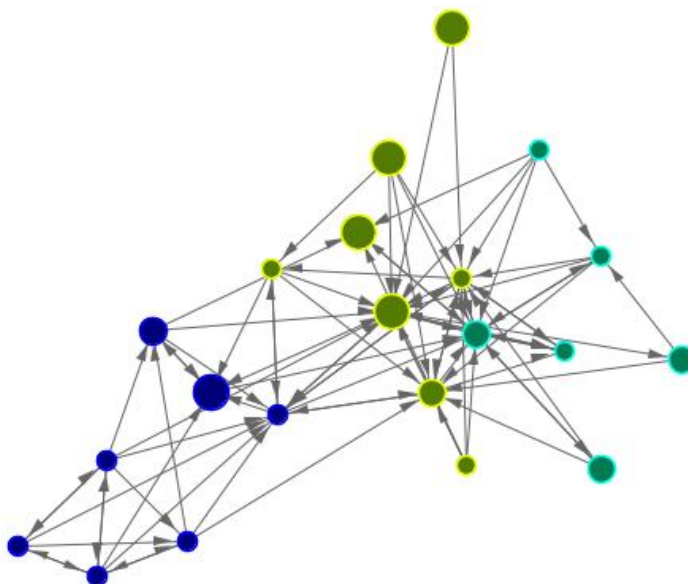




**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Departamento de Engenharia Mecânica**

**ISEL**



## **Análise do risco em organizações – Caso de estudo**

**MARCO NUNES**  
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Dissertação Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia  
Mecânica no perfil de Manutenção e Produção

Orientador:

Doutor António Abreu

Júri:

Presidente: Doutor João Quaresma Dias

Vogal:

Doutora Isabel Maria da Silva João

**Setembro de 2013**

## **Agradecimentos**

Desejo expressar o meu agradecimento, a todos os que contribuíram para o desenvolver da dissertação de mestrado, em especial aos meus colegas de trabalho, pelo apoio e compreensão ao longo de todo o meu período de formação académica e ainda pela participação, activa em especial, como actores do caso de estudo abordado neste trabalho. Também um agradecimento especial ao professor e orientador, Doutor António Abreu, pela introdução do tema da Análise de Redes Sociais, pois permitiu que eu adquirisse novos conhecimentos de uma área até então desconhecida, e superou todas as expectativas relativamente ao que tinha em mente planeado para desenvolver o tema principal deste trabalho – Análise do Risco em Organizações, pois enquadrou-se de uma forma excepcional e até á data, inovadora, no caso de estudo levado a cabo neste trabalho, permitindo uma abordagem alternativa e ao mesmo tempo complementar, aos tradicionais métodos aplicados na empresa onde trabalho no que diz respeito á análise do risco, obtendo resultados nunca dantes quantificados de forma clara e objectiva.

Um Muito Obrigado a Todos!

## Resumo

A análise do risco em organizações é um exercício de elevada importância, para de alguma forma garantir o futuro de uma organização. Em função do tipo de risco que se pretende identificar, é necessário recorrer a técnicas adequadas, que permitam efectuar um diagnóstico o mais concreto possível, para atempadamente, detectar riscos, ou a probabilidade de esses virem a existir. A análise de redes sociais é uma técnica que permite identificar e quantificar riscos, ou futuros riscos quer, por exemplo, ao nível da comunicação e gestão e partilha do conhecimento, entre elementos de uma organização. A análise de redes sociais é uma técnica muito utilizada, em várias áreas que vão desde as ciências sociais, economia, engenharia da produção, medicina, entre outras. Uma das principais vantagens deste tipo de análise é que, esta foca-se essencialmente na relação que existe entre entidades, que interagem entre si, o que permite tirar uma fotografia em tempo real da dinâmica de uma organização.

O objectivo deste trabalho é ilustrar um pequeno resumo das técnicas mais utilizadas e conhecidas, para a análise do risco em organizações e aplicar a *análise de redes sociais* que é considerada uma técnica de diagnóstico e de apoio á decisão e tem por base, três essenciais ramos da matemática; teoria dos grafos, probabilidade e estatística e modelos algébricos, para determinar possíveis riscos de comunicação e gestão e partilha de conhecimento numa organização real, pois os resultados obtidos com esta técnica de análise são extremamente reveladores da dinâmica de uma organização, e estão fortemente documentados e comprovados por vários investigadores da área.

## Abstract

Risk analysis in organizations, is an extreme important exercise to somehow assure an organization's present and future success. Function of the risk type, that one, intents to identify, adequate techniques, must be applied, in order to accurately and timely diagnose, risks or risks probabilities. Social network analysis in organizations is a technique that allows identify and quantify those risks, or risks probabilities, in what comes to communication, managing and knowledge share, among organizations elements.

Social network analysis is a widely used technique, in several areas, from social sciences, economy, production engineering, medicine, and among many others. One of the main advantages of the use of this technique is that it focuses in the relations between entities interacting.

The main goal from this academic work is to provide a short resume, of some most used and known risk analysis techniques, and the application of the *social network analysis* technique, which is a diagnose decision support technique, and stands in mathematical areas, such as; statistics, probabilities and graph theory, in order to identify the possibility of communication and knowledge management risks, in a real organization. Results obtained, by applying this technique (SNA), are extremely revealing of an organization network dynamics. They are also widely recognized and stated among the scientific community, and furthermore, are recognized by many top organizations executives, as an indispensable exercise to measure the dynamic of an organization, with excellent results in the field.

## **Palavras – chave**

*Risco*

*Análise do risco em organizações*

*Análise de redes sociais*

*Centralidade*

*Centralização*

*Coesão*

*Prestígio*

*Actores Principais*

# **Keywords**

*Risk*

*Risk analysis in organizations*

*Social network analysis*

*Centrality*

*Centralization*

*Cohesion*

*Prestige*

*Key Players*

# Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo .....	ii
Abstract .....	iii
Palavras – chave .....	iv
Keywords .....	v
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tabelas.....	x
Lista de Matrizes .....	xii
<b>Capítulo 1 – Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introdução.....	1
1.2 Objectivo .....	1
1.3 Estrutura da dissertação .....	1
<b>Capítulo 2 – Análise do risco em organizações.....</b>	<b>3</b>
2.1 Introdução.....	3
2.2 Estado da arte .....	4
2.3 Conceito de Risco .....	7
2.4 Tipos de Risco .....	9
2.5 Principais etapas da análise do risco em organizações.....	11
2.6 Técnicas da análise do risco em organizações .....	12
2.7 Evolução e campos de aplicação da análise de redes sociais em organizações.....	24
2.7.1 Análise de redes sociais em organizações aplicando a teoria das redes sociais .....	28
2.7.2 Principais etapas da aplicação da SNA na análise do risco em organizações .....	31
2.8 Conclusões .....	39
<b>Capítulo 3 – Conceitos da Teoria dos grafos .....</b>	<b>40</b>
3.1 Introdução.....	40
3.2 Grafos e matrizes .....	40
3.2.1 Redes de um modo .....	42

3.2.2 Redes de dois modos .....	42
3.2.3 Grafos não direccionais.....	45
3.2.4 Grafos direccionais .....	46
3.3 Métricas.....	50
3.3.1 Métricas de coesão.....	51
3.3.2 Métricas de centralidade e prestígio .....	61
3.4 Conclusões .....	81
<b>Capítulo 4 – Caso de estudo .....</b>	<b>82</b>
4.1 Introdução.....	82
4.2 Objectivo .....	82
4.3 Identificação do grupo estratégico – objecto de estudo.....	84
4.4 Recolha e tratamento da informação .....	85
4.4.1 Mapeamento e análise da rede – <i>quem conhece quem</i> .....	87
4.4.2 Mapeamento e análise da rede – <i>quem comunica com quem</i> .....	93
4.4.3 Mapeamento e análise da rede – <i>quem comunica com quem com muita frequência</i> .....	102
4.4.4 Mapeamento e análise da rede – <i>quem sabe oque</i> .....	106
4.4.5 Análise dos graus de comunicação do Grupo 1.....	111
4.5 Acções desenvolvidas e resultados obtidos .....	115
<b>Capítulo 5 – Considerações finais .....</b>	<b>120</b>
5.1 Conclusões .....	120
5.2 Trabalhos Futuros .....	121
<b>Anexo.....</b>	<b>122</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>124</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Bases Científicas Fundamentais da Análise do Risco.....	4
Figura 2. Dependência entre os vários tipos de risco.....	9
Figura 3. Ciclo da Análise e Gestão do Risco. ....	11
Figura 4. Processo de Gestão de Riscos de acordo com norma ISO 31000.....	11
Figura 5: Matriz de risco. ....	18
Figura 6. Diagrama de Causa-Efeito.....	19
Figura 7. Grafo de uma rede social. ....	21
Figura 8. Etapas da aplicação da análise de redes sociais em organizações. ....	31
Figura 9. Tipos de Grafos ou Redes.....	42
Figura 10. Rede de dois modos - Relação entre duas entidades diferentes.....	42
Figura 11. Rede de Teste.....	43
Figura 12. Rede de Teste, com a identificação das ligações entre nós. ....	44
Figura 13. Rede de Teste não – direccional.....	46
Figura 14. Tipos de conectividade em redes direccionais.....	48
Figura 15. Rede de Teste, após a remoção do nó D e a remoção da ligação entre I e J.....	50
Figura 16. Rede de Teste - Ligações da Organização 1 para a Organização 2. ....	55
Figura 17. Ligações entre nós não recíprocas da Rede de Teste. ....	57
Figura 18. Rede de Teste em linha.....	57
Figura 19. Quatro estados de uma tríade, rede não – direccional. ....	60
Figura 20. Exemplo de rede com 3 nós para determinar Prestige Rank. ....	68
Figura 21. Rede Prestige Rank. ....	71
Figura 22. Rede de Teste – Caso direccional com centralização de grau de entrada máxima.74	
Figura 23. Principais papéis dos actores da rede, Rede de Teste.....	76
Figura 24. Evolução de incidentes, reaberturas e reclamações, (2007 a 2011).....	82
Figura 25: Objectivo do caso de estudo em termos esquemáticos. ....	83
Figura 26. Graus de comunicação, para a rede de comunicação no Grupo 1.....	85
Figura 27. Mapeamento da rede de conhecimento de pessoas (quem conhece quem?). ....	87
Figura 28. Reciprocidade entre elementos do Grupo 1, da rede (quem conhece quem?). ....	91
Figura 29. Mapeamento da rede de comunicação (quem comunica com quem?).....	94
Figura 30. Mapeamento da rede (quem comunica com quem, com muita frequência?). ....	102
Figura 31. Mapeamento da rede de comunicação com muita frequência, (quem comunica com quem com muita frequência?), após a remoção do nó 2. ....	105

