efeitos da falha, controlo existente, e debater a estimação do índice de Gravidade, Ocorrência e Detecção.

6. Resultados: Com base na análise dos dados são produzidos os resultados. A informação desenvolvida nesta fase irá ser utilizada para quantificar os índices de Gravidade, Ocorrência e Detecção e o NPR, que devem ser preenchidos nas colunas adequadas da AMFE.

7. Confirmar/Avaliar/Medir: Depois dos resultados terem sido registados, é o momento de confirmar, avaliar e medir o sucesso ou fracasso dos procedimentos. Esta avaliação toma a forma de três questões fundamentais: A situação actual é melhor do que a anterior? A situação actual é pior do que a anterior? As condições mantiveram-se inalteradas?

A informação produzida neste ponto irá ser utilizada para recomendar acções de correcção e para registar os resultados dessas mesmas acções nas colunas da AMFE correspondentes.

8. Fazer tudo de novo: Independentemente das resposta ao ponto 7, a equipa deve procurar melhorias, consecutivamente, tendo em consideração que a filosofia da AMFE é a *melhoria contínua* do sistema, projecto, produto, processo ou serviço.

### **3.4.7 Novas Formas de Aplicação da Ferramenta**

Actualmente a AMFE é uma metodologia utilizada por diferentes tipos de organizações, embora constitua um instrumento especialmente útil no estudo da fiabilidade, manutenção e segurança de um projecto. Considera-se importante dar a conhecer algumas adaptações da ferramenta, de forma a contextualizar o estado actual da técnica:

#### **Utilização da AMFE na estimação de custos com garantia**

No ano de 2005 surgiu uma aplicação da AMFE que contempla os custos na avaliação dos modos de falha, facto não considerado na AMFE tradicional. VINTR e VINTR (2005), criaram uma nova metodologia que pretende estimar os custos esperados com reparações, manutenção e correcções, dentro do período de garantia. Segundo estes autores, esta metodologia revela-se particularmente útil quando não existe ainda documentação sobre produtos/serviços semelhantes.

Actualmente a Garantia constitui uma exigência incontornável por parte dos consumidores. Os fabricantes comprometem-se a suportar os custos inerentes a este compromisso, durante um determinado período de tempo, e terão todo o interesse em ter conhecimento relativamente aos valores que previsivelmente terão de suportar com a correcção de eventuais falhas de funcionalidade, ou qualidade, dos seus produtos ou serviços. A metodologia desenvolvida por VINTR e VINTR (2005), irá permitir alargar os conhecimentos dos fabricantes, revelando-lhes o custo real associado a cada um dos seus produtos/serviços.

Nesta versão abrangente da AMFE constrói-se uma segunda tabela, na qual são estimados seis novos parâmetros para a caracterização dos modos de falha: Taxa de ocorrência da falha; Tipo de reparação; Número de falhas; Mão-de-obra dispendida na reparação (Horas homem); Custos com peças suplentes ou material; Custos adicionais (administrativos, etc.). Estes parâmetros são dispostos em função do código da falha (que constitui a primeira coluna) e irão permitir estimar o valor total dos custos com Garantia por produto/serviço. O código da falha consiste num número de identificação

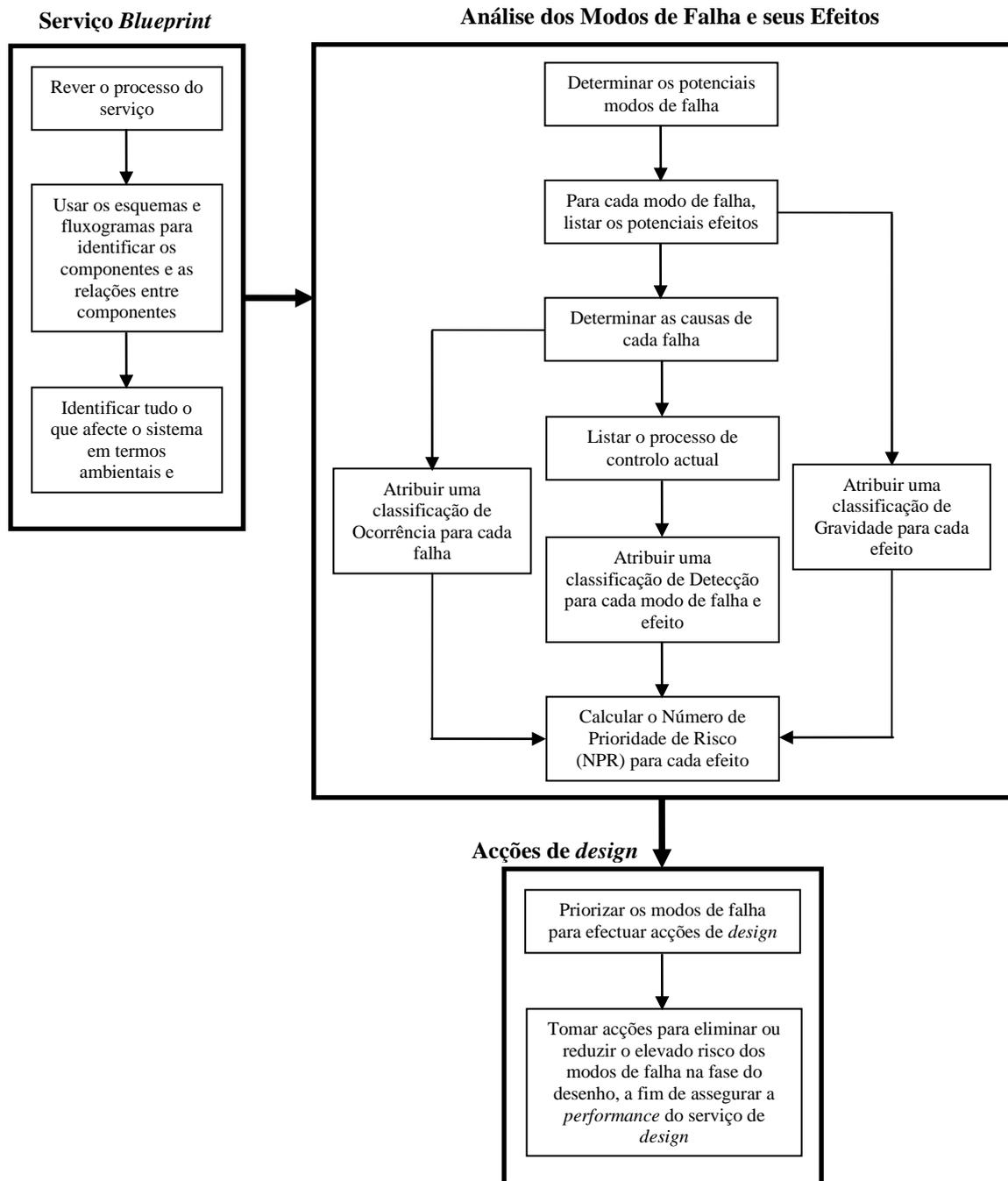
que remete à tabela AMFE convencional e que identifica o modo de falha a que a análise de custos de Garantia diz respeito.

Através de uma equação estabelecida pelos autores do estudo, estima-se o custo total de Garantia a que cada produto/serviço estará sujeito, em função do número de modos de falha, natureza dos mesmos e em função dos seis novos parâmetros definidos por Vintr e Vintr (2005).

### **Utilização da AMFE no serviço *Blueprint***

A prestação de serviços revela uma contribuição muito significativa para a economia mundial, pelo que se torna importante, em organizações desta natureza, investir no sentido de zelar para que os serviços agradem plenamente os seus clientes. Recentemente uma empresa prestadora de serviços *Blueprint* aplicou a metodologia AMFE para ajudar os seus desenhadors a criarem um serviço de *design* livre de falhas. Segundo Chuang (2007), de uma forma sintetizada, a metodologia passa por identificar os modos de falha de um serviço *Blueprint* e tomar acções correctivas para os problemas prioritários, de modo a assegurar o correcto funcionamento do serviço.

O serviço *Blueprint* caracteriza-se por ser um serviço de arquitectura, isto é, os clientes dirigem-se à empresa e solicitam a execução de projectos arquitectónicos, como casas, lojas, supermercados, pontes, estradas, etc. Com a aplicação da AMFE a empresa pretende identificar todos os possíveis modos de falha que os seus projectos podem vir a desenvolver. A ideia será evitar cometer os erros antes que os projectos sejam concluídos. A Figura 3.10 ilustra o modelo proposto pela empresa para um serviço de *design* livre de falhas.



**Figura 3.10: Modelo proposto de um serviço de *design* livre de falhas para o serviço *Blueprint* (Chuang, 2007)**

Chuang (2007) considera que é muito importante, para um serviço de *design*, identificar as potenciais falhas do serviço e tomar as medidas necessárias com antecedência, para evitar a ocorrência da falha. Para este autor, um serviço ocorre com falhas, quando as expectativas dos clientes não são cumpridas.

Capítulo 4

**ABORDAGEM EXPERIMENTAL**

## **4 Abordagem Experimental**

De modo a ser possível aplicar correcta e eficazmente a ferramenta AMFE foi necessário efectuar determinados procedimentos, que serão descritos minuciosamente no presente capítulo.

Os dados utilizados para a realização deste trabalho são referentes ao ano de 2008 e foram facultados pelo Engenheiro responsável pela Qualidade e pelo Gestor Operacional da Alvecabo, os quais acompanharam o desenvolvimento deste trabalho. As informações concedidas referem-se a reclamações efectuadas por clientes à PT Comunicações, que por sua vez as reporta à empresa que presta os seus serviços – Alvecabo – nas suas áreas de trabalho respectivas.

### **4.1 Objecto de Estudo**

O estudo desenvolvido no presente trabalho foi efectuado numa empresa cujo cliente principal lidera o mercado em que actua. A Portugal Telecom, como cliente da Alvecabo, tem exigências e requisitos que não podem ser descuidados por parte da empresa prestadora de serviços, e que se resumem acima de tudo à satisfação dos seus clientes, os quais irão consumir os serviços prestados pela Alvecabo. Por esse motivo, optou-se por aplicar a metodologia AMFE às reclamações, por se considerar que o tratamento efectuado às mesmas não era suficiente, resumindo-se apenas à compilação e organização da informação. Considera-se que estes procedimentos não conduziam a uma tentativa de reduzir ou mesmo eliminar as ocorrências evidenciadas nas reclamações, uma vez que não era efectuado qualquer tipo de estudo que permitisse perceber as causas das falhas, não sendo por isso possível elaborar um plano de acções que permitisse evitar as ocorrências.

### **4.2 Formação da Equipa**

Para que a evolução da presente Dissertação fosse possível, tornou-se necessário formar uma equipa de trabalho, constituída pelo autor do estudo e por dois colaboradores da

empresa, o Engenheiro responsável pela Qualidade e o Gestor Operacional, sem os quais não seria possível compreender as características do processo.

### 4.3 Metodologia Adoptada

O tratamento das reclamações foi efectuado verificando-se, em cada uma, qual a descrição correspondente ao modo de falha. As ocorrências dos modos de falha foram ordenadas numa tabela por ordem decrescente, como se ilustra nas Tabelas 4.1 e 4.2, referentes aos meses de Janeiro e Fevereiro, respectivamente. As tabelas referentes aos restantes meses encontram-se no Anexo I.

**Tabela 4.1: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Janeiro**

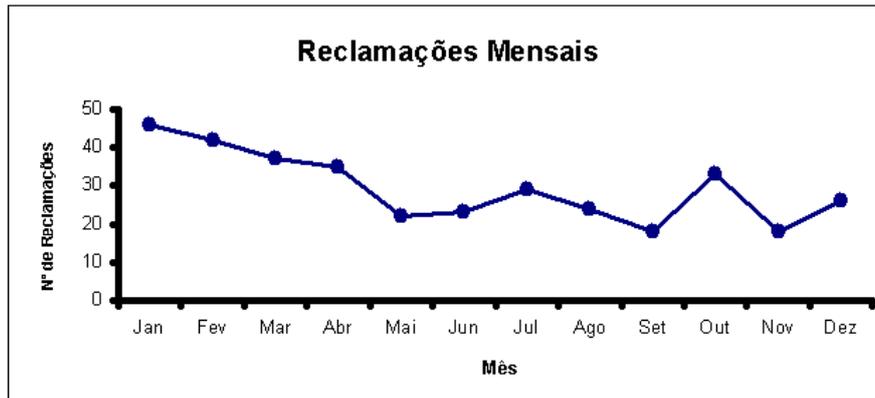
Janeiro	
Modo de Falha	Frequência de Ocorrência
cliente sem serviço	37
falha de sincronismo	3
serviço deficiente	2
avaria no equipamento do cliente	1
cabo cortado	1
falta de equipamento	1
serviço não executado	1
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>

**Tabela 4.2: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Fevereiro**

Fevereiro	
Modo de Falha	Frequência de Ocorrência
cliente sem serviço	24
falta de equipamento	9
falha de sincronismo	4
linha com interferências	3
cabo descolado	1
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	1
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>

Com a informação mensal das frequências de ocorrências dos modos de falha, é possível verificar, pela Figura 4.1, a evolução mensal do número de reclamações, destacando-se um maior número de reclamações efectuadas nos primeiros quatro meses do ano. A partir do mês de Abril a empresa começou a adoptar medidas que

conduzisse a uma redução mensal do número de reclamações, como efectuar reuniões regulares com os técnicos, fazendo o reporte das anomalias detectadas nas acções de auditorias técnicas internas e externas (efectuadas pela PT à Alvecabo), para a imediata correcção dos problemas denunciados pelos clientes e no sentido de evitar situações reincidentes.



**Figura 4.1: Evolução mensal do número de reclamações**

Na Tabela 4.3 apresentam-se todos os tipos de modos de falha descritos nas reclamações efectuadas pelos clientes no ano de 2008.

**Tabela 4.3: Modos de falha do ano de 2008 e respectivas ocorrências mensais**

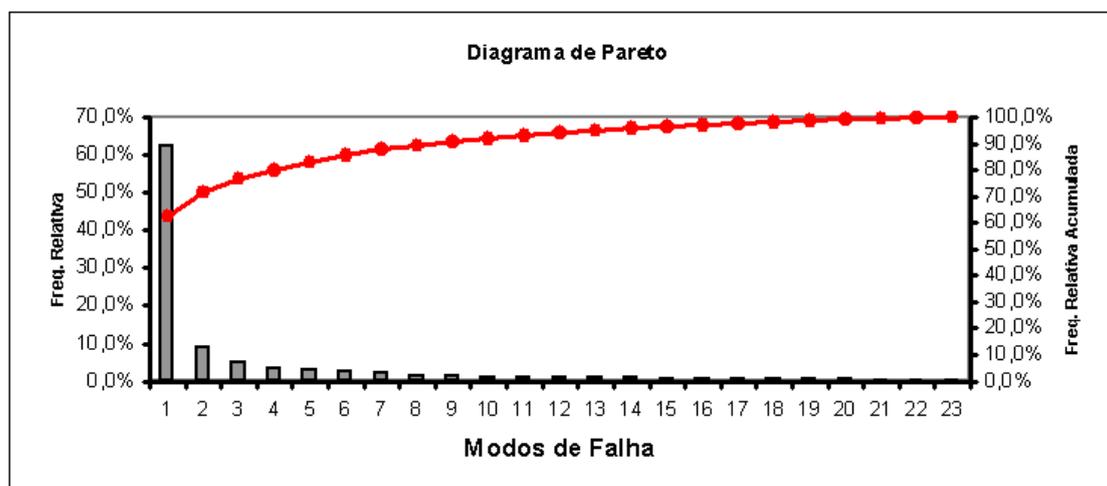
<b>Modo de falha</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Total</b>
cliente sem serviço	37	24	26	24	13	12	16	17	9	19	10	13	<b>220</b>
falta de equipamento	1	9	3	3	3	1	7	2	1	2	0	0	<b>32</b>
falha de sincronismo	3	4	1	0	0	0	0	1	1	2	1	5	<b>18</b>
cabo descolado	0	1	0	0	0	0	2	1	3	3	2	0	<b>12</b>
serviço incompleto	0	0	0	2	2	5	1	1	0	0	0	0	<b>11</b>
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	0	1	1	0	3	0	1	0	0	1	0	2	<b>9</b>
linha com interferências	0	3	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>8</b>
cabo por substituir	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	<b>5</b>
serviço deficiente	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	<b>5</b>
equipamento entregue não corresponde ao desejado pelo cliente	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	<b>4</b>
execução do serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	<b>4</b>
serviço não executado	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>4</b>
mau isolamento	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	<b>3</b>
número mal atribuído	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	<b>3</b>
acessório mal instalado	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	<b>2</b>
avaria no equipamento do cliente	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
incumprimento do normativo técnico	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	<b>2</b>
instalação incorrecta	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	<b>2</b>
serviço mal executado	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	<b>2</b>
serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	<b>2</b>
cabo cortado	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
equipamento trocado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1</b>
serviço por cancelar	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>

#### **4.3.1 Diagrama de Pareto para todos os Modos de Falha**

Com a informação da frequência de ocorrência anual de todos os modos de falha construiu-se a Tabela 4.4, através da qual foi possível representar graficamente no Diagrama de Pareto, da Figura 4.2, a realidade registada e ordenar prioridades.