Figura 32. Mapeamento da rede de conhecimentos (quem sabe oque?).....	106
Figura 33. Matriz de Risco - Actores e Tarefas Críticas.....	110
Figura 34: Matriz de Risco – Antes e Depois da Intervenção .....	119

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Evolução e campos de aplicação da análise e gestão do risco em organizações.....	5
Tabela 2: Tipo das técnicas de análise do risco segundo a ISO 31010.....	12
Tabela 3: Vantagens e desvantagens da aplicação da análise de redes sociais. ....	23
Tabela 4: Evolução e campos de aplicação da análise de redes sociais em organizações. ....	24
Tabela 5: Matriz que relaciona entidades diferentes, de uma organização.....	29
Tabela 6: Relação entre Redes, Categorias de Risco e Tipos de Risco. ....	30
Tabela 7: Relação entre Redes, Categorias de Risco e Tipos de Risco - Caso de Estudo. ....	31
Tabela 8: Principais elementos que compõem uma rede social (grafo).....	41
Tabela 9: Métricas aplicadas na análise de redes sociais em organizações. ....	51
Tabela 10: Densidades entre, e das duas organizações, da Rede de Teste.....	56
Tabela 11: Distâncias geodésicas entre nó A e restantes nós da Rede de Teste.....	66
Tabela 12: Prestígio de proximidade para nós da Rede de Teste. ....	67
Tabela 13: Centralidade de entrada, saída, total, e $P_R$ para a Rede Prestige Rank. ....	72
Tabela 14: Grau de entrada e grau de Prestige Rank para rede da Figura 21.....	72
Tabela 15: Classificação final do potencial de "Key Players" dos nós da Rede de Teste. ....	75
Tabela 16: Principais papéis dos actores de cada Organização e Rede de Teste.....	76
Tabela 17: Antiguidades dos elementos do Grupo 1. ....	84
Tabela 18: Faixas de antiguidade do Grupo 1. ....	84
Tabela 19: Medidas de centralização e coesão (reais e ideias) para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?).....	88
Tabela 20: Densidades de ligação entre equipas e antiguidades do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?). ....	90
Tabela 21: Grau de reciprocidade entre equipas do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?).....	91
Tabela 22: Principais medidas de centralidade para os elementos do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?). ....	92
Tabela 23: Cliques, medidas de centralização e coesão, para o mapeamento da rede da figura 29 (quem comunica com quem?).....	95
Tabela 24: Densidades de ligação entre equipas e antiguidades do Grupo 1, para a rede da figura 29 (quem comunica com quem?).....	96
Tabela 25: Principais medidas de centralidade e prestígio, para os elementos do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 29 (quem comunica com quem?). ....	97

Tabela 26: Resultados obtidos para as medidas de coesão, após a remoção dos 3 nós com o valor mais elevado de centralidade de proximidade, intermédia, e de grau de entrada, no Grupo 1, e em cada equipa. ....	99
Tabela 27: Classificação dos 3 primeiros nós quanto, ao nível da comunicação interna e externa. ....	100
Tabela 28: Cliques do mapeamento da rede da figura 29 (quem comunica com quem?).....	101
Tabela 29: Centralidade de entrada e de saída e intermédia para os elementos do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 30 (quem comunica com quem, com muita frequência?). ....	104
Tabela 30: Grau de entrada para nós e tarefas, para o mapeamento da rede da figura 32 (quem sabe oque?). ....	107
Tabela 31: Classificação dos 5 primeiros nós para o mapeamento da rede da figura 32 (quem sabe oque?). ....	108
Tabela 32: Classificação da criticidade de tarefas e nós, para o mapeamento da rede da figura 32 (quem sabe oque?).....	109
Tabela 33: Estatística das respostas, para graus de comunicação no Grupo 1. ....	111
Tabela 34: Densidades de ligação entre equipas dos 3 graus de comunicação e comunicação nula no Grupo 1. ....	112
Tabela 35: Densidades de ligação entre antiguidades, dos 3 graus de comunicação, e comunicação nula, no Grupo 1. ....	113
Tabela 36: Resumo geral do mapeamento das redes analisadas.....	115
Tabela 37: Ponto de situação relativo ao tempo de espera de execução de tarefas antes da intervenção.....	117
Tabela 38: Ponto de situação relativo ao tempo de espera de execução de tarefas após a intervenção e implementação de acções de correcção e/ou melhoria. ....	118

## **Lista de Matrizes**

Matriz 1: Matriz adjacente, que representa as ligações da rede, Rede de Teste.....	43
Matriz 2: Matriz de incidência, que representa as ligações da rede, Rede de Teste.....	45
Matriz 3: Quantidade de geodésicos entre todos os nós da Rede de Teste. ....	52
Matriz 4: Geodésicos da Rede de Teste – Caso direccional.....	53
Matriz 5: Distâncias geodésicas da Rede de Teste - Caso rede não - direccional. ....	59
Matriz 6: Número de vezes que o nó A aparece como intermediário num geodésico.....	64

# Capítulo 1 – Introdução

## 1.1 Introdução

Neste capítulo, é apresentado o objectivo e a estrutura da dissertação, que tem por título *Análise do Risco em Organizações - Caso de Estudo*.

## 1.2 Objectivo

O objectivo deste trabalho centra-se essencialmente na elaboração de um resumo das técnicas mais conhecidas e utilizadas, para o exercício da análise do risco em organizações, fazendo uma abordagem ao conceito de risco, e a análise do risco em organizações, apresentado, as principais etapas para conduzir um processo de análise do risco em organizações, independentemente da metodologia ou técnica a utilizar, e a aplicação de uma técnica de análise do risco em organizações - *Análise de redes sociais*, apoiada com um caso de estudo a um pequeno departamento de uma organização, visando deste modo evidenciar as potencialidades, resultados e vantagens *versus* desvantagens e que esta técnica pode introduzir no contexto da análise do risco em organizações.

## 1.3 Estrutura da dissertação

Este trabalho está organizado em cinco capítulos:

No capítulo 1, são apresentados os objectivos e a estrutura da dissertação. No capítulo 2, é apresentado o tema central deste trabalho – *Análise do Risco em Organizações*. Neste capítulo é abordado o estado da arte, o conceito e tipos de risco, principais etapas, objectivo e técnicas, da análise do risco em organizações. É feita a introdução á técnica que vai ser detalhadamente explicada ao longo dos próximos capítulos - *Análise do risco em organizações* aplicando o conceito da análise de redes sociais, abordando temas como a evolução e campos de aplicação, as principais etapas, os resultados esperados e as duas vantagens e desvantagens desta técnica.

No capítulo 3, é feita uma caracterização geral e descrição da base matemática (Teoria dos Grafos) da técnica de análise de redes sociais em organizações. Ao longo deste capítulo, são

introduzidos conceitos da Teoria dos Grafos, que permitem determinar as métricas mais utilizadas por esta técnica, e qual a interpretação que deverá ser feita em função de um contexto específico. São essencialmente neste capítulo, abordados medidas de coesão, centralidade e prestígio. No capítulo 4, é apresentado um caso de estudo, onde tem como objectivo a implementação no terreno num pequeno departamento de uma grande organização, da técnica de análise de redes sociais em organizações, como técnica de análise do risco. Pretende-se aqui, apoiado na teoria que suporta esta técnica, identificar e quantificar essencialmente riscos de comunicação e de execução de tarefas por parte desse pequeno departamento, bem como a apresentação e implementação de algumas medidas de melhoria, previstas pela técnica em análise, nesse pequeno departamento. No capítulo 5 e último, são apresentadas as principais conclusões deste trabalho.

## Capítulo 2 – Análise do risco em organizações

### 2.1 Introdução

O risco é penetrante! O risco é uma experiência universal e impossível de fugir dele!

Na realidade, tudo está sujeito ao risco, seja ele de que tipo for, e normalmente não se tem bem a consciência da sua presença, e nem sempre se responde a ele com a inteligência e eficácia necessária (EDWARD & BOWEN, 2005).

Para delinear uma estratégia de sucesso, de uma organização, há que ter em mente, quais os caminhos que criam valor, e os caminhos que não criam valor. Para isto, é absolutamente necessário ter a noção de quais os riscos a que uma organização pode ou não evitar, sendo que o risco, tem duas leituras bem definidas: o risco de sucesso, ou o risco de insucesso. Pode-se afirmar que para o sucesso ou manutenção de uma organização, obrigatoriamente implica uma análise do risco e a sua aceitação. A capacidade de uma organização prosperar tendo em conta a presença do risco, bem como respondendo a acontecimentos inesperados, bons ou maus, é o primeiro indicador da capacidade que essa organização tem de competir, e isso é sem dúvida o primeiro sinal positivo (CHAPMAN, 2011).

Normalmente, as organizações que alcançam o sucesso devem-no essencialmente porque os seus responsáveis fazem duas coisas acertadas (KENDRICK, 2009):

- Registo de boas práticas.
- Utilizam ferramentas de análise do risco.

A análise do risco em organizações, tem como principal objectivo prever e identificar potenciais cenários de risco, que através da utilização de um conjunto de técnicas de análise permite elaborar planos que eliminam ou conduzem para um mínimo aceitável os riscos anteriormente mencionados. Este exercício, adopta-se sempre que seja necessário, efectuar um ponto de situação numa organização quer seja para verificar se objectivos previamente definidos estão a ser atingidos e caso seja necessário, tomar acções de melhoria ou correcção. É uma análise muito utilizada quando se pretende por exemplo, lançar um produto novo, entrar num negócio onde a concorrência é forte (FRAME, 2003; EDWARD & BOWEN, 2005).

A análise do risco em organizações, apoia-se, em função dos diversos campos de aplicação, em bases científicas (Física, Química, Matemática, entre outras) bastante conhecidas e bem definidas actualmente, pois é através delas que é possível qualificar e quantificar resultados. Na figura 1, são apresentadas as bases fundamentais, dos diferentes campos de aplicação da análise do risco em organizações (MCDANIELS & SMALL, 2004):

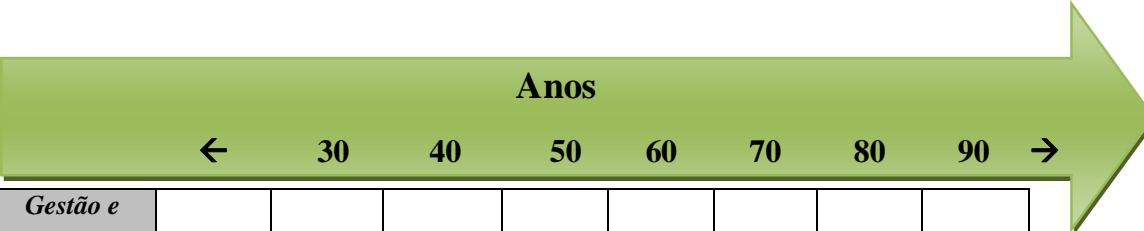


**Figura 1. Bases Científicas Fundamentais da Análise do Risco.**  
(Fonte: Adaptado de MCDANIELS & SMALL, 2004)

## 2.2 Estado da arte

Pode-se dizer que a análise do risco em organizações é tão antiga como, quando o primeiro rei, decidiu criar muralhas para proteger o seu povo, criar pactos com povos vizinhos ou ainda aprovisionar de alimentos extra (stock), para os períodos de possível escassez. O aparecimento e desenvolvimento da teoria das probabilidades no século XVII, permitiu a primeira abordagem quantitativa da análise do risco, embora, na altura, estas ferramentas foram apenas aplicadas a certas indústrias, nomeadamente comércio. Desde o século XVIII, até meados do século XX, a análise quantitativa do risco, foi essencialmente aplicada e limitada a áreas como: operações bancárias, mercados financeiros, seguradoras e assuntos relacionados com saúde pública. Mas ainda assim, nos finais do século XX, a análise e gestão do risco era ainda uma matéria pouco conhecida e era ignorada na maioria das organizações (MONAHAN, 2008; DIONNE, 2013).

Na tabela 1, são apresentados os principais campos de aplicação da análise e gestão do risco em organizações desde os anos 20 até a actualidade.



		Anos							
		←	30	40	50	60	70	80	90
Campos de Aplicação	<i>Gestão e Análise de Processos</i>	1)			4)			7)	
	<i>Industria Militar, Petrolífera e Aeronáutica</i>		2)						
	<i>Engenharia de Reabilitação</i>			3)					
	<i>Publicações Científicas</i>					5)			
	<i>Ambiente</i>						6)		
	<i>Finanças</i>								8)

**Tabela 1: Evolução e campos de aplicação da análise e gestão do risco em organizações.**

1. Nos anos 20, Frank Gilbreth, introduziu o primeiro método estruturado para documentar o fluxo de um processo, denominado de *Flow Process Chart*, processo caracterizado pela representação esquemática de um determinado cenário, para identificar riscos associados a esse cenário (MONAHAN, 2008).
2. A partir do final dos anos 30, novas abordagens de análise e gestão do risco, foram implementadas especialmente pelo crescimento da indústria aeronáutica, militar e exploração de petróleo. (DIONNE, 2013).

Segundo DIONNE, 2013, vários autores (CROCKFORD, 1982; HARRINGTON e NEIHAUS, 2003; WILLIAMS e HEINS, 1995) afirmam que a análise e gestão do risco em organizações tiveram seu definitivo arranque, e importância, no final da segunda guerra mundial, integrado com o aparecimento das técnicas da gestão de qualidade.

3. Nos anos 40, engenheiros da reabilitação, desenvolveram a técnica essencialmente qualitativa designada FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*, com o objectivo de avaliar problemas de mau funcionamento de sistemas militares. Ainda no ramo militar, uma derivação desta técnica FMECA - *Failure Mode Effects and Criticality Analysis*, adiciona uma análise crítica, que tem como objectivo mapear a probabilidade de modos de falha de equipamentos e prever em função disso, riscos associados (DIONNE, 2013).
4. Por volta dos anos 50, Harry Markowitz, desenvolveu pela primeira vez, para área financeira, um modelo de análise e gestão do risco, publicado na sua obra - *Modern Portfolio Theory*, baseado em modelos estatísticos, onde quantifica os efeitos do risco de activos, retorno, correlação e diversificação em prováveis retornos de investimentos financeiros (MUN, 2004). Ainda nos mesmo período, Alex Faickney Osborn, desenvolveu a técnica de *Brainstorming*, conhecida por ser uma técnica de grupo, onde os participantes espontaneamente lançam ideias ou pontos de vista, com a finalidade de encontrar conclusões e/ou soluções, relativas a um determinado cenário (CHAPMAN, 2011).
5. Os primeiros livros académicos relacionados com análise e gestão do risco foram publicados nos anos 60 por Mehr e Hedges (1963) e Williams e Hems (1964), (DIONNE, 2013). Nos finais dos anos 60, Albert Humphrey, desenvolveu e apresentou a técnica SWOT Analysis. Ainda nos anos 60, o japonês Kaoru Ishikawa, criou o chamado diagrama de Ishikawa ou diagrama de Causa-Efeito (CHAPMAN, 2011).
6. Nos anos 70, pela primeira vez, riscos ambientais foram sendo introduzidos nas organizações de elevado dimensão, essencialmente, nas indústrias de Oil & Gas (EPA – *United States Enviroment Protection Agency*), (DIONNE, 2013).
7. Por volta dos anos 80, é criada a primeira sociedade constituída por académicos para a análise do risco (SRA - *Society for Risk Analysis*), onde os temas principais são: análise e gestão do risco, caracterização do risco, análise do risco de comunicação e políticas empregues na análise do risco (DIONNE, 2013). Nos finais dos anos 80, a empresa petrolífera Shell Canada, introduziu pela primeira vez na indústria petroquímica, os conceitos de uma nova técnica de análise do risco á época, *Risk Based Inspection*, tendo como principal objectivo a redução do custo de manutenção e aumentando a fiabilidade dos equipamentos, fazendo inspecções e simulações periódicas do potencial risco presente nas instalações do género (VACHA, 2002).

Ainda nos anos 80, nos Estados Unidos da América, é criado pelo *Project Management Institute* (PMI), o *PMBOOK* (*Project Management Body of Knowledge*), numa tentativa de documentar e normalizar, práticas comuns aceites internacionalmente no que diz respeito á análise e gestão de projectos, englobando análise e gestão do risco (DUNCAN, 1996).

8. Já nos anos 90, na área financeira, foram criados regulamentos internacionais de modelos de análise de risco. Aqui, desenvolveram-se modelos de gestão de riscos internos e fórmulas de cálculo de capital de risco (DIONNE, 2013).
9. Nos anos 2000, na área financeira, e devido a várias fraudes e bancarrotas de sistemas financeiro, em parte devido a uma pobre gestão e análise do risco, foi introduzida nos Estados Unidos, a lei *Sarbanes-Oxley*, também conhecida apenas por *SOX Law*, que tem como finalidade evitar a fuga de investidores e possibilidade de ocorrência de fraudes. Esta lei obrigou á criação de mecanismos de auditoria, segurança e gestão do risco nas empresas, bem como regras para criação de departamentos de supervisionamento de operações financeiras. Mesmo assim, não foi suficiente para os que nos anos seguintes se veio a verificar especialmente na crise financeira de 2007, não porque os procedimentos não estavam bem definidos, mas antes pela grande dificuldade de os aplicar no terreno (KENDRICK, 2009).

## 2.3 Conceito de Risco

De seguida são apresentadas algumas definições de risco.

Segundo a Norma ISO 31000 (*Risk management - Principles and guidelines*) a definição de risco é (ISO - *International Organization for Standardization*).

- *Risco é o efeito da incerteza em objectivos previamente traçados, e esse efeito pode ser negativo ou positivo em função desses objectivos, sendo que a incerteza, é um estado de condição que envolve um défice de informação e conduz a inadequadas ou incompletas interpretações. A incerteza existe, sempre que o conhecimento sobre um evento, não está disponível, ou é incompleto, e esse evento ocorra.*

Uma outra definição de risco segundo o COSO (*COSO - Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*) é:

- *O risco pode ter resultados negativos ou positivos ou ambos. O risco pode estar associado a um evento. Eventos podem ter impactos negativos ou positivos ou ainda ambos. Eventos com impacto negativo representam riscos não desejados, e impedem a criação de valor ou ainda podem destruir o valor existente. Eventos com impacto positivo, representam riscos desejados, pois estes podem representar oportunidades onde se possa alcançar valor acima do valor existente.*

Ainda de acordo com o SRA (*The Society for Risk Analysis*), risco e análise do risco é definido da seguinte forma (SRA - *The Society for Risk Analysis*):

- *O risco é um acontecimento sempre possível.*
- *A análise de risco é o processo que define e analisa os perigos para indivíduos, empresas e agências governamentais que provêm de potenciais eventos adversos naturais e de origem humana. Na análise quantitativa do risco, tenta-se determinar numericamente a probabilidade de ocorrência de vários eventos adversos e a dimensão das perdas se um determinado evento ocorre. A análise qualitativa de riscos, que é usada com mais frequência, não envolve probabilidades numéricas ou previsões de perda. Em vez disso, o método qualitativo envolve a definição das várias ameaças, determinação do grau de vulnerabilidades e fornecendo medidas de protecção caso a ameaça ocorra*

Segundo DAGNINO (2008), a palavra risco, está directamente ligada aos termos latinos *risicu* e *riscu*, e estes por sua vez estão ligados ao termo *resecare*, que quer dizer ‘corte’, sendo interpretado como uma interrupção na continuidade.