**Tabela 4.4: Tabela de auxílio à construção do Diagrama de Pareto**

	Modo de falha	% acumulada (categoria de defeitos)	Nº não conformidades	% ocorrência de não conformidades	Nº acumulado de não conformidades	% acumulada de não conformidades
1	cliente sem serviço	4,35%	220	62,32%	220	62,32%
2	falta de equipamento	8,70%	32	9,07%	252	71,39%
3	falha de sincronismo	13,05%	18	5,10%	270	76,49%
4	cabo descolado	17,40%	12	3,40%	282	79,89%
5	serviço incompleto	21,75%	11	3,12%	293	83,00%
6	danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	26,10%	9	2,55%	302	85,55%
7	linha com interferências	30,45%	8	2,27%	310	87,82%
8	cabo por substituir	34,80%	5	1,42%	315	89,24%
9	serviço deficiente	39,15%	5	1,42%	320	90,65%
10	serviço não executado	43,50%	4	1,13%	324	91,78%
11	equipamento entregue não corresponde ao desejado pelo cliente	47,85%	4	1,13%	328	92,92%
12	execução do serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	52,20%	4	1,13%	332	94,05%
13	número mal atribuído	56,55%	3	0,85%	335	94,90%
14	mau isolamento	60,90%	3	0,85%	338	95,75%
15	avaria no equipamento do cliente	65,25%	2	0,57%	340	96,32%
16	instalação incorrecta	69,60%	2	0,57%	342	96,88%
17	acessório mal instalado	73,95%	2	0,57%	344	97,45%
18	serviço mal executado	78,30%	2	0,57%	346	98,02%
19	incumprimento do normativo técnico	82,65%	2	0,57%	348	98,58%
20	serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	87,00%	2	0,57%	350	99,15%
21	cabo cortado	91,35%	1	0,28%	351	99,43%
22	equipamento trocado	95,70%	1	0,28%	352	99,72%
23	serviço por cancelar	100,05%	1	0,28%	353	100,00%



**Figura 4.2: Diagrama de Pareto dos modos de falha**

Partindo do princípio 80-20 definiu-se os cinco modos de falha que deveriam ser analisados, que são: *cliente sem serviço (MF1)*, *falta de equipamento (MF2)*, *falha de sincronismo (MF3)*, *cabo descolado (MF4)* e *serviço incompleto (MF5)*, os quais representam 83% das ocorrências e 21,75% dos modos de falha registados.

#### **4.3.2 Diagramas de Causa-e-Efeito**

De modo a ser possível compreender cada um dos cinco modos de falha procedeu-se à construção dos Diagramas de Causa-e-Efeito, com o auxílio do Gestor Operacional da Alvecabo, o qual explicou detalhadamente quais as causas passíveis de provocar as falhas, ou seja, quais os factores principais e secundários que seriam possivelmente responsáveis por cada modo de falha.

A construção destes diagramas envolveu o agrupamento dos factores pelas categorias que deram origem ao modo de falha, isto é, pelas causas principais responsáveis pela ocorrência do problema, para cada um dos cinco modos de falha.

A disposição esquemática da informação nos diagramas de Causa-e-Efeito permitiu uma análise mais clara dos problemas a tratar. Esta ferramenta da qualidade revelou-se bastante útil no momento de construir as tabelas AMFE, mais concretamente no preenchimento da coluna “causa potencial da falha”.

Na Figura 4.3 apresenta-se o Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha *cliente sem serviço*. Os diagramas referentes aos restantes modos de falha analisados encontram-se no Anexo II.

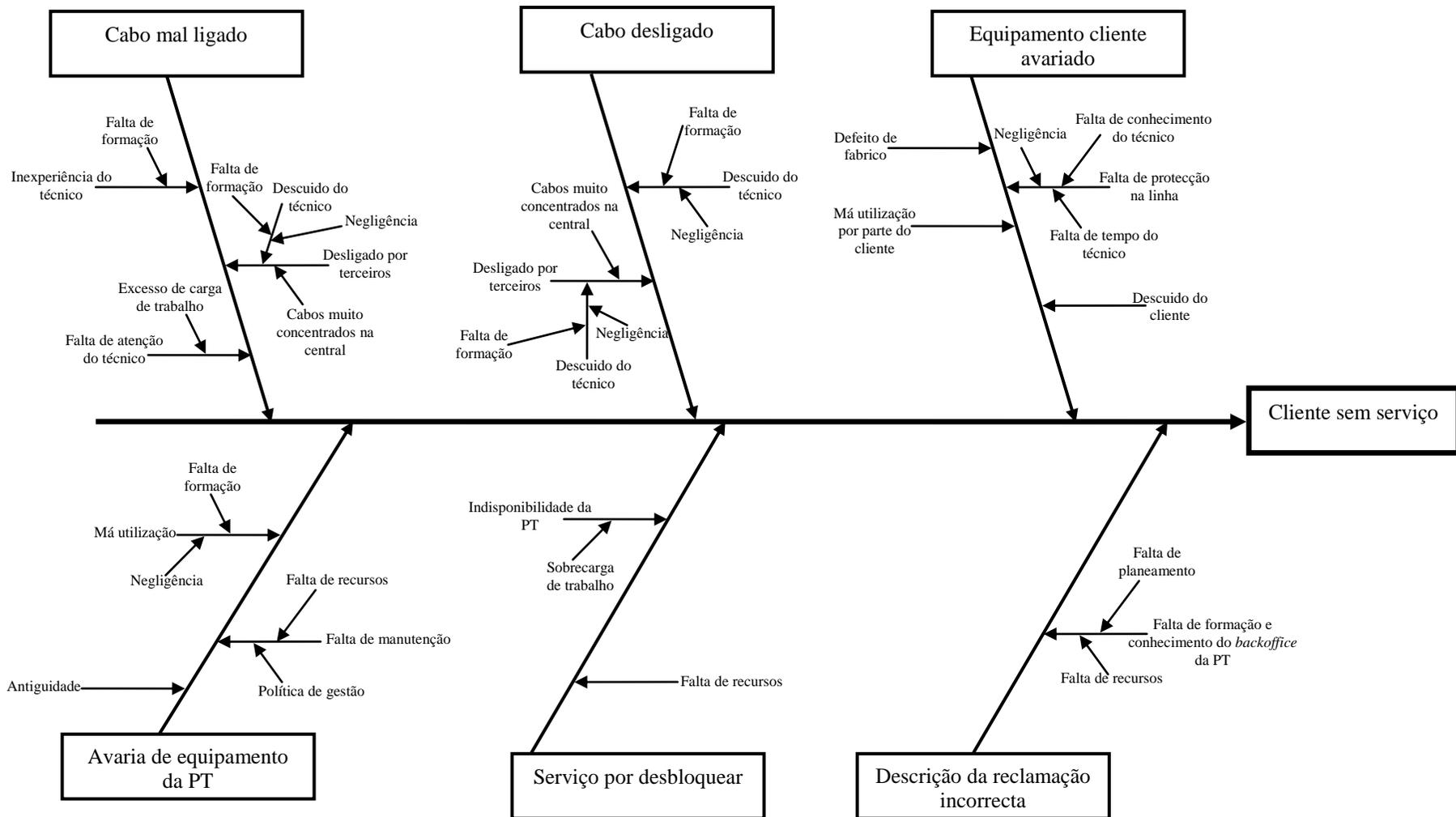


Figura 4.3: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha *cliente sem serviço*

### 4.3.3 Diagramas de Relações

O Diagrama de Relações foi construído para cada um dos cinco problemas analisados, uma vez que através desta ferramenta de planeamento e gestão torna-se mais fácil perceber as relações existentes entre os diversos tipos de causas, facilitando a compreensão da origem das mesmas.

O autor do presente estudo, ao construir os Diagramas de Relações, constatou que esta ferramenta é muito útil de se aplicar numa fase posterior ao Diagrama de Causa-e-Efeito, uma vez que lhe permitiu detectar alguns erros na construção deste diagrama. Esses erros têm que ver com o desdobramento das causas, que em algumas circunstâncias não estavam a alcançar o nível máximo, ou seja, as causas não estavam a ser pormenorizadas de modo a se ir ao encontro da causa raiz, ou seja, da causa nível 1.

A Figura 4.4 apresenta o Diagrama de Relações para o modo de falha *cliente sem serviço*. No Anexo III encontram-se os Diagramas de Relações para os restantes modos de falha.

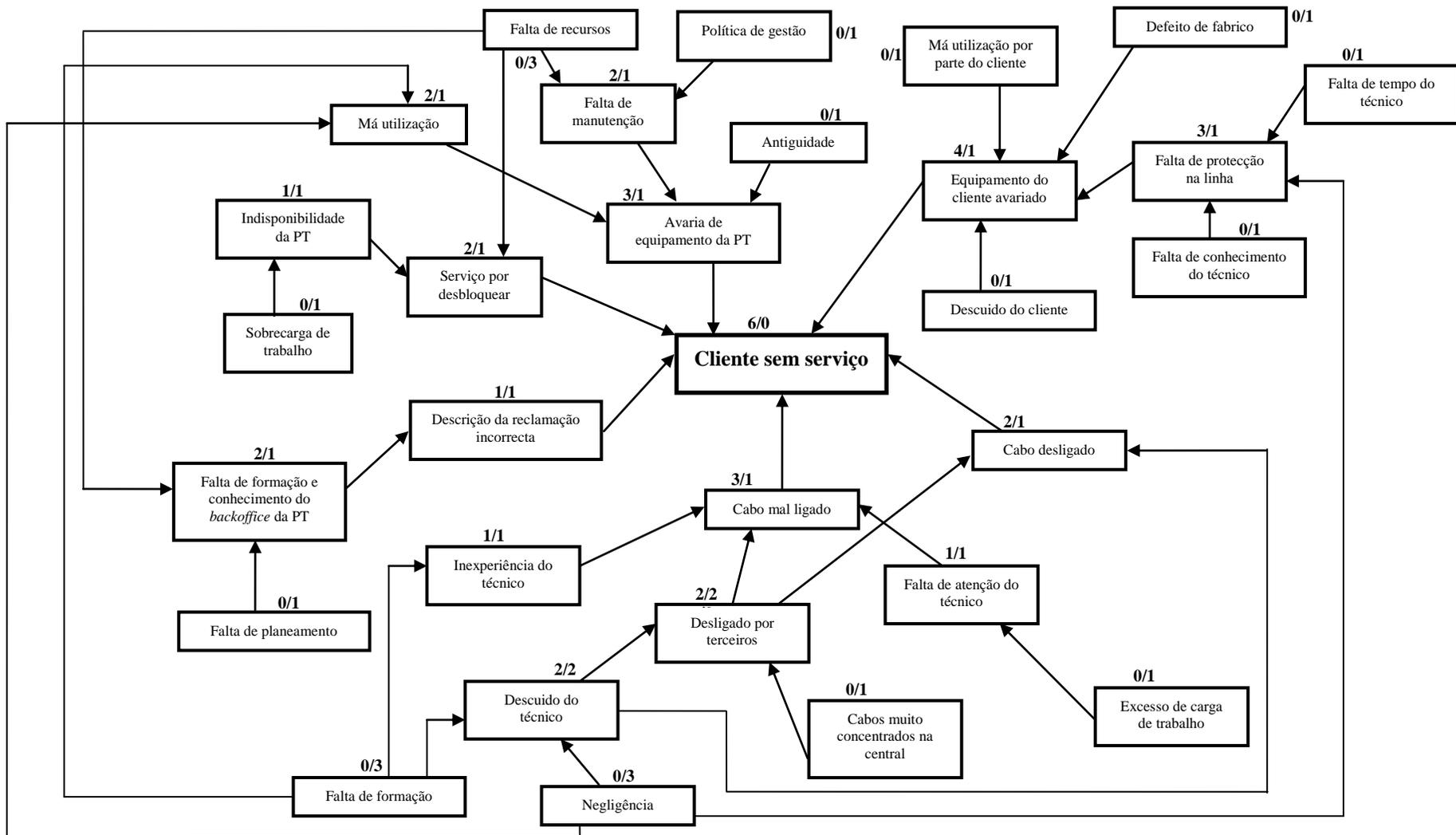


Figura 4.4: Diagrama de Relações para o modo de falha *cliente sem serviço*

#### 4.3.4 Diagramas em Árvore

Através dos Diagramas em Árvore é possível visualizar as causas raiz responsáveis pela origem do problema, permitindo tomar acções específicas para estas causas, possibilitando a redução ou eliminação da ocorrência da falha. Por este motivo, esta ferramenta revelou-se muito útil para o autor deste estudo, que em parceria com o Gestor Operacional da Alvecabo procurou definir acções correctivas e de melhoria para cada causa potencial de falha.

Na Figura 4.5 apresenta-se o Diagrama em Árvore para uma das causas responsáveis pela ocorrência do modo de falha cliente sem serviço. Os Diagramas em Árvore das restantes causas encontram-se no Anexo IV.

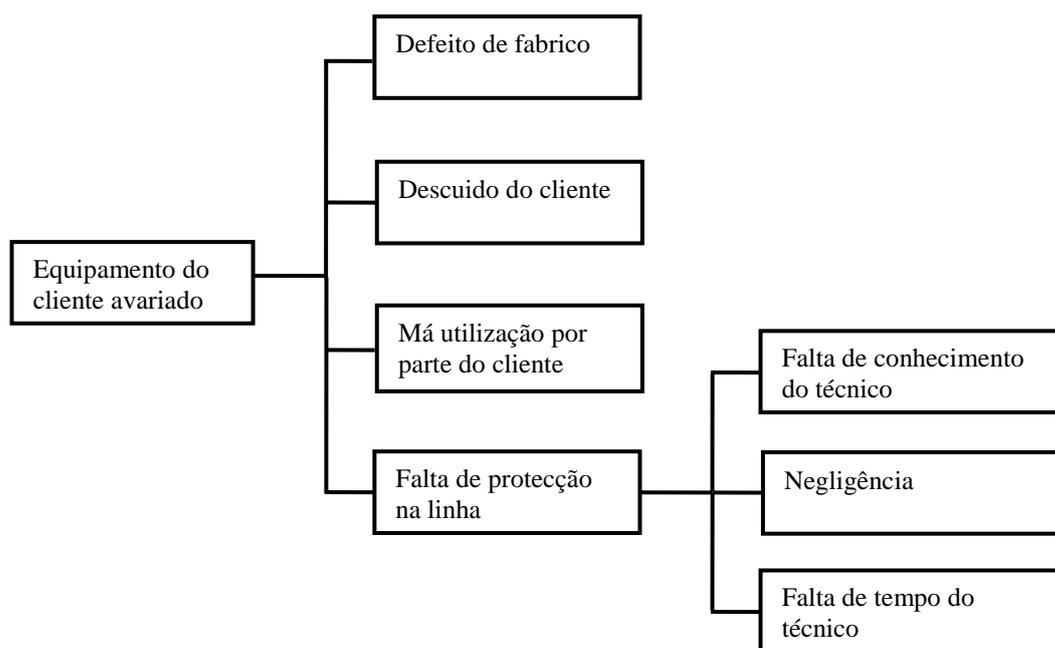


Figura 4.5: Diagrama em Árvore para a causa *equipamento do cliente avariado*

#### 4.3.5 Fase de Avaliação da AMFE

A Fase de Avaliação da AMFE é constituída pela Análise Qualitativa, na qual se descreve a análise funcional e se identificam os modos de falha, efeitos da falha e causas da falha, relativos ao processo em estudo, e pela Análise Quantitativa, na qual se

definem os índices de Gravidade, Detecção e Ocorrência, necessários para a elaboração da ferramenta.

#### 4.3.5.1 Análise Qualitativa

##### Análise Funcional

A prestação de serviços efectuados pela Alvecabo deve conduzir à satisfação plena dos clientes, isto é, o cliente deve poder usufruir na totalidade do serviço solicitado, o qual foi executado pela empresa. O não cumprimento do serviço, ou uma execução incorrecta do mesmo, pode conduzir à ocorrência de um modo de falha, dando origem a possíveis reclamações por parte dos clientes à PT.

##### Modo de Falha

Os modos de falha analisados neste estudo são os seguintes: *cliente sem serviço, falta de equipamento, falha de sincronismo, cabo descolado e serviço incompleto*. Estas falhas destacaram-se nos dados das reclamações dos clientes, no ano de 2008, por serem as de maior ocorrência, e por serem de maior importância, na opinião do Gestor Operacional da empresa, para além de que, através do Diagrama de Pareto, já apresentado na Figura 4.2, se verificou que estas cinco falhas eram responsáveis por cerca de 80% das reclamações.

Nas Figuras que se seguem (4.6, 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10) apresenta-se a evolução de cada um dos cinco modos de falha, referentes ao ano de 2008.