A definição de risco pode ser dada da seguinte forma (KENDRICK, 2009; FRAME, 2003):

- *Risco é a probabilidade ou ameaça de dano, o prejuízo, responsabilidade, perda, ou qualquer outra ocorrência negativa que é causada por vulnerabilidades externas e internas, e que podem ser evitados através de uma acção preventiva.*

O risco está presente em situações ou áreas, em que existe a probabilidade, susceptibilidade, vulnerabilidade, acaso ou azar de ocorrer algum tipo de crise, ameaça, perigo, problema ou catástrofe. O risco é função que conjuga vários factores tais como por exemplo (FRAME, 2003):

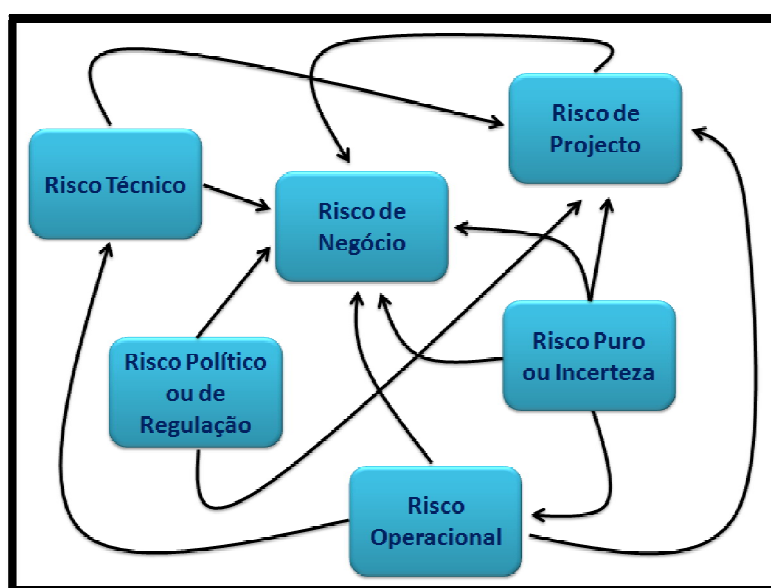
- Natureza ou tipo de perigo
- Acessibilidade ou via de contacto (potencial de exposição)
- Características da população exposta (receptores)
- Probabilidade de ocorrência
- Magnitude das consequências (impacto)

## 2.4 Tipos de Risco

De acordo com vários autores, no contexto das organizações (FRAME, 2003; EDWARD & BOWEN, 2005; KENDRICK, 2009; CHAPMAN, 2011) há essencialmente seis tipos de risco:

1. Risco puro ou incerteza
2. Risco de negócio
3. Risco de projecto
4. Risco operacional
5. Risco técnico
6. Risco político ou de regulação

Embora, se possam classificar estes seis tipos de risco, de forma independente, qualquer um destes tipos pode depender fortemente de um ou mais, dos restantes tipos, tal como por exemplo é ilustrado na figura 2.



**Figura 2. Dependência entre os vários tipos de risco.**  
(Fonte: Adaptado de FRAME, 2003)

### 1. Risco puro ou incerteza

Este tipo de risco é associado por defeito é definição mais presente no senso comum, pois aborda a probabilidade de dano ou perda, ou seja, foca-se exclusivamente na ocorrência de acontecimentos maus ou destrutivos.

### 2. Risco de negócio

Neste tipo de risco, o risco tem duas faces presentes; a oportunidade de ganho e/ou de perda. É comum afirmar nestes casos que quanto maior o risco maior é a probabilidade de obter elevados ganhos, e o mesmo raciocínio para perdas.

### 3. Risco de projecto

Aqui, é muito comum empregar a lei de Murphy, ou seja, se alguma coisa pode correr mal, então vai mesmo correr mal. Neste tipo de risco, é muito comum, fazer estimativas e jogar com coeficientes de segurança. Por exemplo, se uma estimativa da duração de um projecto não for bem calculada, corre-se o risco de derrapagem, ou seja, algo que pode envolver sérios danos financeiros.

### 4. Risco operacional

Neste caso, aborda-se essencialmente a dependência entre uma sucessão de operações para obter um produto final. Operações que dependam sequencialmente de outras antecedentes podem não ser concluídas se a antecedente não for executada.

### 5. Risco técnico

Neste tipo de risco, foca-se essencialmente, quando certas tarefas estão a ser feitas pela primeira vez por uma organização ou por um elemento dessa organização. Aqui a falta de experiencia, bem como a demasiada confiança, são determinantes no que diz respeito ao aparecimento do risco, na execução de uma determinada tarefa.

### 6. Risco político ou de regulação

Neste caso, decisões ou indecisões de natureza política podem criar situações de risco. Por exemplo, quando uma organização pretende efectuar investimentos fora do seu país de origem, pode correr o risco (risco de negócio por exemplo) derivado de conjunturas políticas adversas, que não foram contempladas atempadamente.

## 2.5 Principais etapas da análise do risco em organizações

Segundo vários autores (FRAME, 2003; HUBBARD, 2009; CHAPMAN, 2011), há essencialmente cinco etapas bem definidas (Figura 3), que devem constar quando se pretende efectuar uma análise do risco numa organização: → Projectar; → Identificar; → Examinar; → Desenvolver; → Monitorizar.

Na figura 3, é apresentado o ciclo da análise e gestão do risco.

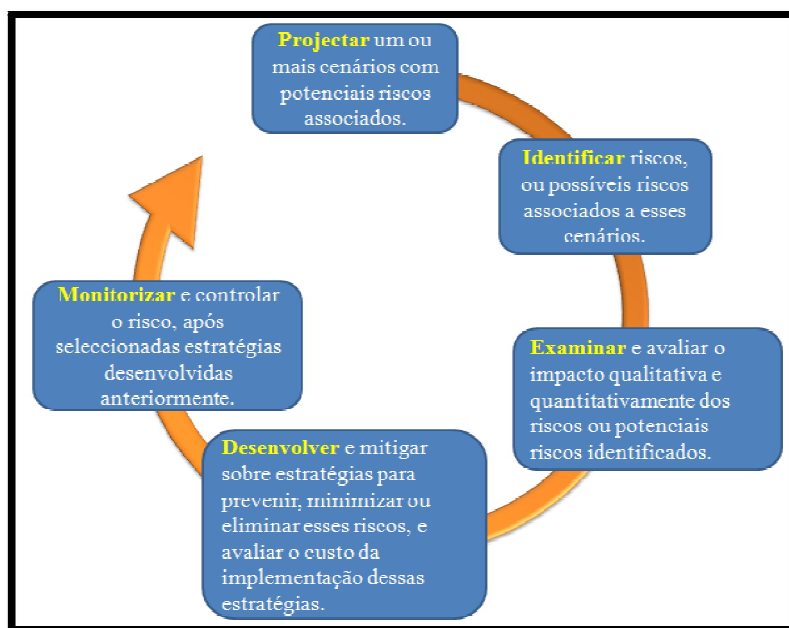


Figura 3. Ciclo da Análise e Gestão do Risco.

(Fonte: Adaptado de HUBBARD, 2009)

Na figura 4, de acordo com a norma ISO 31000 é apresentado o ciclo de gestão de riscos. Aqui o diagrama apresentado permite observar a dependência entre as várias etapas.

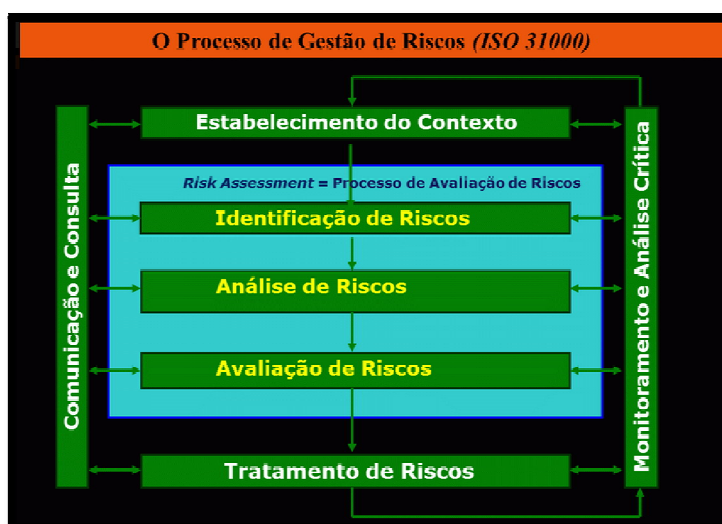


Figura 4. Processo de Gestão de Riscos de acordo com norma ISO 31000.

(Fonte: <http://www.iso31000qsp.org/>)

## 2.6 Técnicas da análise do risco em organizações

De acordo com a ISO 31010, existem 31 tipos de técnicas adequadas á análise do risco. Na tabela 2, são apresentadas essas técnicas e a sua classificação quanto ao seu tipo de resultados produzidos; qualitativo (quando se define probabilidade de alto, médio ou baixo risco), semi-quantitativo (quando se combinam várias escalas numéricas para dar origem a um nível de risco baseado numa fórmula de cálculo), ou quantitativo (quando se estimam valores práticos para as consequências e probabilidades, e se produzem valores do nível de risco em unidades específicas definidas no desenvolvimento do contexto).

**Tabela 2: Tipo das técnicas de análise do risco segundo a ISO 31010.**

		Qualitativo	Semi - Quantitativo	Quantitativo
Técnicas de análise do Risco	Brainstorming	X		
	Entrevistas Estruturadas ou Semi-Estruturadas	X		
	Técnica Delphi	X		
	Listas de Verificação	X		
	Análise Preliminar de Risco (PHA)	X		
	Estudo da operabilidade e riscos (HAZOP)		X	X
	Análise de perigos e pontos críticos de controlo (HACCP)	X	X	
	Avaliação da toxicidade		X	X
	Análise “What-if” (SWIFT)		X	X
	Análise de Cenários		X	X
	Análise de impacto (BIA)		X	X
	Análise de causa raiz (RCA)		X	X
	Análise de modo e efeito de falha (FMEA) Modo de falha, efeitos e análise de criticidade (FMECA)			X
	Análise da árvore de falhas (FTA)			X
	Análise da árvore de eventos (ETA)		X	X
	Análise Causa - Consequência			X
	Análise Causa-Efeito	X	X	
	Análise de Camadas de protecção (LOPA)		X	X
	Análise da árvore de decisão		X	X
	Análise da fiabilidade humana		X	X
	Análise da Gravata Borboleta		X	X
	Manutenção centrada em fiabilidade		X	X
	Análise Sneak (SA) e análise de circuitos (SCI)	X		
	Análise das Cadeias de Markov	X	X	
	Simulação Monte Carlo	X		
	Estatística Bayesiana	X	X	
	Curvas FN		X	X
	Índices de Risco		X	X
	Matriz de Risco		X	X
	Análise Custo/Benefício		X	X
	Análise de decisão Multi-Critérios		X	X

De seguida de acordo com vários autores (FRAME, 2003; CHAPMAN, 2011) e com a norma ISO 31010, é apresentada uma descrição das técnicas mais utilizadas, no contexto da análise do risco em organizações.

- Listas de verificação (*Checklists*).
  - Brainstorming.
  - Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas.
  - Matriz de Risco.
  - Diagrama de Causa – Efeito.
  - Análise de redes de grafos.
- 
- **Listas de Verificação (*Checklists*)**

#### Utilização:

Listas de verificação são listas de perigos, riscos ou falhas de controlo que foram desenvolvidos normalmente a partir da experiência, seja como resultado de uma avaliação de risco anterior, ou como resultado de falhas do passado. Podem ser usada para identificar os perigos e os riscos ou para avaliar a eficácia de controlos, em qualquer fase do ciclo de vida de um produto, processo ou sistema. Podem ser utilizadas como parte de outras técnicas de avaliação do risco.

#### Entradas (*Input*):

Todas as informações e conhecimentos prévios sobre o assunto que se pretendem analisar.

#### Processo (*Process*):

1. Define-se o objectivo da análise.
2. Escolhe-se ou cria-se, cuidadosamente a lista de verificação mais adequada ao objectivo que vai ser analisado.
3. O elemento ou equipa responsável pela análise, tem de estar sempre presente para conduzir a análise.

#### Resultados (*Output*):

Os resultados podem variar em função da etapa da análise do risco em que a equipa ou o elemento responsáveis pela análise se encontram. Um possível resultado ou conclusão, da

aplicação de listas de verificação pode ser uma lista de procedimentos que são inadequados ou uma lista de riscos, perante um determinado processo.

#### Vantagens:

- Podem ser usadas por pessoas inexperientes, no campo da análise e gestão do risco.
- Quando bem concebidas, elas combinam conhecimento muito abrangente em um sistema muito fácil de usar.
- Podem ajudar a garantir que problemas menos relevantes não são esquecidos, na análise do risco.

#### Desvantagens:

- Tendem a inibir a imaginação na identificação de riscos.
- Apenas abordam os riscos mais conhecidos ou mais comuns de ocorrer (em função de cada contexto).
- Tendem a relaxar um processo de inspeção, apenas efectuando uma análise visual superficial e a colocar um visto na folha de verificação.

- **Brainstorming**

#### Utilização:

Brainstorming envolve estimular e incentivar uma conversa aberta num grupo de pessoas com conhecimento para identificar modos de falhas, potenciais riscos, critérios de decisão e / ou de opções de melhoria ou correcção. Brainstorming envolve técnicas específicas para tentar garantir que a imaginação das pessoas é desencadeada pelos pensamentos e declarações de outros membros do grupo. A técnica de Brainstorming pode ser utilizada em conjunto com outras técnicas de análise do risco ou de forma independente. Esta técnica coloca um forte ênfase na imaginação dos participantes, e é particularmente útil na identificação de riscos de novas tecnologias, onde não há dados prévios, ou onde são necessárias novas soluções novos problemas.

#### Entradas (Input):

Uma equipa de pessoas com conhecimento da organização, sistema ou processo que está sujeita a uma análise do risco.

### Processo (Process):

Brainstorming pode ser formal ou informal. A discussão formal é mais estruturada. Os participantes estão previamente preparados sessão tem um propósito bem definido, tendo um mediador como orientador da discussão. A discussão informal é menos estruturada e muitas vezes mais *ad-hoc*.

Num processo formal:

- O mediador prepara o tema e as instruções adequadas á sua discussão.
- Os objectivos da sessão são definidos e as regras de participação explicadas.
- O mediador lança um tema, e todos os elementos dão a sua opinião separadamente.
- Não há discussão neste momento sobre se as opiniões devem ou não devem estar em numa lista, pois tende a inibir o pensamento livre. Todas as opiniões são aceites e nenhuma é criticada. O grande objectivo é recolher o maior número possível de ideias diversas para análise posterior.

### Resultados (Output):

Os resultados dependem da fase do processo de análise do risco em que se encontra. Por exemplo, um resultado pode ser, uma lista de riscos e verificações adequadas a um cenário proposto na discussão.

### Vantagens:

- Incentiva a imaginação, o que ajuda a identificar novos riscos e soluções inovadoras.
- A técnica é relativamente rápida e fácil de configurar.

### Desvantagens:

- Os participantes podem não ter a habilidade e conhecimento para participarem de forma assertiva ou eficaz.
- Como esta técnica é relativamente pouco estruturada, é difícil demonstrar que o processo foi abrangente e que todos os potenciais riscos foram identificados.
- Podem existir determinados elementos de um grupo, em que não se sintam á vontade em participar, por uma razão qualquer, e perdem-se ideias ou reflexões altamente valiosas.

- **Entrevistas estruturadas ou semi-estruturadas.**

#### Utilização:

Numa entrevista estruturada são conduzidas entrevistas individuais, onde se pede ao entrevistado que veja um determinado cenário de uma perspectiva diferente, e que tente identificar os riscos segundo essa respectiva. A entrevista semi-estruturada é muito semelhante, mas permite mais liberdade para uma conversa entre o entrevistado e o entrevistador para explorar questões que vão surgindo ao longo do processo. Esta técnica é muito útil onde é difícil reunir as pessoas para uma sessão de brainstorming ou onde a discussão livre não é apropriada. Esta técnica pode ser aplicada em qualquer etapa de um projecto ou de um processo.

#### Entradas (Input):

- Uma definição clara dos objectivos da entrevista.
- Uma lista de entrevistados seleccionados a partir de partes interessadas.
- Um conjunto de perguntas bem estruturadas.

#### Processo (Process):

É criado um conjunto de questões relevantes para orientar o entrevistador. As perguntas devem ser abertas sempre que possível, deve ser simples, em linguagem apropriada para o entrevistado e cobrir uma questão apenas. Devem ser tomadas precauções para não levar o entrevistado a uma resposta condicionada.

#### Resultados (Output):

Os resultados são os pontos de vista das partes interessadas sobre as questões que são objecto das entrevistas.

#### Vantagens:

- Entrevistas estruturadas permitem às pessoas tempo para considerar o pensamento sobre um assunto.
- *One-to-one* de comunicação pode permitir mais aprofundada análise de questões.
- Entrevistas estruturadas permitem a participação de um maior número de interessados do que a técnica de brainstorming que utiliza um grupo relativamente pequeno.

### Desvantagens:

- O processo pode ser muito demorado para obter as respostas necessárias.
  - O preconceito é tolerado e não é retirado da análise.
  - A capacidade de imaginar, que é uma característica do debate, pode não ser atingida.
- 
- **Matriz de risco**

### Utilização:

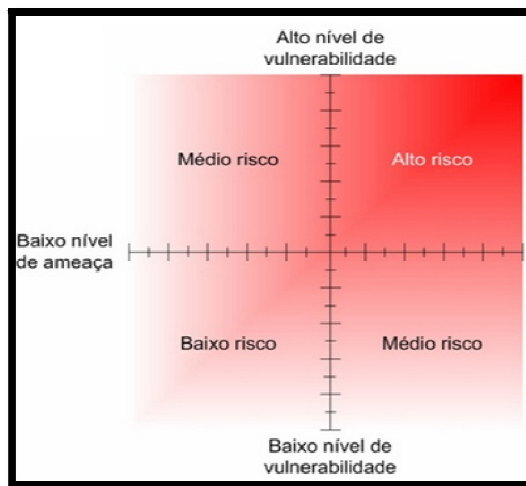
A matriz de risco (Figura 5) é uma técnica de análise do risco que combina avaliações qualitativas ou semi-quantitativa de consequência e probabilidade de ocorrência de um evento com um risco associado. O formato da matriz e as suas definições dependem do contexto em que é utilizada, e é importante um design adequado é usado para cada caso. Uma matriz de risco é utilizada para classificar os riscos, as fontes de risco ou tratamentos de risco com base no nível de risco. É muito utilizada como uma ferramenta de triagem, quando muitos riscos foram identificados, por exemplo, para definir quais riscos necessitam de mais ou análise mais detalhada, quais riscos necessitam de tratamento em primeiro lugar, ou o que precisa ser encaminhado para um nível superior de gestão. Esta técnica é também muito utilizada para determinar se um dado risco é ou não aceitável. Esta técnica pode ser utilizada em conjunto com outras técnicas, como por exemplo FMECA e HAZOP.

### Entradas (Input):

As entradas no processo são escalas personalizadas onde relacionam consequência e probabilidade numa matriz que combina os dois. A escala da matriz pode ter um número á escolha de pontos, mas o mais comum é situar-se entre 3, 4 ou 5.

### Processo (Process):

1. Classificar os riscos em categorias principais e/ou secundárias.
2. Definir probabilidades para os riscos classificados.
3. Efectuar a leitura na matriz e retirar a informação necessária para classificar o risco.



**Figura 5: Matriz de risco.**

(Fonte: <http://www.slideshare.net/ricardosdag/risco-o-conceito-e-sua-aplicao>)

#### Resultados (Output):

- O resultado é uma classificação para cada risco ou uma lista ordenada de riscos com níveis de significância definidos.

#### Vantagens:

- Relativamente fácil de utilizar.
- Fornece uma classificação rápida de riscos em diferentes níveis de significância.