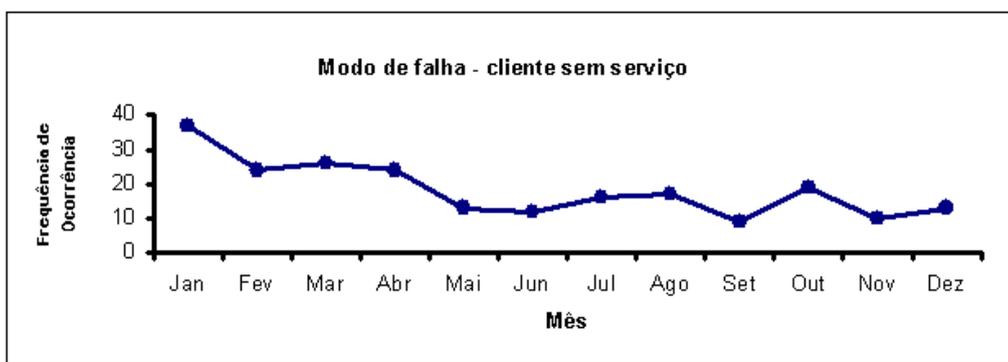


Figura 4.6: Evolução anual do modo de falha *cliente sem serviço*

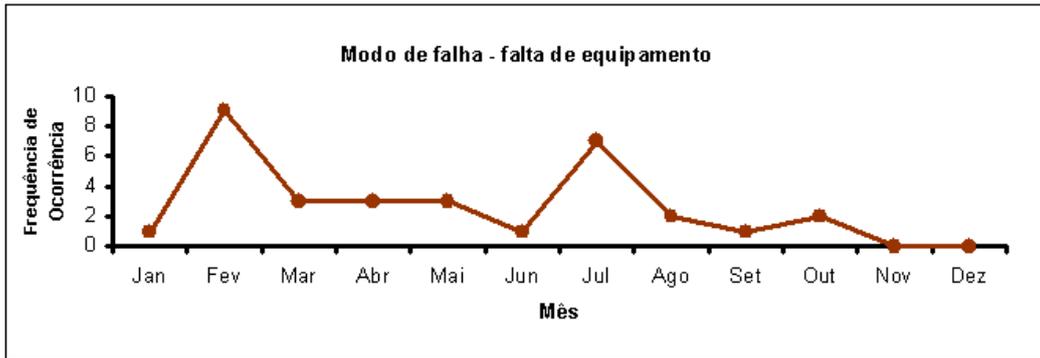


Figura 4.7: Evolução anual do modo de falha *falta de equipamento*



Figura 4.8: Evolução anual do modo de falha *falha de sincronismo*

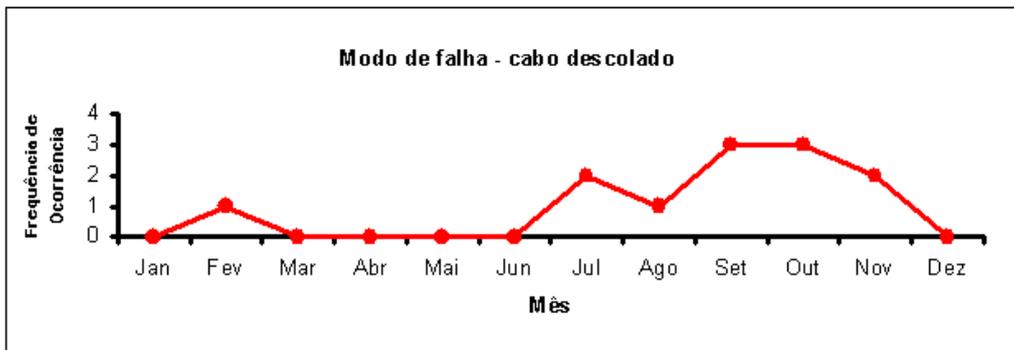


Figura 4.9: Evolução anual do modo de falha *cabo descolado*

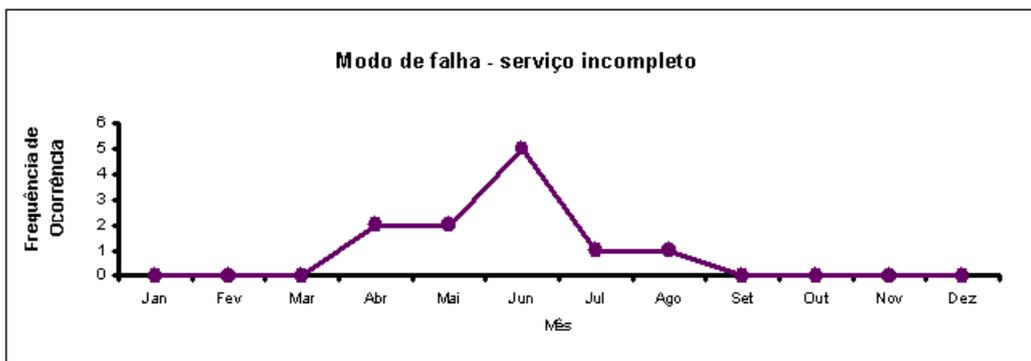


Figura 4.10: Evolução anual do modo de falha *serviço incompleto*

O modo de falha *cliente sem serviço* destaca-se claramente como sendo o problema responsável pelo maior número de reclamações de clientes, com uma frequência de ocorrência na ordem das dezenas. Os restantes modos de falha apresentam ocorrências mensais na ordem das unidades.

O Gestor Operacional da empresa considera que as maiores ocorrências dos modos de falha *cliente sem serviço* e *falha de sincronismo*, referentes aos meses de Outono e Inverno, se justificam devido ao facto de, nestes períodos, existir uma maior humidade relativa do ar e, como os elementos activos da rede se encontram no exterior, as ligações acabam por ganhar humidade e dar origem a falhas no sistema, que por conseguinte originam problemas nos serviços dos clientes.

### **Efeito da Falha**

Os efeitos da falha constituem as consequências dos modos de falha para o cliente, e é o impacto destes no processo que define a Gravidade do modo de falha. Na Tabela 4.5 apresentam-se todos os modos de falha e respectivos efeitos para o cliente final.

**Tabela 4.5: Modos de falha e respectivos efeitos para o cliente**

<b>Modo de Falha</b>	<b>Efeito da Falha</b>
cliente sem serviço	cliente não faz chamadas, não tem ADSL
falta de equipamento	o equipamento não foi entregue ao cliente
falha de sincronismo	cliente tem linha telefónica mas não tem os débitos suficientes para a ADSL
cabo descolado	o cliente sente-se desagradado por ter um cabo solto dentro de casa
serviço incompleto	falta equipamento, cliente sem usufruir na totalidade do serviço (ou ADSL ou telefone)

De entre os cinco modos de falha analisados apenas é possível ilustrar uma situação, que tenha dado origem a uma reclamação de um cliente à PT, para o modo de falha *cabo descolado*, como se pode verificar na Figura 4.11.



**Figura 4.11:** Foto ilustrativa do modo de falha *cabo descolado*

### **Causa da Falha**

As causas dos modos de falha são particularmente importantes por lhes estar associado o índice de Ocorrência, e por ser sobre as mais problemáticas (com um NPR mais elevado) que irão incidir as acções de melhoria, na perspectiva preventiva característica da AMFE.

No presente estudo identificaram-se algumas causas potenciais de falha, consoante o modo de falha analisado, estando algumas associadas a mais do que um modo de falha.

Para cada um dos cinco modos de falha verificou-se quais as causas que lhes deram origem e, juntamente com o Engenheiro e o Gestor Operacional da Alvecabo, escolheram-se as de maior ocorrência e aquelas que nas suas opiniões tinham mais importância ou influência na origem de cada falha. As Tabelas 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 e 4.10 ilustram essa informação.

**Tabela 4.6:** Modo de falha *cliente sem serviço* e respectivas causas

<b>Modo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
cliente sem serviço	cabo mal ligado
	cabo desligado
	equipamento do cliente avariado
	avaria de equipamento da PT
	serviço por desbloquear
	descrição da reclamação incorrecta

**Tabela 4.7: Modo de falha *falta de equipamento* e respectivas causas**

<b>Modo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
falta de equipamento	material não foi entregue
	falta de stock

**Tabela 4.8: Modo de falha *falha de sincronismo* e respectivas causas**

<b>Modo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
falha de sincronismo	descrição da reclamação incorrecta
	inviabilidade técnica
	falha do técnico

**Tabela 4.9: Modo de falha *cabo descolado* e respectivas causas**

<b>Modo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
cabo descolado	descrição da reclamação incorrecta
	qualidade da cola
	falta de material

**Tabela 4.10: Modo de falha *serviço incompleto* e respectivas causas**

<b>Modo de falha</b>	<b>Causa da falha</b>
serviço incompleto	falta de stock
	descrição da reclamação incorrecta
	avaria de equipamento da PT

#### 4.3.5.2 Análise Quantitativa

##### Índice de Gravidade

O índice de Gravidade foi definido de acordo com o efeito que os modos de falha têm para o cliente final, consumidor do serviço, em termos de rendimento dos serviços prestados pela Alvecabo, e de acordo com critérios que elucidam a consequência do problema para o cliente, em termos de descontentamento. A Tabela 4.11 representa os índices de Gravidade (G) para cada efeito.

A severidade com que os problemas se manifestam traduz-se nos efeitos que estes provocam no cliente, pelo que o autor deste estudo considerou que o parâmetro índice de Gravidade se revelou muito útil na elaboração das tabelas AMFE.

**Tabela 4.11: Índice de Gravidade (G) dos efeitos**

<b>Critério</b>	<b>Efeito no cliente</b>	<b>Índice de gravidade (G)</b>
Pouco significativa A falha pode causar algum efeito no rendimento do serviço	Efeito mínimo O cliente não será capaz de detectar a falha	1 - 2
Pouco importante A falha causa ligeiro inconveniente ao cliente	Efeito menor O cliente não irá notar qualquer tipo de anomalia no rendimento do serviço	3 - 4
Moderada A falha causa algum descontentamento ao cliente	Efeito maior O cliente detecta alguma anomalia no rendimento do serviço	5 - 6
Grave A falha causa grande descontentamento ao cliente	Efeito crítico O cliente detecta ausência de serviço	7 - 8
Muito grave A falha causa problemas de segurança	Segurança afectada O serviço não cumpre os requisitos legais e/ou de segurança	9 - 10

### Índice de Detecção

O índice de Detecção foi estabelecido de acordo com a probabilidade dos meios de controlo implementados pela Alvecabo detectarem a(s) causa(s) do modo de falha, antes do cliente, e estão representados na Tabela 4.12.

**Tabela 4.12: Índice de Detecção (D) das falhas**

<b>Critério</b>	<b>Índice de Detecção (D)</b>
<b>Probabilidade Remota</b> de um serviço deficiente para o cliente; Probabilidade de detecção muito alta	1 - 2
<b>Probabilidade Baixa</b> de um serviço deficiente para o cliente; Probabilidade de detecção alta	3 - 4
<b>Probabilidade Moderada</b> de um serviço deficiente para o cliente; Probabilidade de detecção moderada	5 - 6
<b>Probabilidade Elevada</b> de um serviço deficiente para o cliente; Probabilidade de detecção baixa	7 - 8
<b>Probabilidade Muito Elevada</b> de um serviço deficiente para o cliente; Probabilidade de detecção muito baixa	9
<b>Garantia</b> de um serviço deficiente para o cliente; Garantia de que as não conformidades chegam ao cliente	10

## Índice de Ocorrência

O índice de Ocorrência foi definido de acordo com a frequência de ocorrência das causas das falhas, em termos anuais. Os critérios estabelecidos para a definição deste parâmetro são referentes à probabilidade de ocorrência da falha, como representa a Tabela 4.13.

**Tabela 4.13: Índice de Ocorrência (O) das causas das falha**

Critérios		Frequência de Ocorrência	Índice de Ocorrência (O)
Muito escassa	Falha inexistente em serviços anteriores	de 0 a 1	1
Escassa	Muito poucas falhas em serviços anteriores	de 2 a 3	2
		de 4 a 5	3
Moderada	Falha que ocorreu anteriormente com pouca frequência	de 6 a 8	4
		de 9 a 10	5
Frequente	Falha associada a um serviço deficiente ou a um procedimento de controlo não adequado	de 11 a 21	6
		de 22 a 32	7
Elevada	Falha que ocorreu anteriormente com elevada frequência	de 33 a 45	8
		de 46 a 50	9
Muito elevada	Elevada possibilidade da falha vir a ocorrer em grandes proporções	mais de 50	10

### 4.3.6 Fase de Reavaliação e Melhoria da AMFE

De modo a ser possível proceder à Fase de Reavaliação e Melhoria da AMFE (Tabelas apresentadas no ponto 4.4), na qual são definidas as acções correctivas para as causas das falhas, tornou-se necessário definir as que contribuíam com maior significância para a ocorrência dos problemas. Para esse efeito, e sem se optar por qualquer tipo de premissa, elaborou-se o Diagrama de Pareto (Figura 4.12) para as 17 causas correspondentes aos cinco modos de falha, através da elaboração da Tabela 4.14.

Tabela 4.14: Tabela de auxílio à construção do Diagrama de Pareto da AMFE

	Causa da falha	NPR	% acumulada (categoria de defeitos)	% NPR	NPR acumulado	% acumulada de não conformidades
1	equipamento do cliente avariado_MF1	490	5,89%	15,55%	490	15,55%
2	serviço por desbloquear_MF1	490	11,78%	15,55%	980	31,10%
3	avaria de equipamento da PT_MF1	420	17,67%	13,33%	1400	44,43%
4	descrição da reclamação incorrecta_MF1	420	23,56%	13,33%	1820	57,76%
5	falta de stock_MF2	252	29,45%	8,00%	2072	65,76%
6	descrição da reclamação incorrecta_MF3	160	35,34%	5,08%	2232	70,83%
7	material não foi entregue_MF2	144	41,23%	4,57%	2376	75,40%
8	descrição da reclamação incorrecta_MF5	140	47,12%	4,44%	2516	79,85%
9	cabo mal ligado_MF1	112	53,01%	3,55%	2628	83,40%
10	inviabilidade técnica_MF3	96	58,90%	3,05%	2724	86,45%
11	falha do técnico_MF3	96	64,79%	3,05%	2820	89,50%
12	cabo mal ligado_MF1	84	70,68%	2,67%	2904	92,16%
13	qualidade da cola_MF4	80	76,57%	2,54%	2984	94,70%
14	avaria de equipamento da PT_MF5	70	82,46%	2,22%	3054	96,92%
15	falta de stock_MF5	49	88,35%	1,56%	3103	98,48%
16	descrição da reclamação incorrecta_MF4	40	94,24%	1,27%	3143	99,75%
17	falta de material_MF4	8	100,13%	0,25%	3151	100,00%

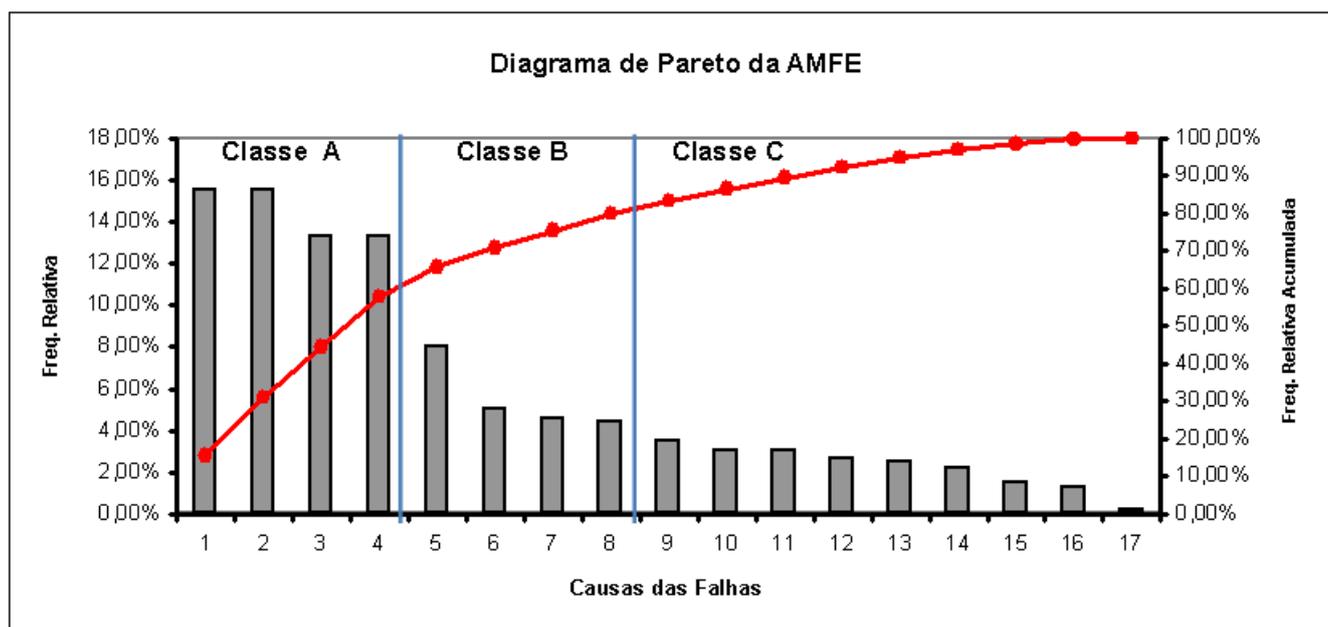


Figura 4.12: Diagrama de Pareto da AMFE

Através da Figura 4.12, e de acordo com o princípio 80-20, considerou-se que se iriam analisar as oito primeiras causas da Tabela 4.14, as quais correspondem a cerca de 80% da importância e a quase 50% das causas. Para além destas, estudar-se-ão também, por recomendação do Gestor Operacional, as causas cujos valores de índice de Ocorrência e Detecção sejam mais elevados ( $\geq 7$ ).

#### **4.3.6.1 Acções Correctivas**

De acordo com os critérios apresentados definiram-se as seguintes causas passíveis de serem analisadas, e para as quais se irão definir medidas de correcção:

- ✓ *Equipamento do cliente avariado – MF1*
- ✓ *Serviço por desbloquear – MF1*
- ✓ *Avaria de equipamento da PT – MF1*
- ✓ *Descrição da reclamação incorrecta – MF1*
- ✓ *Falta de stock – MF2*
- ✓ *Descrição da reclamação incorrecta – MF3*
- ✓ *Material não foi entregue – MF2*
- ✓ *Descrição da reclamação incorrecta – MF5*
- ✓ *Cabo desligado – MF1*
- ✓ *Descrição da reclamação incorrecta – MF4*
- ✓ *Falta de stock – MF5*
- ✓ *Avaria de equipamento da PT – MF5*

#### ***Equipamento do cliente avariado***

Esta causa potencial de falha dá origem a que o cliente fique sem serviço, isto é, sem telefone ou internet. Destaca-se por apresentar o NPR mais elevado, o que se deve, acima de tudo, ao valor do índice de Detecção (10), que se justifica pelo facto da Alvecabo não efectuar qualquer tipo de métodos no sentido de detectar a causa, pois ela é externa à empresa, isto é, o material entregue ao cliente no momento da instalação é facultado pela PT, pelo que se avaria, a responsabilidade poderá ser do fabricante, do cliente utilizador, por má utilização, devido a falta de conhecimento, ou poderá ainda ser pelo facto da linha do cliente não estar protegida, e neste caso, a responsabilidade será do técnico executante. As acções de correcção recomendadas destinam-se às três partes possivelmente responsáveis pela origem da causa. No caso de situações em que o equipamento avaria por responsabilidade do cliente, sugere-se ao técnico que dê formação ao cliente, no momento da instalação da OT, relativamente ao modo de funcionamento dos equipamentos. Se a responsabilidade de avaria do equipamento for

dos técnicos, sugere-se que a empresa lhes forneça acções de sensibilização e de formação, relativamente à importância de protecção da linha, no sentido de proteger os utilizadores do equipamento. Se a responsabilidade de avaria do equipamento não for do cliente utilizador, nem do técnico, então estará inerente ao equipamento, e nesse caso, aconselha-se a empresa a verificar o cumprimento dos requisitos de fabrico dos equipamentos fornecidos pela PT.

### ***Serviço por desbloquear***

Quando o serviço se encontra por desbloquear significa que a digital (serviço da PT) não abriu a linha do cliente, ou por indisponibilidade por sobrecarga de trabalho, ou por falta de recursos, e conseqüentemente o cliente não terá o seu serviço disponível, ou seja, não poderá fazer/receber chamadas e utilizar a internet. Nesta situação, a única medida que a empresa poderá tomar será no sentido de reportar a PT para a minimização de serviços indisponíveis.

Esta causa apresenta o valor máximo do índice de Detecção, dando origem ao NPR mais elevado, tal como na causa anterior, pois também nesta situação não existe qualquer tipo de procedimento que a Alvecabo possa tomar no sentido de detectar a causa, antes que ela chegue ao cliente.

### ***Avaria de equipamento da PT***

Se avariar um equipamento da PT, o cliente poderá ficar sem serviço (*MF1*) ou com um *serviço incompleto (MF5)*, dependendo do equipamento que avarie. A avaria nos equipamentos pode dever-se à antiguidade, falta de manutenção, por falta de recursos ou devido a políticas de gestão, ou por má utilização dos equipamentos, devido a falta de formação ou mesmo negligência. Se a avaria dos equipamentos tiver origem na falta de manutenção, sugere-se à empresa que solicite a PT no sentido de efectuar manutenção preventiva às suas infra-estruturas (centrais, sub-repartidores, postes, linhas, etc.), se, por outro lado, a origem estiver na má utilização dos equipamentos, então seria importante que a Alvecabo fornecesse acções de sensibilização e de formação aos seus técnicos relativamente à utilização das infra-estruturas da PT.

Esta causa apresenta o valor máximo de índice de Detecção para o modo de falha *serviço incompleto*, o que significa que a empresa não desenvolve quaisquer tipos de acções no sentido de detectar a causa antes que ela tenha consequências para o cliente. Considera-se que a implementação das acções recomendadas anteriormente podem contribuir significativamente para a diminuição do valor do índice de Detecção a médio/longo prazo.

A Figura 4.13 é referente a uma caixa de distribuição (infra-estrutura da PT), na qual pode ocorrer uma avaria, e constitui um exemplo ilustrativo da causa *avaría de equipamento da PT*.



**Figura 4.13:** Foto ilustrativa da causa *avaría de equipamento da PT*

### ***Descrição da reclamação incorrecta***

Esta causa é comum a quatro modos de falha: *cliente sem serviço*, *falha de sincronismo*, *cabo descolado* e *serviço incompleto*, sendo que se considerou importante analisar o modo de falha *cabo descolado* devido ao seu valor elevado do parâmetro índice de Detecção.

Quando os clientes ligam para a linha de apoio ao cliente da PT para efectuarem uma reclamação, as operadoras identificam de forma errada o problema, por falta de formação e conhecimento, que se devem à falta de planeamento de recursos. A incorrecta descrição do problema que está na origem da reclamação é reencaminhada para a Alvecabo, que tem a função de dar resolução à reclamação. Quando a responsável administrativa pelo processo de reclamações solicita ao técnico que se desloque ao cliente para resolver o seu problema, verifica-se que o problema do cliente não é o que está descrito na reclamação, pelo que nesses casos, na causa da reclamação

se coloca *descrição da reclamação incorrecta*. Para minimizar ou mesmo eliminar esta causa, sugere-se à Alvecabo que solicite a PT no sentido de fornecer formação ao seu *backoffice* e de efectuar um planeamento dos seus recursos.

O valor 10 atribuído ao índice de Detecção do modo de falha *cabo descolado* deve-se ao facto de não existir qualquer método, por parte da Alvecabo, no sentido de detectar a causa, uma vez que esta é completamente externa à empresa, ou seja, terá de ser a PT a tomar medidas no sentido de evitar reclamações cuja causa seja *descrição da reclamação incorrecta*, por falta de *know how* dos seus recursos humanos.

### ***Falta de stock***

Situações de ruptura de stock podem ter como consequência reclamações de clientes, uma vez que podem dar origem a dois modos de falha: *falta de equipamento* na propriedade do cliente e *serviço incompleto*, isto é, o cliente não usufrui na totalidade dos seus serviços, como efectuar chamadas ou utilizar a internet, pelo facto de não lhe ter sido entregue equipamento (telefone ou *router*). Considerou-se importante analisar a presente causa para o modo de falha *serviço incompleto* por apresentar um valor elevado do índice de Detecção.

A *falta de stock* pode ocorrer por dois motivos: o líder de consórcio (Siemens) corta pedidos à Alvecabo ou a PT não fornece material à Siemens, porque teoricamente, e de acordo com o sistema, a Alvecabo possui material suficiente em stock uma vez que existem ordens por validar, que não foram validadas em tempo útil por falta de tempo da parte administrativa. O não fornecimento de material à Alvecabo por parte da Siemens justifica-se por esta não possuir stock em excesso, que implica dinheiro “parado” ou então pelo facto da PT não lhe fornecer material. Como acções de correcção sugere-se à Alvecabo que solicite a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das suas necessidades, e consequentes necessidades do cliente final.

Os únicos métodos efectuados pela Alvecabo no sentido de detectar a causa *falta de stock*, antes que a mesma tenha consequências para o cliente, passam por realizar um inventário ao armazém. No entanto considerou-se que o valor do índice de Detecção para esta causa era elevado, pelo que se aconselha que a Alvecabo reveja os seus

métodos de detecção de uma possível ocorrência de falta de stock, solicitando a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento atempado do seu stock mínimo necessário.

### ***Material não foi entregue***

A não entrega de equipamento ao cliente (telefone ou *router*), pode dar origem a que o cliente efectue uma reclamação à PT por *falta de equipamento*. Quando o técnico não entrega material ao cliente pode ser por dois motivos: descuido do técnico, pelo facto deste deixar terminar o stock de material que tinha em sua posse e não recolher material na empresa, por falta de tempo, ou por falta de stock de material nas instalações da Alvecabo. Com o objectivo de minimizar as ocorrências de reclamações originadas por esta causa, sugere-se à Alvecabo que forneça acções de sensibilização aos técnicos no sentido de efectuarem levantamento das necessidades para a execução das OT's, para que assim não deixem de entregar material aos clientes, e ainda que solicite a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das suas necessidades, e consequentes necessidades do cliente final.

### ***Cabo desligado***

Considerou-se importante analisar a causa *cabo desligado* devido ao facto desta apresentar um valor do parâmetro índice de Ocorrência elevado. A ocorrência desta causa dá origem a que o cliente fique sem serviço (*MF1*), ou seja sem a possibilidade de efectuar chamadas ou utilizar a internet, isto porque o fiador está desligado na central (Figura 4.14) ou no armário de rua, ou por descuido do técnico, por falta de formação ou negligência, ou porque o cabo foi desligado por terceiros (outros técnicos), devido ao facto dos cabos estarem muito concentrados na central. Sugere-se como acções correctivas que a Alvecabo forneça acções de sensibilização e de formação aos técnicos sobre a actividade de intervenção com fiadores (cabos) e que solicite a intervenção da PT no sentido de efectuar manutenção preventiva e correctiva das centrais com maior concentração de fiadores.



**Figura 4.14:** Fotos ilustrativas da causa *cabo desligado*

#### 4.3.6.2 Avaliação da Eficácia

Para todas as sugestões apresentadas deveria ser nomeado um responsável e definidos prazos de implementação, como forma de garantir a implementação das acções correctivas. Posteriormente proceder-se-ia ao novo cálculo dos NPR, que iria permitir avaliar a eficácia das acções correctivas bem como a eficácia da aplicação da AMFE, terminando-se assim o preenchimento da Tabela 4.15. Não foi possível criar as condições necessárias para o fazer, mantendo-se este estudo na criação das bases para uma implementação futura da ferramenta ostentada neste trabalho.

**Tabela 4.15:** Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *equipamento do cliente avariado*

Acção Correctiva	Responsável	Prazo	Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva	Responsável	Data
Solicitar ao técnico que dê formação ao cliente, no momento da instalação da OT, relativamente ao modo de funcionamento dos equipamentos	Gestor operacional	2 meses			
Fornecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos relativamente à importância de protecção da linha, no sentido de proteger os utilizadores do equipamento	Gestor operacional	1 mês			
Verificar o cumprimento dos requisitos de fabrico dos equipamentos fornecidos pela PT	Director da qualidade	1 mês			

No Anexo V encontram-se as restantes tabelas de avaliação da eficácia relativas às causas analisadas neste estudo.

#### 4.4 Tabelas AMFE para os cinco modos de falha analisados

No presente capítulo apresentam-se todas as tabelas referentes à Fase de Avaliação e à Fase de Reavaliação e Melhoria da AMFE, para os cinco modos de falha em análise.

Tabela 4.16: AMFE para modo de falha *cliente sem serviço* – Fase de Avaliação

Nome do Processo: _____		Preparado por: _____					
Pessoa Responsável: _____		Data AMFE: _____					
Outras pessoas envolvidas: _____		Data de Revisão: _____					
Terceiros envolvidos: _____		Página _____ de _____					
Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Situação actual / Métodos de detecção	D	NPR
cliente sem serviço	cliente não faz chamadas, não tem ADSL	7	cabo mal ligado	6	Ensaio GERE	2	84
			cabo desligado	8	Ensaio GERE	2	112
			equipamento do cliente avariado	7	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	490
			avaria de equipamento da PT	6	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	420
			serviço por desbloquear	7	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	490
			descrição da reclamação incorrecta	6	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	420

**Tabela 4.17: AMFE para modo de falha *cliente sem serviço* – Fase de Reavaliação e Melhoria**

Causa potencial da falha	Acções recomendadas	Responsável; Data de previsão	Acções tomadas	Data de conclusão	Resultado das acções		
					G	O	D
cabo mal ligado							
cabo desligado	Fornecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos sobre a actividade de intervenção com fiadores (cabos); Solicitar a intervenção da PT no sentido de efectuar manutenção preventiva e correctiva das centrais com maior concentração de fiadores (cabos)	Gestor operacional (2 meses); Director da qualidade (1 mês)					
equipamento do cliente avariado	Solicitar ao técnico que dê formação ao cliente, no momento da instalação da OT, relativamente ao modo de funcionamento dos equipamentos; Fornecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos relativamente à importância de protecção da linha, no sentido de proteger os utilizadores do equipamento; Verificar o cumprimento dos requisitos de fabrico dos equipamentos fornecidos pela PT	Gestor operacional (2 meses); Gestor operacional (1 mês); Director da qualidade (1 mês)					
avaria de equipamento da PT	Solicitar à PT que efectue manutenção preventiva às suas infra-estruturas (centrais, sub-repartidores, postes, linhas, etc); Fornecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos relativamente à utilização das infra-estruturas da PT	Director da qualidade (1 mês); Gestor operacional (3 meses)					
serviço por desbloquear	Reportar a PT para a minimização de serviços indisponíveis	Gestor operacional (1 mês)					
descrição da reclamação incorrecta	Solicitar a PT no sentido de fornecer formação ao seu backoffice e de efectuar um planeamento dos seus recursos	Director da qualidade (3 meses)					

**Tabela 4.18: AMFE para modo de falha *falta de equipamento* – Fase de Avaliação**

Nome do Processo: _____ Pessoa Responsável: _____ Outras pessoas envolvidas: _____ Terceiros envolvidos: _____		Preparado por: _____ Data AMFE: _____ Data de Revisão: _____ Página _____ de _____					
Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Situação actual / Métodos de detecção	D	NPR
falta de equipamento	o equipamento não foi entregue ao cliente	6	material não foi entregue (técnico não entregou equipamento ao cliente, telefone ou modem)	6	Inventário ao material que o técnico tem em sua posse	4	144
			falta de stock	6	Inventário ao armazém	7	252

**Tabela 4.19: AMFE para modo de falha *falta de equipamento* – Fase de Reavaliação e Melhoria**

Causa potencial da falha	Acções recomendadas	Responsável; Data de previsão	Acções tomadas	Data de conclusão	Resultado das acções		
					G	O	D
material não foi entregue (técnico não entregou equipamento ao cliente, telefone ou modem)	Fornecer acção de sensibilização ao técnico no sentido de efectuar levantamento das necessidades para a execução das OT's; Solicitar a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das necessidades da Alvecabo, e consequentes necessidades do cliente final	Gestor operacional (2 meses); Responsável logística (1 mês)					
falta de stock	Solicitar a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das necessidades da Alvecabo, e consequentes necessidades do cliente final	Responsável logística (1 mês)					

Tabela 4.20: AMFE para modo de falha *falha de sincronismo* – Fase de Avaliação

Nome do Processo: _____ Pessoa Responsável: _____ Outras pessoas envolvidas: _____ Terceiros envolvidos: _____		Preparado por: _____ Data AMFE: _____ Data de Revisão: _____ Página _____ de _____					
Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Situação actual / Métodos de detecção	D	NPR
falha de sincronismo	cliente tem linha telefónica mas não tem os débitos suficientes para a ADSL	8	descrição da reclamação incorrecta	2	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	160
			inviabilidade técnica (não é possível garantir o serviço ao cliente, não existem condições técnicas suficientes)	4	Ensaio GEREX	3	96
			falha do técnico (técnico não instalou o serviço correctamente)	2	Auditorias de verificação	6	96

**Tabela 4.21: AMFE para modo de falha *falha de sincronismo* – Fase de Reavaliação e Melhoria**

Causa potencial da falha	Acções recomendadas	Responsável; Data de previsão	Acções tomadas	Data de conclusão	Resultado das acções		
					G	O	D
descrição da reclamação incorrecta	Solicitar a PT no sentido de fornecer formação ao seu backoffice e de efectuar um planeamento dos seus recursos	Director da qualidade (3 meses)					
inviabilidade técnica (não é possível garantir o serviço ao cliente, não existem condições técnicas suficientes)							
falha do técnico (técnico não instalou o serviço correctamente)							