#### Desvantagens:

- Uma matriz deve ser desenhada para ser apropriada para as circunstâncias por isso pode ser difícil ter um sistema comum de aplicar em toda uma gama de circunstâncias relevantes para uma organização.
- É difícil de definir as escalas inequivocamente.
- A sua utilização é muito subjectiva e tende a haver uma variação significativa entre os avaliadores.
- Riscos não podem ser agregados (ou seja, não se pode definir que um determinado número de baixos riscos ou de baixo risco identificado um determinado número de vezes que é equivalente a um risco médio).
- É difícil combinar ou comparar o nível de risco para as diferentes categorias de consequências.

- **Diagrama de Causa-Efeito**

Utilização:

Análise de Causa - Efeito, ou diagrama de Causa-Efeito, é um método estruturado para identificar as possíveis causas de um evento indesejável (problema) ou desejável (solução). Esta técnica organiza os possíveis factores que contribuem para esse evento de modo que todas as hipóteses possíveis podem ser consideradas. A informação é organizada num diagrama espinha de peixe (*Fishbone*), (Figura 6). Diagramas de causa - efeito são normalmente utilizados qualitativamente. É possível assumir que a probabilidade de que o problema é 1 e atribuir probabilidades para as causas genéricas e, subseqüentemente, para as sub-causas, em função do grau de confiança sobre a sua relevância.

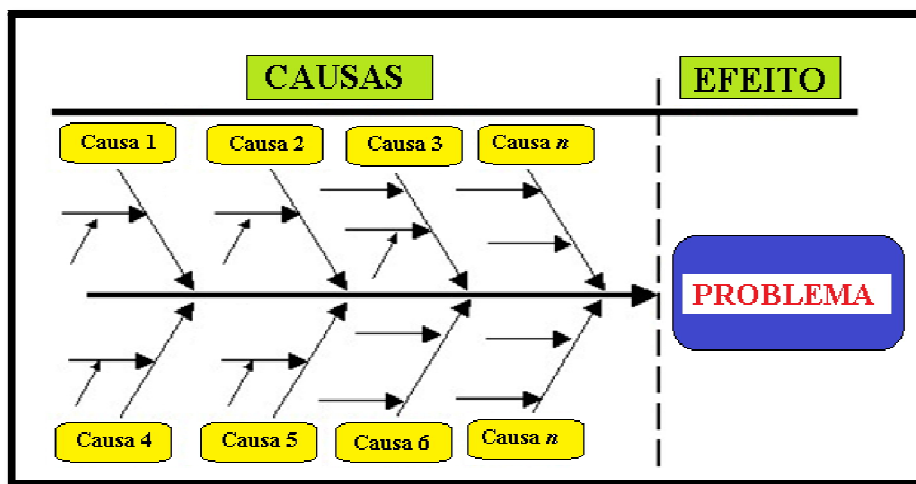


Figura 6. Diagrama de Causa-Efeito.

Entradas (Input):

Uma análise de causa - efeito pode decorrer da perícia e/ou experiência de participantes de um grupo ou organização ou de um modelo previamente desenvolvido que foi utilizado no passado.

Processo (Process):

- Estabelecer o efeito a ser analisado e colocá-lo em uma caixa. O efeito pode ser positivo (objectivo) ou negativo (um problema), dependendo das circunstâncias.
- Determinar as principais categorias de causas representadas por caixas no diagrama de espinha de peixe.
- Preencher as possíveis causas para cada categoria principal com ramos e sub-ramos, descrever a relação entre eles.

- Continuar perguntando "o que causou isto ou aquilo?" Para ligar as causas "por quê?".
- Rever todos os ramos para verificar a consistência e integridade e garantir que as causas aplicam-se ao efeito principal.
- Identificar as causas mais prováveis com base na opinião da equipa e evidências disponíveis.

#### Resultados (Output):

Os resultados obtidos através de uma análise de causa - efeito são uma espinha de peixe ou diagrama de árvore que mostra as causas possíveis e prováveis. Necessita de ser testada e verificada empiricamente antes de poderem ser feitas recomendações

#### Vantagens:

- Permite o envolvimento de peritos num ambiente de equipa.
- Análise estruturada.
- Permite a consideração de todas as hipóteses possíveis.
- Fácil leitura gráfica dos resultados.
- Pode ser usada para identificar os factores que contribuem para o efeito desejado ou indesejado.

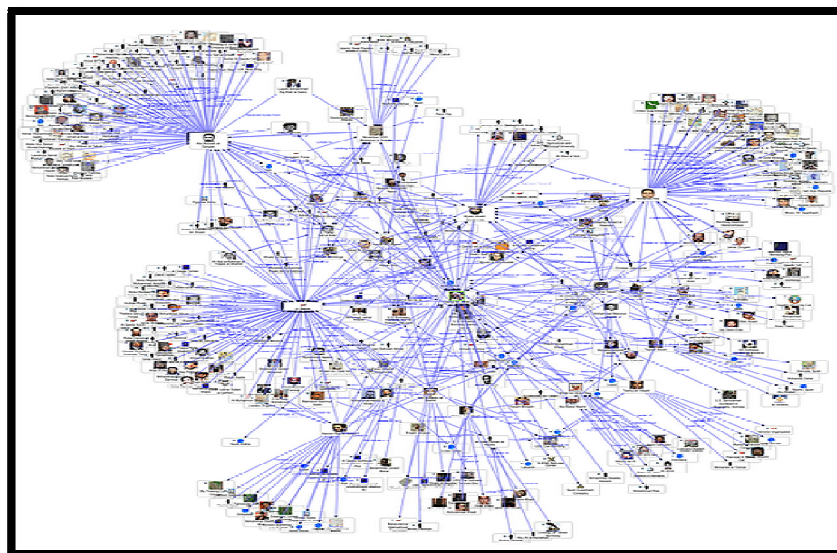
#### Desvantagens:

- Não é um processo completo em si mesmo e necessita do apoio de uma outra técnica como por exemplo *Análise de Causa Raiz* para identificar factores com maior profundidade.
- É uma técnica de exibição para debate de ideias, em vez de uma técnica de análise em separado.
- A separação dos factores causais em categorias principais no início da análise significa que as interacções entre as categorias secundárias, podem não ser adequadamente considerada.

- **Análise de grafos**

Utilização:

A análise de redes de grafos é uma técnica utilizada na análise do risco em organizações, pois permite obter informação acerca da dinâmica da interacção entre as diversas entidades presentes numa organização. Na figura 7, é apresentada uma rede social ou rede de grafos.



**Figura 7. Grafo de uma rede social.**

(Fonte: <http://www.fmsasg.com/SocialNetworkAnalysis/>)

Entradas (Input):

A informação que é necessária recolher para dar início a um estudo da análise do risco através desta técnica, centra-se essencialmente em 3 métodos de recolha de informação, e são detalhadas em pormenor no ponto 2.7.2.

Métodos de recolha de informação:

1. Questionários ou entrevistas.
2. Observações.
3. Registos.

Processo (Process):

Esta técnica tem um conjunto de etapas bem definidas, e são detalhadas em pormenor no ponto 2.7.2.

Etapas:

1. Identificação do grupo estratégico

2. Recolha da informação
3. Análise visual dos resultados
4. Análise quantitativa dos resultados
5. Apresentação dos resultados
6. Implementar acções de correcção e/ou melhoria

#### Resultados (Output):

Através desta técnica e no contexto da análise do risco em organizações, é possível identificar 7 categorias de risco, ou vulnerabilidades (ORA - CASOS, *Carnegie Mellon University*), e são elas; 1- Colaborador Crítico; 2- Risco de Alocação de Recursos; 3- Risco de Comunicação; 4- Risco de Redundância; 5- Tarefas Críticas; 6- Risco de Interação; 7- Risco de Desempenho.

#### 1. Colaborador Crítico

Permite identificar numa organização, qual ou quais, os colaboradores fundamentais para o funcionamento de toda a organização.

#### 2. Risco de Alocação de Recursos

Identifica, o risco associado de um ou mais recursos face á sua localização geográfica.

#### 3. Risco de Comunicação

Identifica, o risco associado ao funcionamento de uma organização, em função do grau de comunicação dos seus colaboradores.

#### 4. Risco de Redundância

Permite identificar se há ou não funções que são redundantes, ou seja, repetidas desnecessariamente, por parte das entidades de uma organização.

#### 5. Tarefas Críticas

Permite identificar as tarefas críticas de uma organização em função da sua vitalidade em termos aplicativos.

#### 6. Risco de Interação

Mede o grau da interação entre as várias entidades de uma organização.

## 7. Risco de Desempenho

Permite avaliar o desempenho em particular e/ou no global das várias entidades de uma organização.

### Vantagens e Desvantagens:


Na tabela 3 são apresentadas as principais vantagens e desvantagens da aplicação da técnica de análise de redes sociais no contexto da análise do risco em organizações (CROSS & PARKER, 2004):

**Tabela 3: Vantagens e desvantagens da aplicação da análise de redes sociais.**

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar, os elementos críticos numa organização, ou seja, elementos que têm papéis muito relevantes que podem atrasar a dinâmica da organização, e incentivá-los a partilharem informações, procedimentos, entre outras práticas, com outros elementos da organização, para benefício desses elementos cruciais, pois alivia a possível carga excessiva que é concentrada nesses elementos, beneficiando também a dinâmica da organização.</li><li>• Permitir ou potenciar a integração de todos os elementos, ou apenas dos desejados elementos, de uma organização, na actividade da organização a que pertencem.</li><li>• A análise de redes sociais foca-se na interacção da dinâmica entre entidades, em vez de particularizar o comportamento dessas entidades.</li><li>• Permite, examinar de como a configuração de uma rede (conjunto de entidades), influência entidades singulares ou grupos contidos nessa rede.</li><li>• Permite ainda identificar, numa organização, aquilo que na maioria dos casos não é visível num organograma (organização formal), ou seja a dinâmica informal do grupo.</li><li>• Esta técnica pode ser aplicada a uma vasta área de disciplinas completamente distintas, desde as redes sociais, redes políticas, redes de transportes, entre muitas outras.</li><li>• A análise de redes sociais torna visíveis, relações que anteriormente não eram visíveis e ajuda os responsáveis, a identificar pontos críticos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A análise de redes demasiado complexas (mais de 40 nós), torna-se um desafio, sendo que passa a ser necessário a ajuda de software próprio, pois, por vezes podem-se retirar conclusões precipitadas, ou por vezes pode-se mesmo não conseguir retirar absolutamente nenhuma conclusão com a simples inspecção visual. A utilização desse software implica desde logo um conhecimento do seu funcionamento, o que quer dizer que é necessária formação adequada para efectuar a interpretação dos resultados obtidos com esses softwares específicos, além do custo do próprio software.</li><li>• Uma outra dificuldade está relacionada com a informação recolhida. Por vezes informação recolhida, através das técnicas mais recorrentes (entrevista, questionário, observações) pode não ser a mais fiável, o que pode levar a construção, e respectiva interpretação de modelos de redes que não correspondem á realidade. Isto deve-se essencialmente (especialmente para os casos de entrevistas e/ou questionários), a algum receio que os participantes no estudo possam ter, pois podem ficar preocupados com as implicações que as suas respostas possam ter para a sua carreira profissional.</li><li>• Uma outra dificuldade, e ainda no seguimento da recolha da informação, é que os processos mais tradicionais dessa recolha, são na maioria dos casos processos morosos, e que requerem a disponibilidade dos intervenientes no estudo, o que pode levar a uma baixa da produtividade da organização, ou mesmo a interromper execução de tarefas.</li></ul>