**Tabela 4.22: AMFE para modo de falha *cabo descolado* – Fase de Avaliação**

<b>Nome do Processo:</b> _____ <b>Pessoa Responsável:</b> _____ <b>Outras pessoas envolvidas:</b> _____ <b>Terceiros envolvidos:</b> _____		<b>Preparado por:</b> _____ <b>Data AMFE:</b> _____ <b>Data de Revisão:</b> _____ <b>Página</b> _____ <b>de</b> _____					
Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Situação actual / Métodos de detecção	D	NPR
cabo descolado	o cliente sente-se desagradado por ter um cabo solto dentro de casa	4	descrição da reclamação incorrecta	1	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	40
			qualidade da cola	5	Fase de experimentação	4	80
			falta de material (técnico não possuía cola para colar o cabo)	1	Controlo de stocks ao material auxiliar de trabalho	2	8

**Tabela 4.23: AMFE para modo de falha *cabo descolado* – Fase de Reavaliação e Melhoria**

Causa potencial da falha	Acções recomendadas	Responsável; Data de previsão	Acções tomadas	Data de conclusão	Resultado das acções		
					G	O	D
descrição da reclamação incorrecta	Solicitar a PT no sentido de fornecer formação ao seu backoffice e de efectuar um planeamento dos seus recursos	Director da qualidade (3 meses)					
qualidade da cola							
falta de material (técnico não possuía cola para colar o cabo)							

Tabela 4.24: AMFE para modo de falha *serviço incompleto* – Fase de Avaliação

Nome do Processo: _____ Pessoa Responsável: _____ Outras pessoas envolvidas: _____ Terceiros envolvidos: _____		Preparado por: _____ Data AMFE: _____ Data de Revisão: _____ Página _____ de _____					
Modo de falha	Efeito potencial da falha	G	Causa potencial da falha	O	Situação actual / Métodos de detecção	D	NPR
serviço incompleto	falta equipamento, cliente sem usufrir na totalidade do serviço (ou ADSL ou telefone)	7	falta de stock (não existe stock de material nas instalações da empresa)	1	Inventário ao armazém	7	49
			descrição da reclamação incorrecta (não corresponde à realidade)	2	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	140
			avaria de equipamento da PT (equipamento da central avariado)	1	Inexistentes; Causa externa à empresa	10	70

**Tabela 4.25: AMFE para modo de falha *serviço incompleto* – Fase de Reavaliação e Melhoria**

Causa potencial da falha	Acções recomendadas	Responsável; Data de previsão	Acções tomadas	Data de conclusão	Resultado das acções		
					G	O	D
falta de stock (não existe stock de material nas instalações da empresa)	Solicitar a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das necessidades da Alvecabo, e consequentes necessidades do cliente final	Responsável logística (1 mês)					
descrição da reclamação incorrecta (não corresponde à realidade)	Solicitar a PT no sentido de fornecer formação ao seu backoffice e de efectuar um planeamento dos seus recursos	Director da qualidade (3 meses)					
avaria de equipamento da PT (equipamento da central avariado)	Solicitar à PT que efectue manutenção preventiva às suas infra-estruturas (centrais, sub-repartidores, postes, linhas, etc); Fomecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos relativamente à utilização das infra-estruturas da PT	Director da qualidade (1 mês); Gestor operacional (3 meses)					

## Capítulo 5

# **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

## 5 Conclusões e Recomendações

Com a presente Dissertação, pretende-se criar um recurso para uma futura implementação da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos ao processo de reclamações na empresa Alvecabo – Construção Civil e Comunicações S.A.. Ao verificar o histórico das reclamações dos últimos três anos, constatou-se, *in loco*, que o tratamento efectuado às mesmas, pelo Engenheiro responsável pela Qualidade, não era adequado e suficiente, uma vez que os seus resultados não conduziam a uma redução do número de reclamações.

Começou por se analisar as reclamações efectuadas, durante o ano de 2008, pelos clientes à Portugal Telecom, cliente responsável pelo maior volume de facturação da Alvecabo. Aplicou-se o Diagrama de Pareto aos diferentes tipos de modos de falha descritos nas reclamações, a fim de se perceber quais deles deveriam ser analisados. Verificou-se que os modos de falha responsáveis por cerca de 80% das reclamações eram os seguintes: *cliente sem serviço (MF1)*, *falta de equipamento (MF2)*, *falha de sincronismo (MF3)*, *cabo descolado (MF4)* e *serviço incompleto (MF5)*.

Posteriormente analisaram-se todas as causas possíveis de originar cada um dos cinco modos de falha, e escolheram-se as de maior ocorrência e as de maior importância ou influência na origem de cada falha. Este procedimento suscitou algumas dificuldades ao autor do estudo, nomeadamente na compreensão dos termos técnicos descritos nas reclamações, pelo que nesta fase a contribuição do Gestor Operacional da empresa foi imprescindível.

O objectivo seria então aplicar a AMFE aos cinco modos de falha que se revelaram mais preocupantes, pelo que numa fase preliminar recorreu-se ao auxílio das Ferramentas Básicas da Qualidade, como o Diagrama de Causa-e-Efeito, e das Ferramentas de Planeamento e Gestão, como o Diagrama de Relações e em Árvore. A construção destes diagramas revelou-se muito útil uma vez que permitiu dispor a informação de uma forma simples e esquemática, possibilitando uma análise clara dos problemas a tratar, correspondentes às causas responsáveis pela ocorrência dos cinco modos de falha.

Reunidas as condições necessárias, procedeu-se à condução da aplicação da Fase de Avaliação da AMFE, para cada um dos cinco modos de falha, em que se registaram, em termos quantitativos, os índices de Gravidade, Ocorrência e Detecção que permitiram calcular o Número de Prioridade de Risco (NPR) para cada uma das causas potenciais de falha. Posteriormente, aplicou-se o Diagrama de Pareto para todas as causas e respectivos valores de NPR, de modo a verificar-se quais delas deveriam ser analisadas. As causas que foram sujeitas a análise, por revelarem uma contribuição significativa para a ocorrência dos problemas e por apresentarem índices de Ocorrência e Detecção mais elevados foram as seguintes: *equipamento do cliente avariado*, *serviço por desbloquear*, *avaria de equipamento da PT*, *falta de stock*, *descrição da reclamação incorrecta*, *material não foi entregue* e *cabo desligado*. Na Fase de Reavaliação e Melhoria, definiram-se acções de correcção a implementar, para as causas nomeadas anteriormente.

A causa *equipamento do cliente avariado* dá origem a que o cliente fique sem serviço (*MFI*), isto é, sem telefone ou internet. As acções de correcção recomendadas destinam-se às três partes possivelmente responsáveis pela origem da causa. No caso de situações em que o equipamento avaria por responsabilidade do cliente, sugere-se ao técnico que dê formação ao cliente, no momento da instalação da OT, relativamente ao modo de funcionamento dos equipamentos. Se a responsabilidade de avaria do equipamento for dos técnicos, sugere-se que a empresa lhes forneça acções de sensibilização e de formação, relativamente à importância de protecção da linha, no sentido de proteger os utilizadores do equipamento. Se a responsabilidade de avaria do equipamento não for do cliente utilizador, nem do técnico, então estará inerente ao equipamento, e nesse caso, aconselha-se a empresa a verificar o cumprimento dos requisitos de fabrico dos equipamentos fornecidos pela PT.

Um *serviço por desbloquear* significa que a digital (serviço da PT) não abriu a linha do cliente, ou por indisponibilidade por sobrecarga de trabalho, ou por falta de recursos, e consequentemente o cliente não terá o seu serviço disponível, ou seja, não poderá fazer/receber chamadas e utilizar a internet. Nesta situação, a única medida que a empresa poderá tomar será no sentido de reportar a PT para a minimização de serviços indisponíveis.

A ocorrência da causa *avaria de equipamento da PT* pode dar origem a dois tipos de problemas: o cliente poderá ficar sem serviço (*MF1*) ou com um *serviço incompleto (MF5)*, dependendo do equipamento que avarie. Se a avaria dos equipamentos tiver origem na falta de manutenção, sugere-se à empresa que solicite a PT no sentido de efectuar manutenção preventiva às suas infra-estruturas (centrais, sub-repartidores, postes, linhas, etc.), se, por outro lado, a origem estiver na má utilização dos equipamentos, então seria importante que a Alvecabo fornecesse acções de sensibilização e de formação aos seus técnicos relativamente à utilização das infra-estruturas da PT. Esta causa apresenta o valor máximo de índice de Detecção para o modo de falha *serviço incompleto (MF5)*, o que significa que a empresa não desenvolve quaisquer tipos de acções no sentido de detectar a causa antes que ela tenha consequências para o cliente. Considera-se que a implementação das acções recomendadas anteriormente podem contribuir significativamente para a diminuição do valor do índice de Detecção a médio/longo prazo.

Situações de ruptura de stock podem ter como consequência reclamações de clientes, uma vez que podem dar origem a dois modos de falha: *falta de equipamento (MF2)* na propriedade do cliente e *serviço incompleto (MF5)*, isto é, o cliente não usufrui na totalidade dos seus serviços, como efectuar chamadas ou utilizar a internet, pelo facto de não lhe ter sido entregue equipamento (telefone ou *router*). A *falta de stock* pode ocorrer por dois motivos: o líder de consórcio (Siemens) corta pedidos à Alvecabo ou a PT não fornece material à Siemens. Como acções de correcção sugere-se à Alvecabo que solicite a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das suas necessidades, e consequentes necessidades do cliente final. Os únicos métodos efectuados pela Alvecabo no sentido de detectar a causa *falta de stock*, antes que a mesma tenha consequências para o cliente, passam por realizar um inventário ao armazém. No entanto considerou-se que o valor do índice de Detecção para esta causa era elevado, pelo que se aconselha que a Alvecabo reveja os seus métodos de detecção de uma possível ocorrência de falta de stock, solicitando a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento atempado do seu stock mínimo necessário.

A causa *descrição da reclamação incorrecta* é comum a quatro modos de falha: *cliente sem serviço (MF1)*, *falha de sincronismo (MF3)*, *cabo descolado (MF4)* e *serviço incompleto (MF5)*, sendo que se considerou importante analisar o modo de falha *cabo*

*descolado* devido ao seu valor elevado do parâmetro índice de detecção. Quando os clientes ligam para a linha de apoio ao cliente da PT para efectuarem uma reclamação, as operadoras identificam de forma errada o problema, por falta de formação e conhecimento. A incorrecta descrição do problema que está na origem da reclamação é reencaminhada para a Alvecabo, que tem a função de dar resolução à reclamação. Quando a responsável administrativa pelo processo de reclamações solicita ao técnico que se desloque ao cliente para resolver o seu problema, verifica-se que o problema do cliente não é o que está descrito na reclamação, pelo que nesses casos, na causa da reclamação se coloca *descrição da reclamação incorrecta*. Para minimizar ou mesmo eliminar esta causa, sugere-se à Alvecabo que solicite a PT no sentido de fornecer formação ao seu *backoffice* e de efectuar um planeamento dos seus recursos. O valor 10 atribuído ao índice de Detecção do modo de falha *cabo descolado* deve-se ao facto de não existir qualquer método, por parte da Alvecabo, no sentido de detectar a causa, uma vez que esta é completamente externa à empresa, ou seja, terá de ser a PT a tomar medidas no sentido de evitar reclamações cuja causa seja *descrição da reclamação incorrecta*, por falta de *know how* dos seus recursos humanos.

A ocorrência da causa *material não foi entregue*, pode dar origem a que o cliente efectue uma reclamação à PT por *falta de equipamento (MF2)*. Com o objectivo de minimizar as ocorrências de reclamações originadas por esta causa, sugere-se à Alvecabo que forneça acções de sensibilização aos técnicos no sentido de efectuarem levantamento das necessidades para a execução das OT's, para que assim não deixem de entregar material aos clientes, e ainda que solicite a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das suas necessidades, e consequentes necessidades do cliente final.

Considerou-se importante analisar a causa *cabo desligado* devido ao facto desta apresentar um valor do parâmetro índice de Ocorrência elevado. A ocorrência desta causa dá origem a que o cliente fique sem serviço (*MF1*), ou seja sem a possibilidade de efectuar chamadas ou utilizar a internet, isto porque o fiador está desligado na central ou no armário de rua. Sugere-se como acções correctivas que a Alvecabo forneça acções de sensibilização e de formação aos técnicos sobre a actividade de intervenção com fiadores (cabos) e que solicite a intervenção da PT no sentido de efectuar manutenção preventiva e correctiva das centrais com maior concentração de fiadores.

A definição das acções de correcção só foi possível com a contribuição do Gestor Operacional da empresa, uma vez que o autor do estudo não possui conhecimentos suficientes na área que permitissem esclarecer os procedimentos a implementar.

Teria sido interessante e vantajoso para a empresa que se concluísse a Fase de Reavaliação e Melhoria da AMFE, em que se iria avaliar a eficácia das acções tomadas, através de um novo registo dos índices e conseqüente cálculo do NPR. Certamente que os valores de NPR iriam diminuir, o que corresponderia a uma minimização ou eliminação dos principais problemas, e conseqüente redução do número de reclamações efectuadas à PT.

A AMFE adequa-se perfeitamente ao processo em estudo, pois a sua aplicação permite, a médio/longo prazo, elaborar um plano de acções de correcção que, quando implementadas, possibilitam eliminar ou reduzir as ocorrências evidenciadas nas reclamações. A aplicação de ferramentas como a AMFE podem contribuir para que as organizações prestem serviços de excelência, de modo a satisfazerem os seus clientes e a adquirirem uma posição segura e de destaque perante a concorrência.

Não tendo sido possível reunir as condições necessárias, de tempo, recursos e interesse, por parte da empresa, para a total aplicação da ferramenta, mantém-se este trabalho no registo antecessor a uma implementação futura.

## Bibliografia

Bernillon, A. e Cerutti, O. (1990), *A Qualidade Total - Implementação e Gestão*, LIDEL - Edições Técnicas Limitada, Lisboa.

Chuang, P. (2007), Combining Service Blueprint and FMEA for Service Design, *The Service Industries Journal*, Vol 27, N° 2, pp.91-104.

Cruz, C. C. (2002), *Gestão da Qualidade em Pequenas e Médias Empresas*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial, FCT/UNL, Lisboa.

Farinha, E. (1996), *Técnicas da Qualidade Aplicadas ao Projecto - Contribuição para a Satisfação do Cliente*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Industrial, FCT/UNL, Monte de Caparica.

Fey, R. e Gogue, J. (1983), *Princípios da Gestão da Qualidade*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

Garcia, R. O. (2007), *Aplicação da Análise Modal de Falhas e Efeitos ao Processo de Repintura Automóvel*, Projecto Final de Curso em Engenharia e Gestão Industrial, FCT/UNL, Monte de Caparica.

Grönroos, C. (2000), *Service Management and Marketing: A Customer Relationship Management Approach*, John Wiley & Sons, Ltd, Second Edition, England.

Ireson, W. G. e Coombs, C. F. (1988), *Handbook of Reliability Engineering and Management*, McGraw-Hill Book Company.

Johnston, R. e Clark, G. (2001), *Service Operations Management*, Pearson Education Limited, United Kingdom.

Leal, R. S. (1999), *Gestão da Qualidade em Serviços Bancários - Análise de Falhas e Recuperação do Serviço*, Dissertação de Doutoramento em Engenharia Industrial, na especialidade de Sistemas de Gestão, FCT/UNL, Lisboa.

Pereira, L. P. e Requeijo, J. G. (2008), *Planeamento e Controlo Estatístico de Processos - Qualidade*, Prefácio, Caparica.

Pinto, S. S. (2003), *Gestão dos Serviços - A Avaliação da Qualidade*, Editorial Verbo, Lisboa.

Silva, S., Fonseca, M. e Brito, J. (2006), *Metodologia FMEA e sua Aplicação à Construção de Edifícios*, QIC2006, LNEC.

Stamatis, D. H. (1995), *Failure Mode and Effect Analysis - FMEA from theory to execution*, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin.

Vieira, J. C. (2000), *Avaliação Nacional da Formação para a Gestão da Qualidade*, Dissertação de Mestrado em Gestão e Qualidade de Materiais, FCT/UNL, Lisboa.

Vintr, Z. e Vintr, M. (2005), FMEA used in assessing warranty costs, *Reliability and Maintainability Symposium*, Janeiro 24-27, pp.331-336.

### **Páginas de internet consultadas:**

<http://www.alvecabo.pt>, consultado em Dezembro de 2008

[http://en.wikipedia.org/wiki/Failure\\_mode\\_and\\_effects\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Failure_mode_and_effects_analysis), consultado em Janeiro de 2009

<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7020/1/Tese.pdf>, consultado em Fevereiro de 2009

<http://paginas.fe.up.pt/clme/2008/PROCEEDINGS/PDF/08A019.pdf>, consultado em Fevereiro de 2009

[http://www.prd.usp.br/disciplinas/docs/pro2712-2005-Alberto\\_Gregorio/1Ferbasq.pdf](http://www.prd.usp.br/disciplinas/docs/pro2712-2005-Alberto_Gregorio/1Ferbasq.pdf), consultado em Fevereiro de 2009

## **ANEXOS**

## I. Modos de Falha Mensais

**Tabela I. 1: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Março**

<b>Março</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	26
linha com interferências	4
falta de equipamento	3
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	1
equipamento entregue não corresponde ao desejado pelo cliente	1
falha de sincronismo	1
número mal atribuído	1
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>

**Tabela I. 2: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Abril**

<b>Abril</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	24
falta de equipamento	3
serviço não executado	2
serviço incompleto	2
equipamento entregue não corresponde ao desejado pelo cliente	2
avaria no equipamento do cliente	1
equipamento trocado	1
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>

**Tabela I. 3: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Maio**

<b>Maio</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	13
falta de equipamento	3
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	3
serviço incompleto	2
equipamento entregue não corresponde ao desejado pelo cliente	1
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>

**Tabela I. 4: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Junho**

<b>Junho</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	12
serviço incompleto	5
instalação incorrecta	2
acessório mal instalado	1
falta de equipamento	1
incomprimento do normativo técnico	1
serviço mal executado	1
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>

**Tabela I. 5: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Julho**

<b>Julho</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	16
falta de equipamento	7
cabo descolado	2
serviço por cancelar	1
serviço incompleto	1
linha com interferências	1
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	1
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>

**Tabela I. 6: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Agosto**

<b>Agosto</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	17
falta de equipamento	2
cabo descolado	1
falha de sincronismo	1
incomprimento do normativo técnico	1
serviço deficiente	1
serviço incompleto	1
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>

**Tabela I. 7: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Setembro**

<b>Setembro</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	9
cabo descolado	3
serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	2
mau isolamento	1
falta de equipamento	1
falha de sincronismo	1
acessório mal instalado	1
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

**Tabela I. 8: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Outubro**

<b>Outubro</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	19
cabo descolado	3
cabo por substituir	2
execução do serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	2
falha de sincronismo	2
falta de equipamento	2
número mal atribuído	2
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	1
<b>TOTAL</b>	<b>33</b>

**Tabela I. 9: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Novembro**

<b>Novembro</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	10
cabo descolado	2
serviço deficiente	2
serviço mal executado	1
falha de sincronismo	1
execução do serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	1
cabo por substituir	1
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>

**Tabela I. 10: Ocorrências dos modos de falha para o mês de Dezembro**

<b>Dezembro</b>	
<b>Modo de Falha</b>	<b>Frequência de Ocorrência</b>
cliente sem serviço	13
falha de sincronismo	5
mau isolamento	2
danos inerentes à realização do serviço na propriedade do cliente	2
cabo por substituir	2
execução do serviço não corresponde ao desejado pelo cliente	1
serviço não executado	1
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>

## II. Diagramas de Causa-e-Efeito

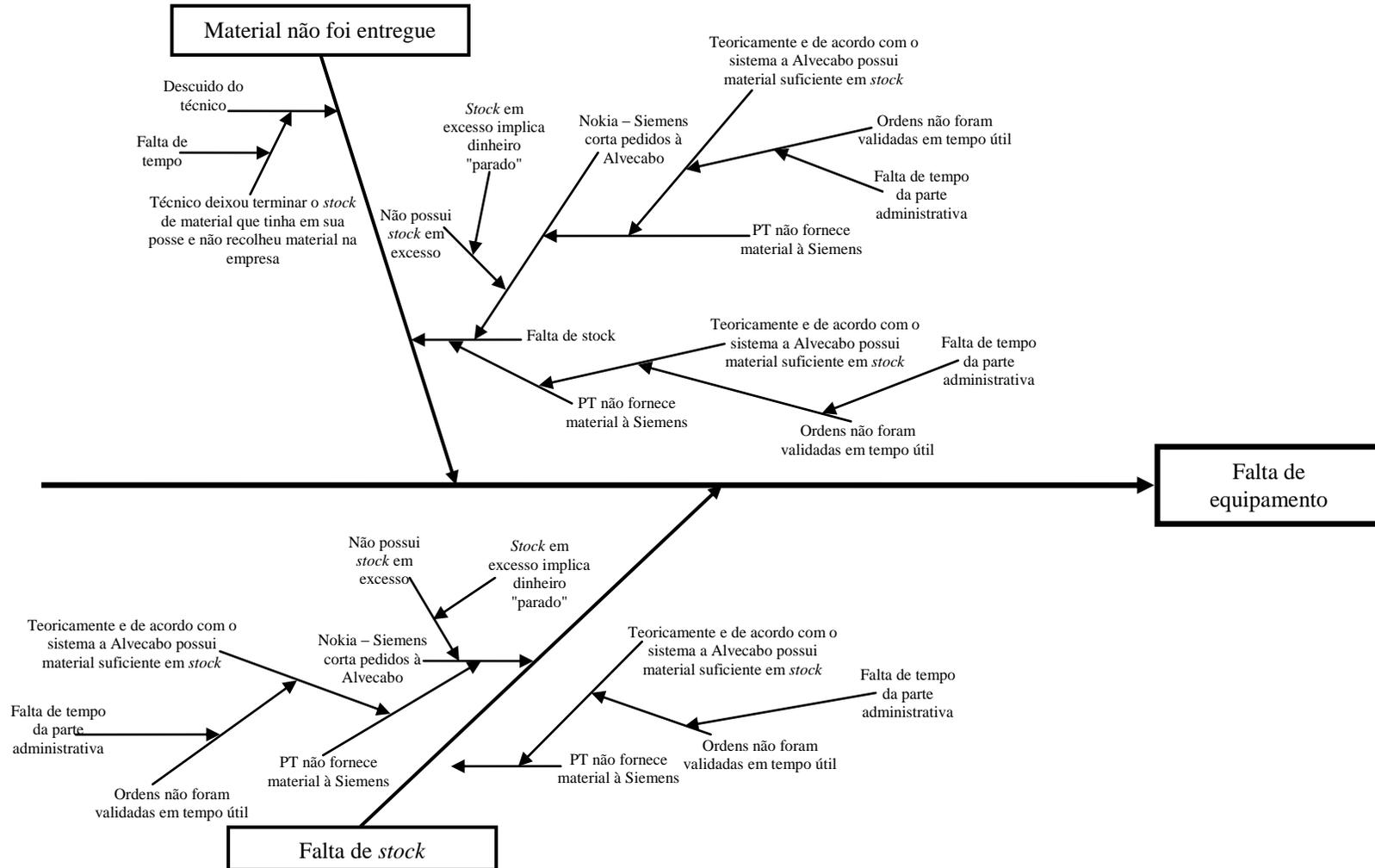


Figura II. 1: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha *falta de equipamento*

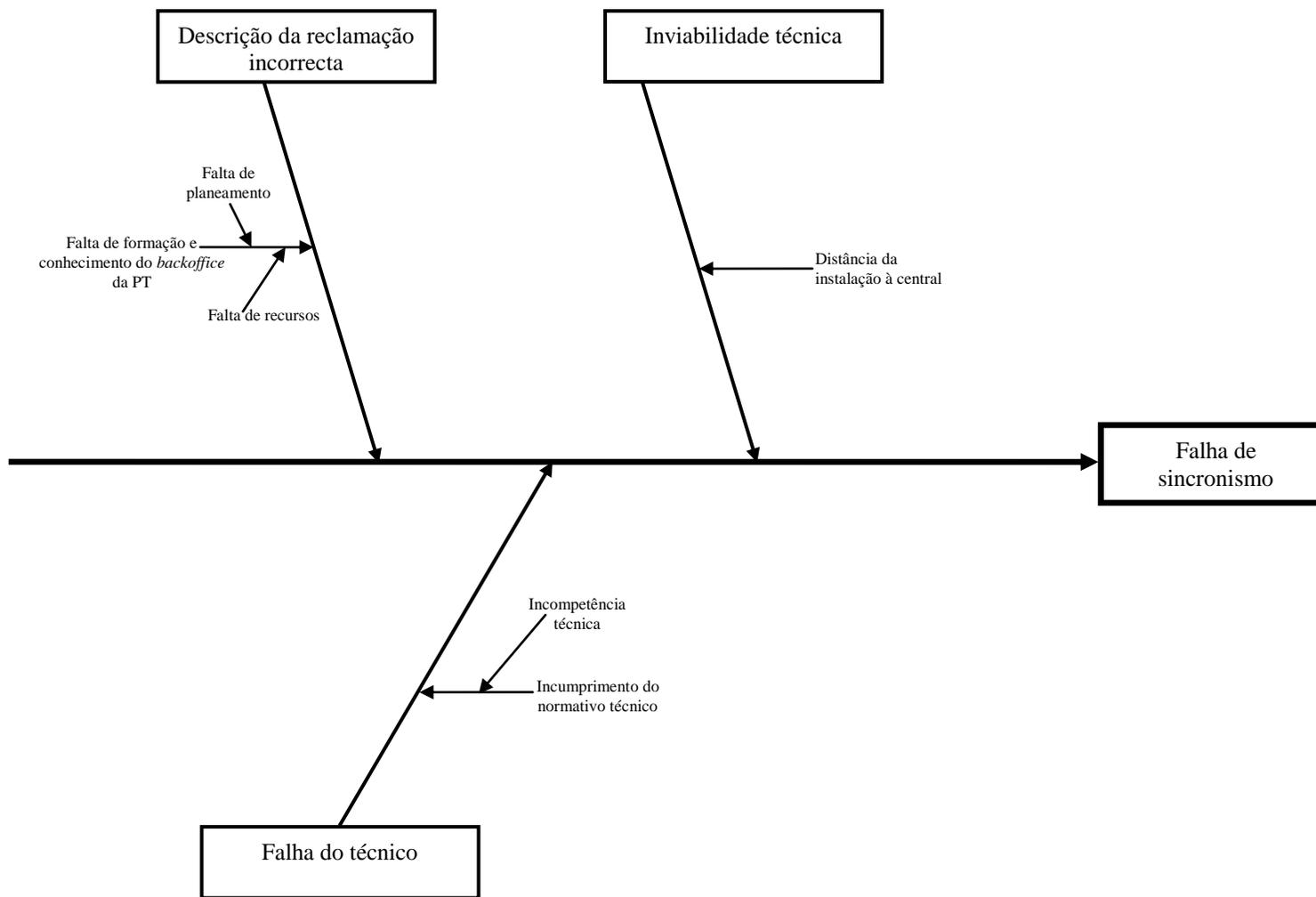
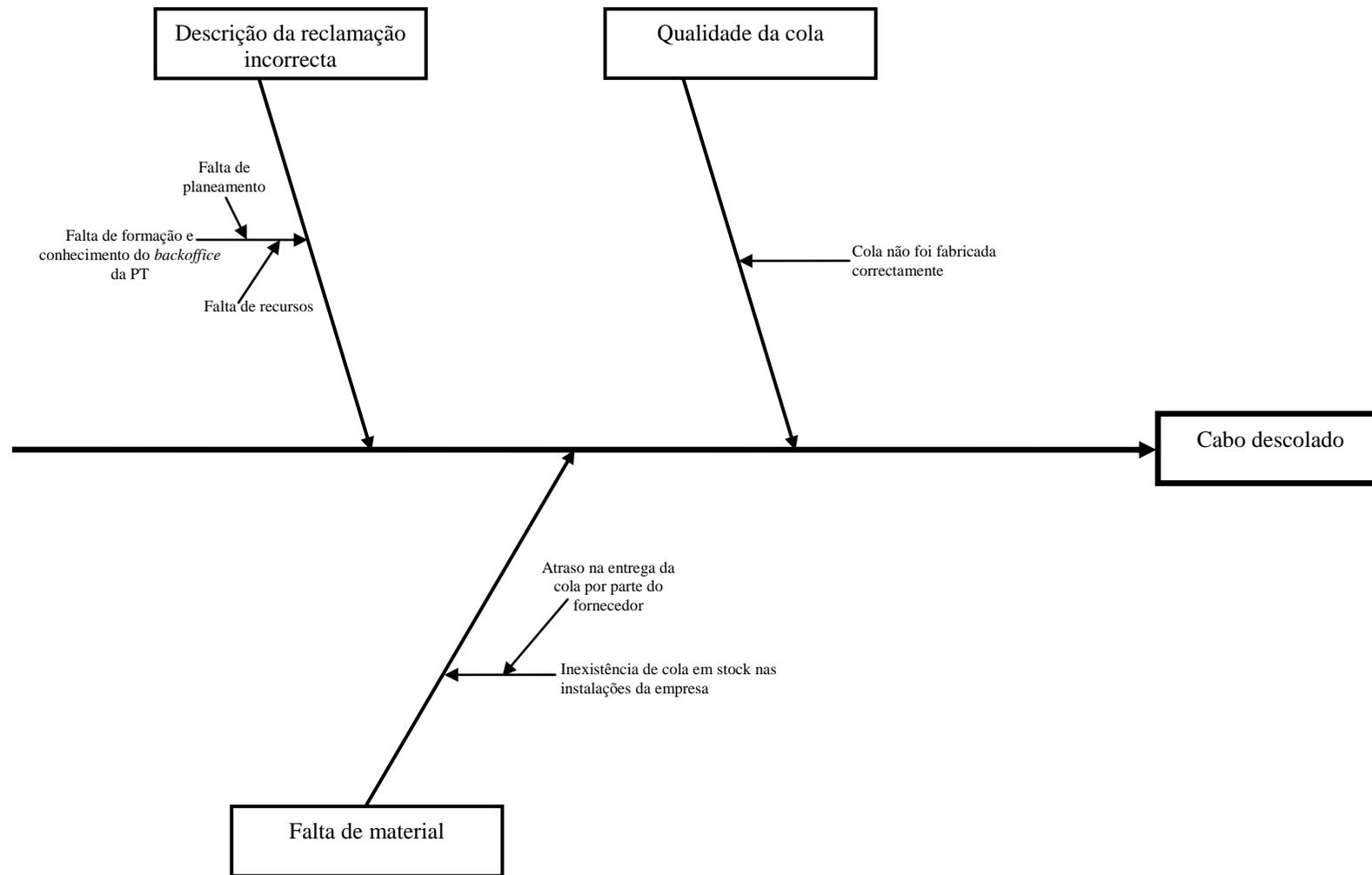


Figura II. 2: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha *falha de sincronismo*



**Figura II. 3: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha *cabo descolado***

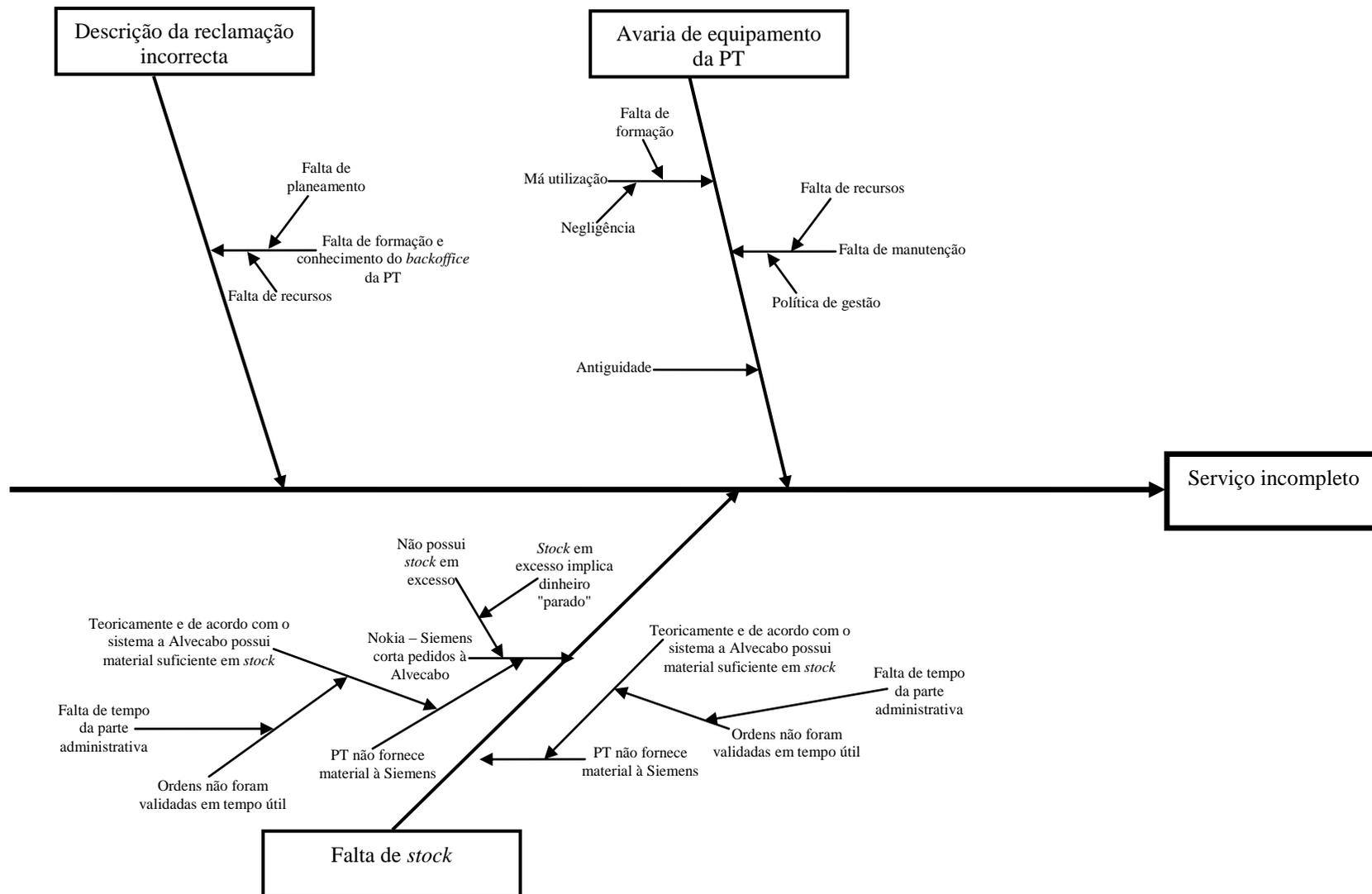


Figura II. 4: Diagrama de Causa-e-Efeito para o modo de falha *serviço incompleto*