## 2.7 Evolução e campos de aplicação da análise de redes sociais em organizações

Na tabela 4, são apresentados os principais campos de aplicação da técnica da análise de redes sociais em organizações desde os anos 30 até a actualidade.



		Anos								
		←	30	40	50	60	70	80	90	→
Campos de Aplicação	<i>Ciências Sociais</i>	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)
	<i>Medicina</i>								10)	11)
	<i>Política</i>								12)	13)
	<i>Operações Especiais</i>								14)	15)
	<i>Gestão</i>								16)	17)

**Tabela 4: Evolução e campos de aplicação da análise de redes sociais em organizações.**

- 1) O primeiro registo que há memória, remonta ao século XIX, onde o francês, Durkheim, considerado um dos pais da sociologia, escreveu sobre factos sociais, mais concretamente, os fenómenos que se originam devido á interacção entre pessoas (FREEMAN, 2004). Na viragem do século XX, o alemão Simmel, sociólogo e professor universitário, foi um dos pioneiros, no que diz respeito ao ter um pensamento relativamente objectivo em termos de redes sociais (NEWMAN, 2010). Simmel, analisou qual a influência que terceiros podiam afectar o relacionamento entre duas pessoas. Também foi o primeiro a documentar a importância de estruturas organizadas, na coordenação de grupos de pessoas de elevada dimensão. Outros investigadores, principalmente psicólogos e professores primários, davam os primeiros passos na investigação no que hoje se chama de análise de redes sociais (HANNEMAN & RIDDLE, 2005). Segundo FREEMAN (1978), um dos primeiros exemplos do mapeamento de redes sociais, acontece em 1922, pelo professor Almack, na universidade de Stanford, Califórnia, USA. Almack, numa publicação abordou alunos desde a 4ª, até á 7ª classe, questionando-os de quem é que eles escolhiam para trabalhar e quem escolhiam para brincar no recreio. Depois ele relacionou os QI's de

quem tinha escolhido quem, e quem tinha sido escolhido, e examinou a possibilidade das escolhas terem um cariz homofílico (relações entre pessoas que partilham uma série de factores em comum tais como crenças, valores, educação entre outras).

- 2) Até aos anos 30, nunca antes tinham sido combinadas estas quatro propriedades, mas sim estudadas em particular. É nesta altura, que o filósofo, psicólogo e médico psiquiatra, Jacob L. Moreno, nascido na Roménia e naturalizado americano, juntamente com a psicóloga, Helen H. Jennings, que combinam estas quatro propriedades da análise de redes sociais (FREEMAN, 1978).
- 3) Após esta divulgação feita por Moreno, e o reconhecimento que os sociogramas podiam ser utilizados para estudar estruturas sociais, rapidamente deu origem ao aparecimento de técnicas analíticas para a interpretação dos sociogramas, trazidas por matemáticos e estatísticos. Forsyth e Katz, Luce e Perry. Em 1946, foi introduzido o termo equilíbrio estrutural de uma rede por Heider. Em 1949, Luce e Pery, introduziram pela primeira vez o termo clique. Em 1946, foi introduzido o termo equilíbrio estrutural de uma rede por Heider (FREEMAN, 2004).
- 4) Husain, Harary e Norman em 1953, foram os primeiros matemáticos e estatísticos, a utilizarem matrizes no estudo no novo método do estudo de redes sociais apresentado por Moreno. Em 1955, Katz e Powell, propuseram índices para medir a tendência para a reciprocidade. Em 1956, Cartwright e Frank Harary, foram os primeiros, a quantificar, o equilíbrio estrutural de uma rede. A primeira vez que foi utilizada a palavra rede social, atribui-se a Barnes em 1954 (SCOTT, 2000).
- 5) A introdução do conceito de densidade deve-se a E Boot, em 1957 (WASSERMAN & FAUST, 1994).
- 6) Em 1956, Cartwright e Frank Harary, foram os primeiros, a quantificar, o equilíbrio estrutural de uma rede, e juntamente com Davis em 1967, discutiram que tipos de tríades deveriam ou não aparecer numa pesquisa empírica (YANG & KNOKE, 2007).
- 7) Radcliffe-Brown, antropólogo social britânico, Malinowski, polaco e Claude Lévi-Strauss, antropólogo, professor e filósofo francês, associados á escola de Manchester e coordenado por Max Gluckman, antropólogo social britânico, nascido na África do Sul, e juntamente com, Barnes, antropologista social, J. Clyde Mitchell, antropologista e sociólogo britânico, e E. Bott, criaram, o termo rede social, e são indicados como os primeiros a efectuarem investigação no terreno, em comunidades Sul-africanas, Índia e Reino Unido. Ainda nos anos 60, Frank Harary, aplicou a teoria dos grafos na antropologia e sociologia. Ainda anos 60 pela, pela primeira vez, White

- e Boyd, utilizaram modelos algébricos, para estudarem relações entre redes distintas. A conectividade foi pela primeira vez falada, em 1969 por Kapferer (SCOTT, 2000).
- 8) 1970, Davis Holland e Leinhardt, nas suas publicações introduziram uma grande variedade, de distribuições, para grafos direccionais com o objectivo de testarem hipóteses de tendências. Em 1971, Lorrain e White, foram dos primeiros analistas de redes sociais, a introduzir o conceito de papel social numa rede (KILDUFF & TSAI, 2003).
- 9) A partir dos anos 80, apareceram inúmeros centros de pesquisa sobre análise de redes sociais, em várias partes do mundo, tais como Estados Unidos da América, França, Suécia, Reino Unido e Noruega, trabalhando em diferentes frentes com diferentes abordagens desde a sociologia, comunicação, ciência política, psicologia entre outras. Por volta dos anos 85, existiam já cerca de 60 centros de investigação de redes sociais, mas ainda assim não existia uma estrutura organizada e aceite e reconhecida pelo munda científico, até que, Harrison C. White, professor de sociologia na universidade de Columbia, juntamente com os seus alunos de Harvard puseram um ponto definitivo no assunto. Devido às suas contribuições, a área da análise das redes sociais, tornaram-se mundialmente reconhecidas como um campo de pesquisa e investigação (BORGATTI & FOSTER, 2003).
- 10) Já nos anos 90, Douglas S. Massey, fundador e co-director do projecto de migração mexicana para os estados unidos aplicou a técnica da análise de rede social para explicar o processo migratório (DESMOS). Nos finais dos anos 90, entram em cena, físicos no estudo da matéria (análise de redes sociais). Os primeiros, Duncan Watts (física) e Stevan H. Strogatz (matemática), (1998), escreveram sobre Small-worlds (tipo de rede onde a maioria dos nós não são vizinhos uns dos outros, mas essa maioria, são alcançáveis por um pequenos numero de passos – [www.wikipédia.com](http://www.wikipédia.com)), e um ano mais tarde Albert-László Barabási (física) e Réka Albert (física), (1999), examinaram a distribuição dos graus de centralidade (FREEMAN, 1978).
- 11) Já mais tarde, em 2003, Steve Borgatti e Pacey C Foster, na publicação, “The Network Paradigm in Organizational Research: A Review and Typology”, mostraram que o crescente interesse na procura de literatura relacionado com redes sociais, começou a sentir-se na segunda metade do século XX, é resultado de uma mudança geral na sociedade que começou a dar mais importância as relações interpessoais do que o tradicional individualismo. Como consequência disso, tornou-se necessário

efectuar uma revisão e uma classificação de estudos na área das redes sociais (BORGATTI & FOSTER, 2003).

- 12)** Actualmente, existem vários centros de investigação espalhados pelo mundo inteiro, e onde a investigação centra-se nos mais variados campos. Como por exemplo, na criação de modelos que antecedam, prevejam, acontecimentos futuros com base no presente, ou seja, prever o comportamento de uma rede, no futuro, em função das possíveis alterações efectuadas no presente essa rede. Um caso de exemplo, é uma análise da probabilidade do sucesso de uma operação militar, levada a cabo pelo departamento de pesquisa e investigação (CASOS), da universidade Carnegie Mellon University (CMU). Ainda neste departamento, actualmente, estudam-se, e tentam-se compreender as relações entre si de dois modelos distintos mas complementares, utilizando a análise de redes sociais. O primeiro, grupos de pessoas, organizações, instituições ou a sociedade em geral, estão universalmente informadas e continuamente a adquirir, manipular e produzir informação, através de actividades interligadas, entre pessoas e tecnologias. O segundo, onde o sistema computacional artificial, que em geral é composto por múltiplos nós que podem influenciar, restringir e suportar-se uns aos outros, enquanto tentam gerir e manipular o conhecimento, comunicação e interacção nas redes a que pertencem.
- 13)** Rubrica “ O Mundo visto daqui”, no portal do SAPO ([www.sapo.pt](http://www.sapo.pt)). Análise da relação entre os principais actores políticos a nível mundial da actualidade. *OBAMA in the media*, análise da relação entre os principais meios de comunicação Americanos e o processo (RECORDED FUTURE).
- 14)** Estudo comportamental da problemática dos habitantes de uma localidade nos EUA (antes e depois), análise da relação entre os principais actores de uma localidade, no que respeita á proliferação da violência nas ruas (NUPACE).
- 15)** S.N.A aplicado na medicina – *Tracing epidemiology*: Análise da proliferação de doenças infecciosas em massas, estudo do comportamento das massas face á ameaça (CHRISTAKIS).
- 16)** Análise do risco em organizações (células terroristas): Análise da relação entre os principais actores de células terroristas e monitorização das suas acções, e planeamento de acções de desmantelamento dessas células (CASOS).