### III. Diagramas de Relações

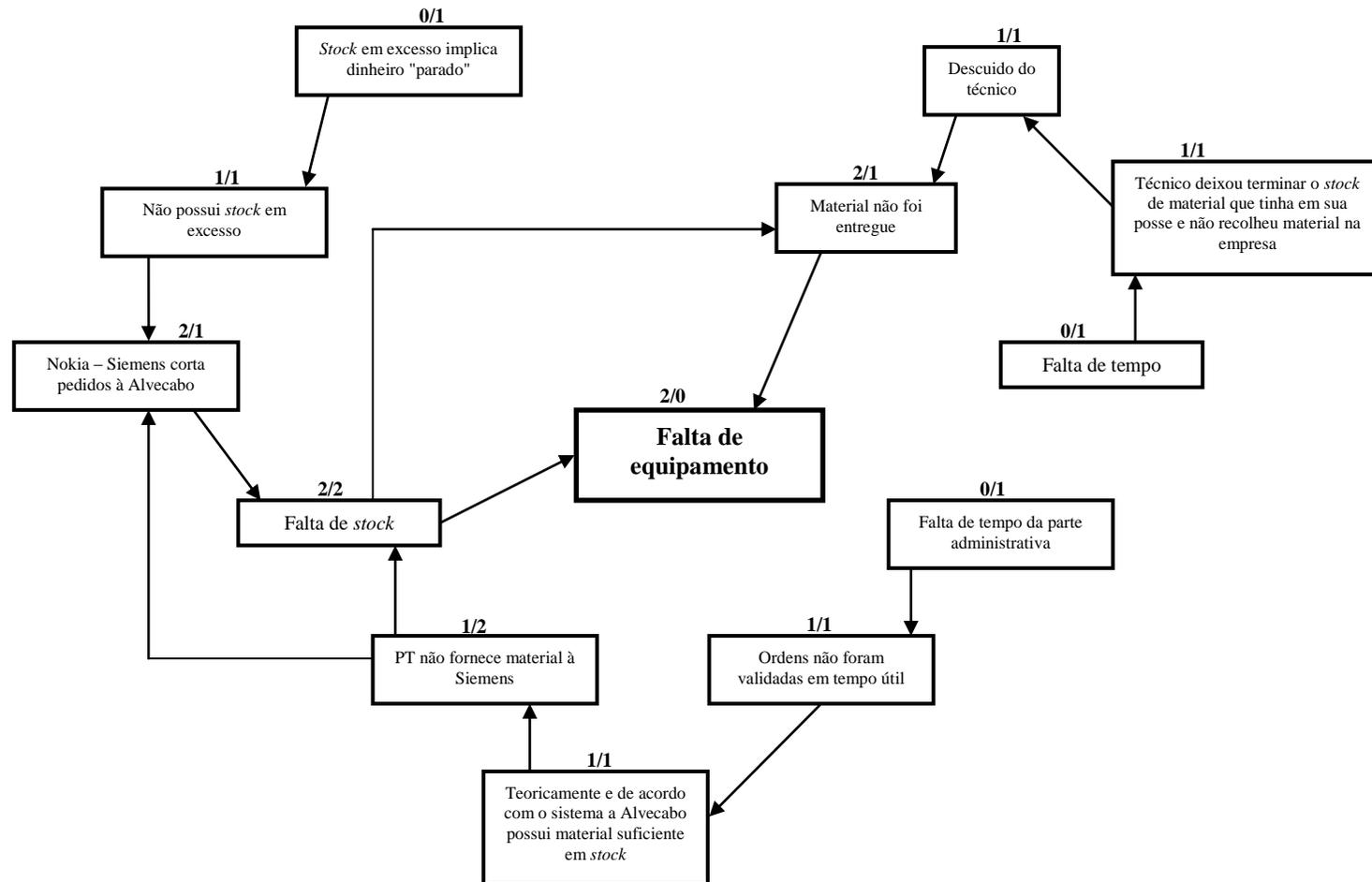
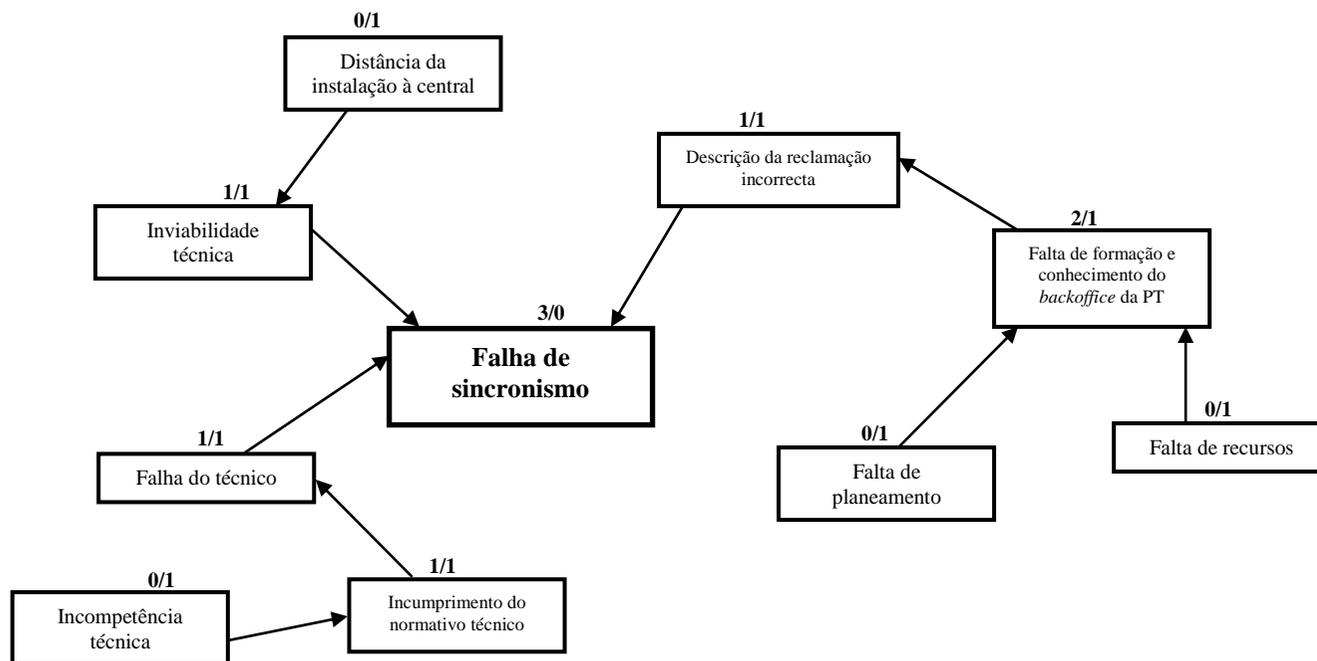
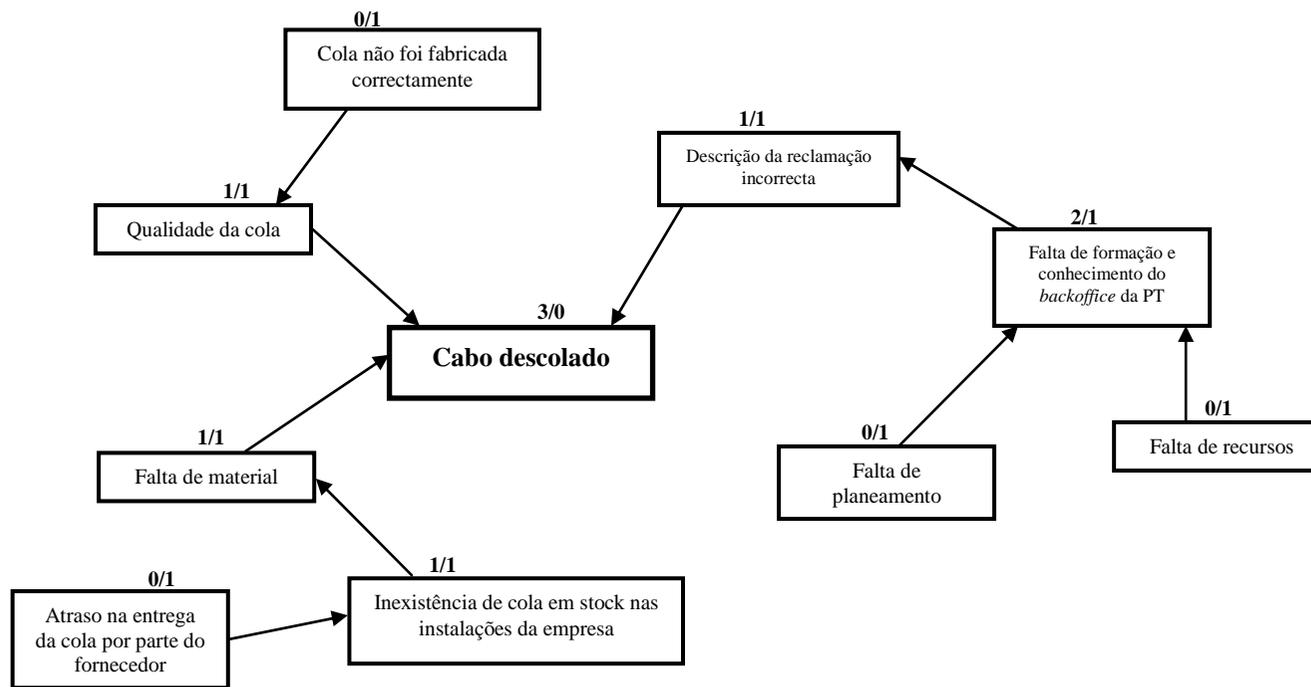


Figura III. 1: Diagrama de Relações para o modo de falha *falta de equipamento*



**Figura III. 2: Diagrama de Relações para o modo de falha *falha de sincronismo***



**Figura III. 3: Diagrama de Relações para o modo de falha *cabo descolado***

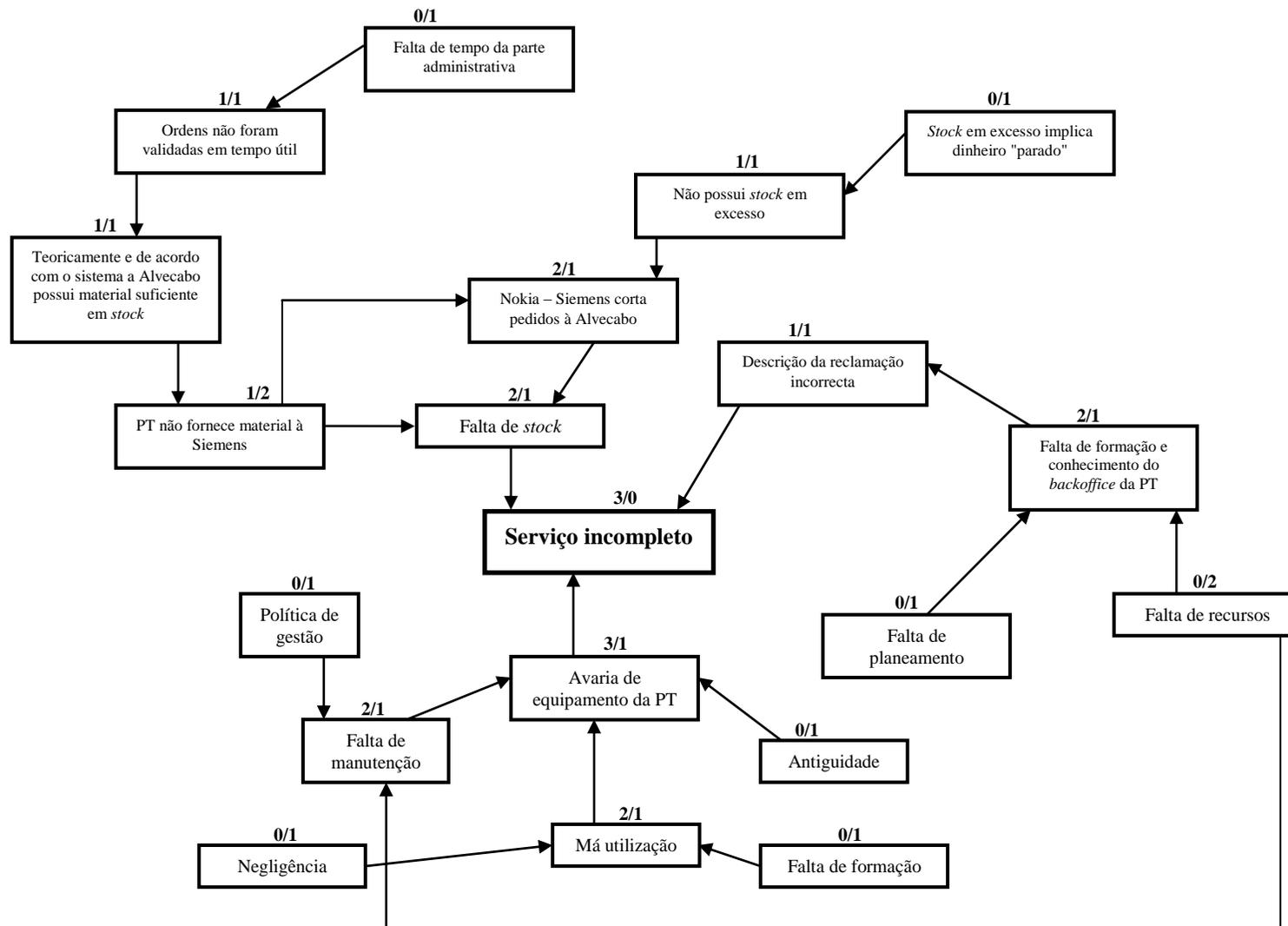


Figura III. 4: Diagrama de Relações para o modo de falha *serviço incompleto*

#### IV. Diagramas em Árvore

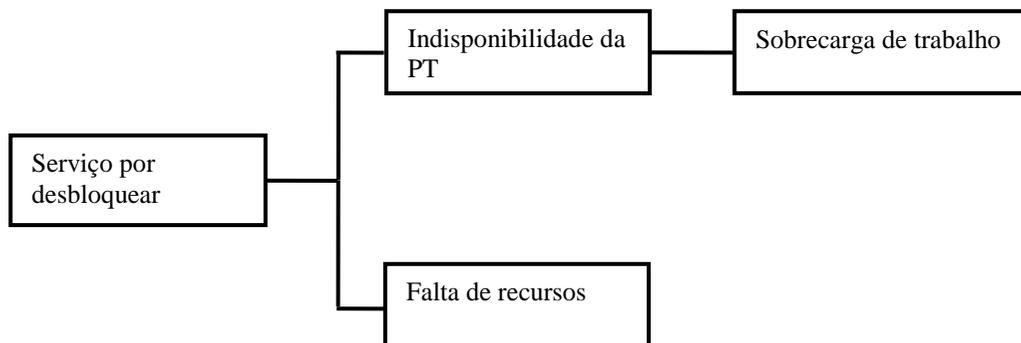


Figura IV. 1: Diagrama em Árvore para a causa *serviço por desbloquear*

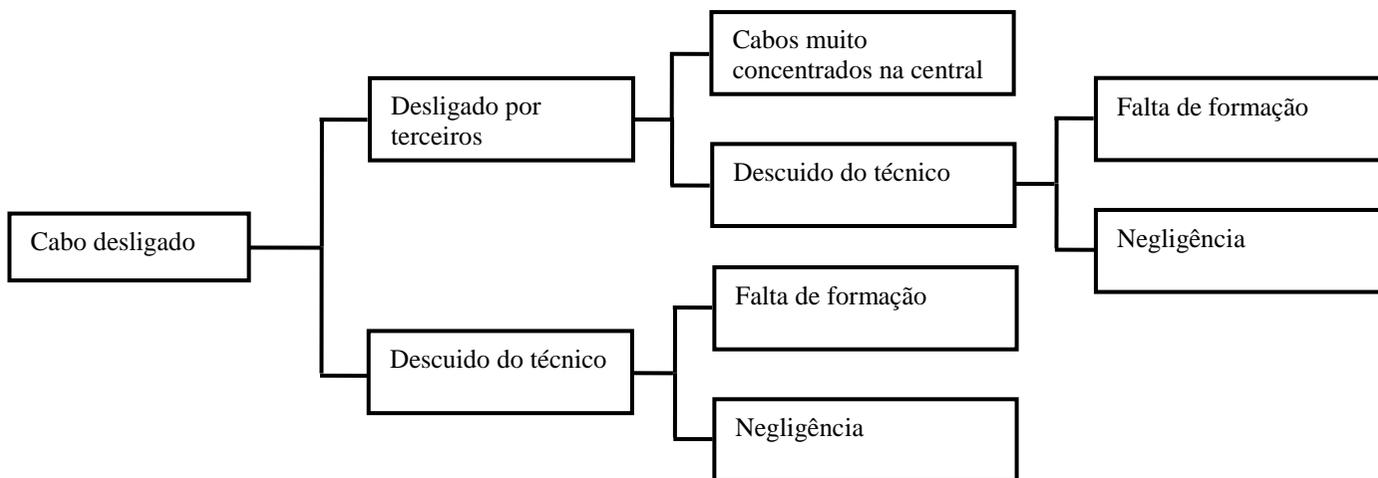
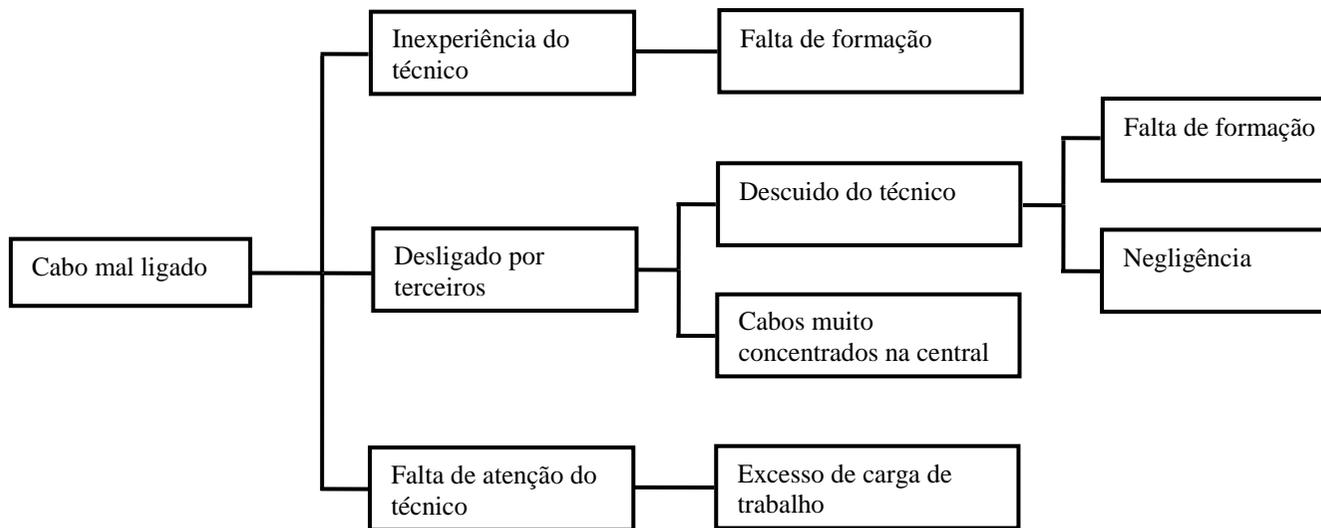
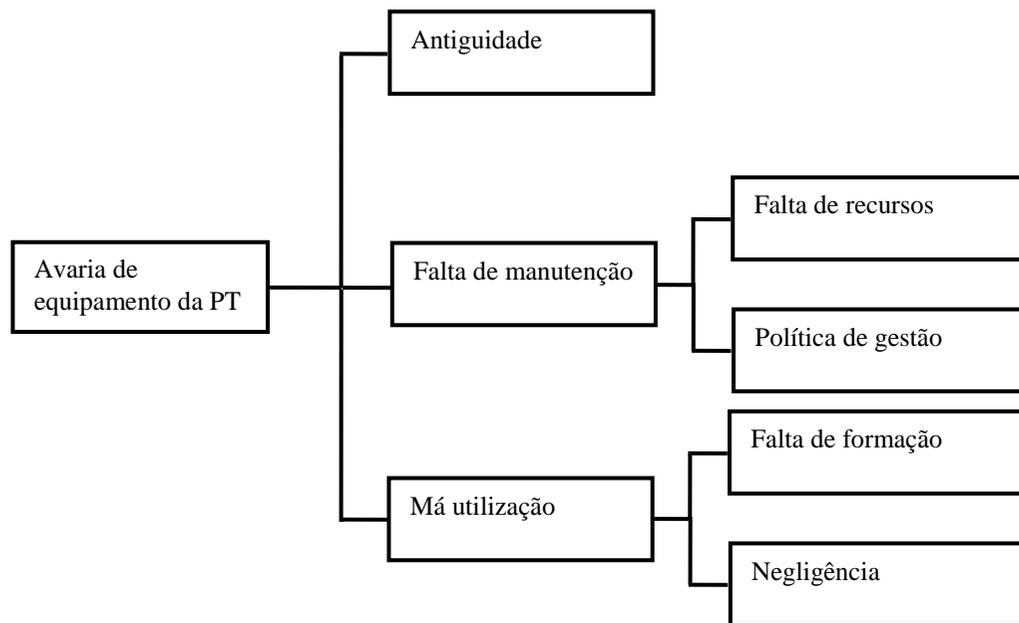


Figura IV. 2: Diagrama em Árvore para a causa *cabo desligado*



**Figura IV. 3: Diagrama em Árvore para a causa *cabo mal ligado***



**Figura IV. 4:** Diagrama em Árvore para a causa *avaria de equipamento da PT*



**Figura IV. 5:** Diagrama em Árvore para a causa *descrição da reclamação incorrecta*

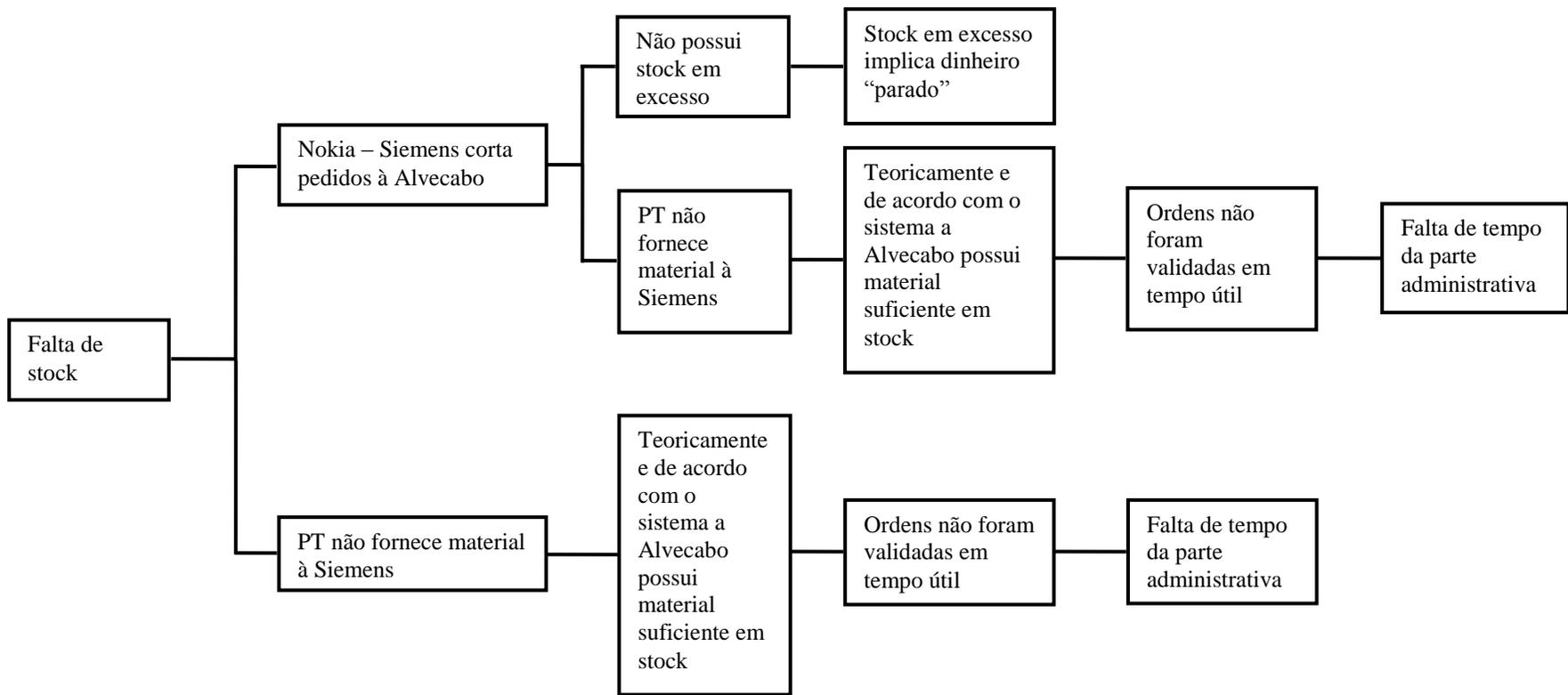


Figura IV. 6: Diagrama em Árvore para a causa *falta de stock*

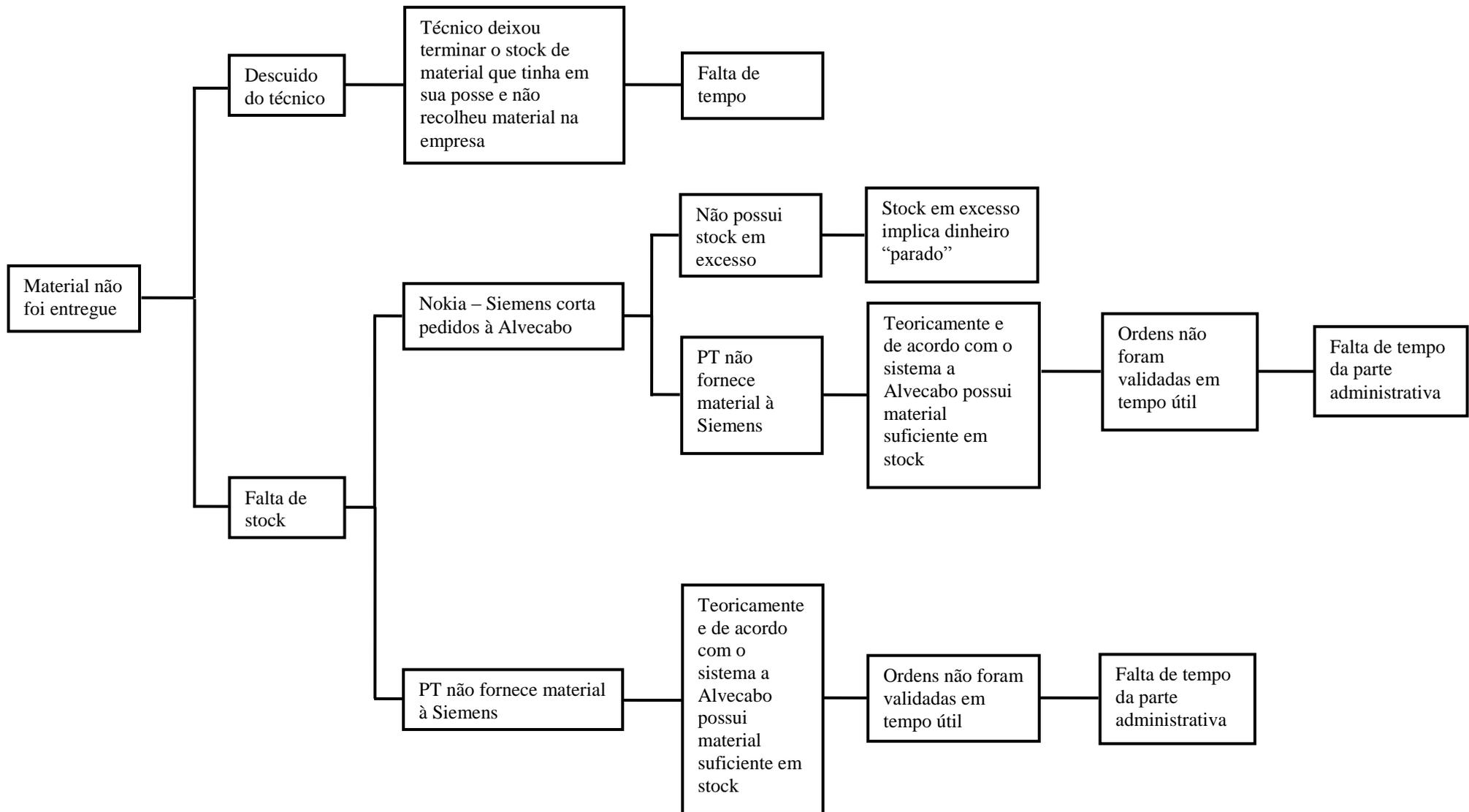
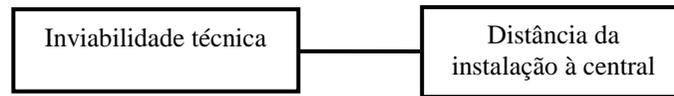
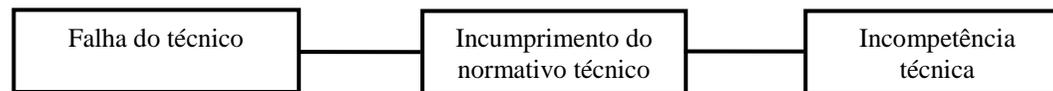


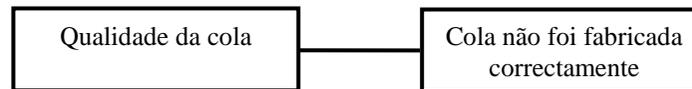
Figura IV. 7: Diagrama em Árvore para a causa *material não foi entregue*



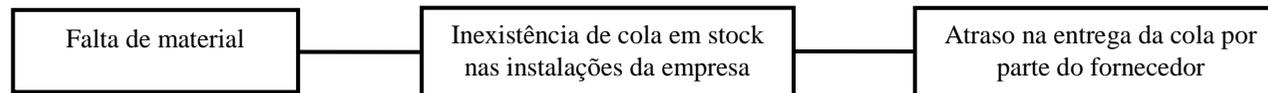
**Figura IV. 8:** Diagrama em Árvore para a causa *inviabilidade técnica*



**Figura IV. 9:** Diagrama em Árvore para a causa *falha do técnico*



**Figura IV. 10:** Diagrama em Árvore para a causa *qualidade da cola*



**Figura IV. 11:** Diagrama em Árvore para a causa *falta de material*

## V. Tabelas de Avaliação da Eficácia

**Tabela V. 1: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *serviço por desbloquear***

Acção Correctiva	Responsável	Prazo	Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva	Responsável	Data
Reportar a PT para a minimização de serviços indisponíveis	Gestor operacional	1 mês			

**Tabela V. 2: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *avaria de equipamento da PT***

Acção Correctiva	Responsável	Prazo	Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva	Responsável	Data
Solicitar à PT que efectue manutenção preventiva às suas infra-estruturas (centrais, sub-repartidores, postes, linhas, etc)	Director da qualidade	1 mês			
Fornecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos relativamente à utilização das infra-estruturas da PT	Gestor operacional	3 meses			

**Tabela V. 3: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *descrição da reclamação incorrecta***

Acção Correctiva	Responsável	Prazo	Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva	Responsável	Data
Solicitar a PT no sentido de fornecer formação ao seu backoffice e de efectuar um planeamento dos seus recursos	Director da qualidade	3 meses			

**Tabela V. 4: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *falta de stock***

<b>Acção Correctiva</b>	<b>Responsável</b>	<b>Prazo</b>	<b>Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva</b>	<b>Responsável</b>	<b>Data</b>
Solicitar a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das necessidades da Alvecabo, e consequentes necessidades do cliente final	Responsável logística	1 mês			

**Tabela V. 5: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *material não foi entregue***

<b>Acção Correctiva</b>	<b>Responsável</b>	<b>Prazo</b>	<b>Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva</b>	<b>Responsável</b>	<b>Data</b>
Fornecer acção de sensibilização ao técnico no sentido de efectuar levantamento das necessidades para a execução das OT's	Gestor operacional	2 meses			
Solicitar a PT (ou Siemens) para o aprovisionamento das necessidades da Alvecabo, e consequentes necessidades do cliente final	Responsável logística	1 mês			

**Tabela V. 6: Tabela de avaliação da eficácia das acções correctivas implementadas para a causa *cabo desligado***

<b>Acção Correctiva</b>	<b>Responsável</b>	<b>Prazo</b>	<b>Avaliação da Eficácia da Acção Correctiva</b>	<b>Responsável</b>	<b>Data</b>
Fornecer acção de sensibilização e de formação aos técnicos sobre a actividade de intervenção com fiadores (cabos)	Gestor operacional	2 meses			
Solicitar a intervenção da PT no sentido de efectuar manutenção preventiva e correctiva das centrais com maior concentração de fiadores (cabos)	Director da qualidade	1 mês			