### **2.7.1 Análise de redes sociais em organizações aplicando a teoria das redes sociais**

A análise de redes sociais (SNA – *Social Network Analysis*) apareceu pela primeira vez documentada nos anos 30, na sequência de estudos das ciências sociais. É uma metodologia interdisciplinar, desenvolvida principalmente por sociólogos e investigadores no campo da psicologia nos anos 60 e 70. Mais tarde e principalmente nos anos 80 e 90 com o *boom* informático e com a colaboração de investigadores da área da matemática e estatística deu-se um rápido desenvolvimento de técnicas formais de análise, o que tornou esta área, muito atractiva para outras áreas (SCOTT, 2000). Uma rede social é representada por um conjunto de entidades, nós ou actores, ligados entre si, por meio de linhas que podem ser ou não direccionais. Esses nós ou actores podem ser pessoas, tarefas, cidades, países ou mesmo continentes, quanto às linhas que unem essas entidades, elas podem representar por exemplo, laços de amizade, relações comerciais políticas entre muitas outras. A análise de redes sociais, além de ser muito utilizada nas ciências comportamentais, é também muito utilizada nas ciências económicas, marketing e engenharia industrial. A técnica de análise de redes sociais foca-se essencialmente nas relações entre as entidades sociais (WASSERMAN & FAUST, 1994). A análise de redes sociais é também uma ferramenta de diagnóstico, que proporciona uma leitura da dinâmica de uma organização, ao contrário, da visão clássica, ou seja, a visão estática, focando-se mais nos atributos de cada entidade. Esta técnica proporciona uma perspectiva dinâmica e não uma análise absoluta.

De uma forma geral, e no contexto do estudo da dinâmica de uma organização, a análise de redes sociais é utilizada para identificar os actores principais (*Key Players*), ou seja, identificar quem é quem, quem sabe oque, quem faz oque, quem fala com quem, entre outras, e conseqüentemente, avaliar riscos, ou benefícios, que esses elementos críticos trazem para a organização. Proporciona também, identificar oportunidades desafios ou falhas na circulação da informação numa rede (CASOS, *Carnegie Mellon University*).

Na tabela 5, são apresentadas as várias possibilidades de redes básicas, entre várias entidades, tais como; pessoas, recursos, conhecimentos e tarefas. A técnica de análise de redes sociais em organizações, permite criar várias redes (pessoas X pessoas; pessoas X tarefas; etc.), de forma a estudar a interacção entre as várias entidades que compõem essas várias redes.

Pode-se ainda criar uma rede global, onde se relacionam todas as entidades entre si, e com o estudo dessa rede global, apoiado na técnica de análise de redes sociais em organizações,

determinar a eficiência e possíveis opções de otimização do funcionamento global de e uma organização (CASOS).


**Tabela 5: Matriz que relaciona entidades diferentes, de uma organização.**

	<b>Pessoas</b>	<b>Conhecimentos</b>	<b>Recursos</b>	<b>Tarefas</b>
<b>Pessoas</b>	<b>Rede Social</b>	<b>Rede de Conhecimentos</b>	<b>Rede de Recursos</b>	<b>Rede de atribuição de Tarefas</b>
	Quem fala com quem? Quem reporta a quem? Quem trabalha com quem?	Quem sabe oque? Quem tem conhecimentos para...?	Quem tem acesso ao que?	Quem faz oque? Quem está designado para fazer oque?
<b>Conhecimentos</b>		<b>Rede de Informação</b>	<b>Rede de Requisitos de Recursos</b>	<b>Rede de Conhecimentos Necessários</b>
		Ligações entre vários tipos de conhecimentos	Que tipo de conhecimentos são necessários para usar determinado recurso?	Que tipo de conhecimentos são necessários para executar certas tarefas?
<b>Recursos</b>			<b>Requisitos da Rede de Interoperabilidade</b>	<b>Rede de Recursos Necessários</b>
			Ligações entre vários tipos de recursos	Que tipo de recursos são necessários para executar certas tarefas?
<b>Tarefas</b>				<b>Rede de Dependências de Projecto</b>
				Que tarefas estão relacionadas entre si?

(Fonte: <http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/ora/>)


Com base em: tabela 5, as 7 categorias de risco (identificadas com a aplicação da análise de redes em organizações – análise de redes de grafos) e os tipos de risco (Figura 2), é possível elaborar uma tabela (Tabela 6), onde se possa relacionar estes três aspectos, e para cada tipo de risco que seja necessário identificar numa organização, adequar a relação entre *Redes* e *Categorias de Risco ou Vulnerabilidades*. Por exemplo, quando se pretender analisar o risco de projecto, determinar o colaborador e/ou tarefa crítica, pode ser determinante para o sucesso da organização. Neste sentido, determinar o colaborador e tarefa críticos através do mapeamento das redes social, conhecimentos e atribuição de tarefas, torna-se indispensável, no contexto da análise do risco em organizações.

Tabela 6: Relação entre Redes, Categorias de Risco e Tipos de Risco.

		Categorias de Risco – SNA (Vulnerabilidades)						
		Colaborador Crítico	Alocação de Recursos	Comunicação	Redundância	Tarefa Crítica	Interação	Desempenho
<b>Redes</b>	Social	X1		X2			X3	
	Conhecimentos	X4		X5				
	Recursos		X6					
	Atribuição de Tarefas	X7			X8	X9		X10
	Informação						X11	
	Requisitos de Recursos							X12
	Conhecimentos Necessários	X13				X14		
	Interoperabilidade		X15				X16	
	Recursos Necessários		X17					
	Dependências de projecto						X18	
								
<b>Tipos de Risco</b>	Puro ou Incerteza	X1, ..., X18						
	Negócio	X1, ..., X18						
	Projecto	X4, X5, X6, X7, X9, X10, X13, X14, X18						
	Operacional	X2, X5, X6, X10						
	Técnico	X4, X7, X9						
	Político ou de Regulação	X1, X2, X3, X11						

A título de exemplo, e efectuando uma leve introdução ao capítulo 4, onde é apresentado um caso de estudo, a tabela 7, tem como objectivo, permitir aferir as linhas mestras de como se deve prepara uma intervenção numa organização em função do que se pretende analisar:

**Tabela 7: Relação entre Redes, Categorias de Risco e Tipos de Risco - Caso de Estudo.**

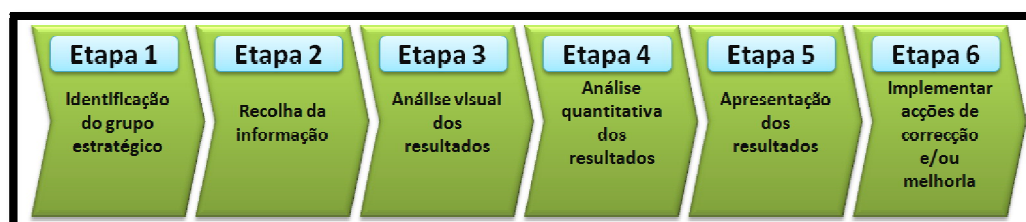
		Categorias de Risco – SNA (Vulnerabilidades)		
		Colaborador Crítico	Comunicação	Tarefa Crítica
Redes	Social	X1	X2	
	Conhecimentos	X4		
	Atribuição de Tarefas			X9
				
Tipos de Risco	Projecto	X1, X2, X4, X9		
	Operacional	X2		
	Técnico	X4, X9		

Interpretação da tabela 7:

- Com o objectivo, analisar o risco de uma organização em termos técnicos operacionais e conseqüentemente da seu negócio no geral, é feita uma intervenção nessa organização pretendendo-se identificar qual ou quais os colaboradores e tarefas críticas e qual o grau de comunicação entre os vários colaboradores.
- Para se medir o grau de comunicação recorre-se ao mapeamento da rede social, onde se pretende obter respostas em termos de quem conhece e pode alcançar quem.
- Para identificar o colaborador crítico, em função do desempenho de uma tarefa, recorre-se ao mapeamento da rede de conhecimentos.
- Para identificar a tarefa crítica, recorre-se ao mapeamento da rede de atribuição de tarefas, onde se pretende obter respostas em termos de quem faz o que.

### 2.7.2 Principais etapas da aplicação da SNA na análise do risco em organizações

Na figura 8, são apresentadas as 6 etapas para conduzir o processo de análise de redes sociais propostas por CROSS & PARKER, 2004:



**Figura 8. Etapas da aplicação da análise de redes sociais em organizações.**

## **Etapa 1 - Identificação do grupo estratégico**

A primeira etapa, para conduzir uma análise de redes sociais, é a identificação do grupo estratégico. Neste ponto, é importante determinar, se nesse grupo, as relações entre os elementos que o compõem são cruciais para o sucesso da organização. O grupo a ser analisado pode ser delimitado por várias fronteiras, tais como, espaço físico (o grupo não precisa de estar no mesmo espaço físico, ou seja, pode estar, em pisos diferentes de um edifício, em cidades diferentes, ou mesmo em países diferentes), função que desempenha (grupo de um departamento específico, de uma organização por exemplo), entre outras.

A dimensão do grupo, é também um factor a ter em conta nesta primeira etapa, pois é necessário que se defina se, se pretende analisar toda população ou apenas uma amostra da mesma.

## **Etapa 2 - Recolha da informação**

A segunda etapa é a etapa da recolha da informação. Nesta etapa, recolhe-se a informação necessária para mapear as relações que se pretendem analisar. A informação a recolher tem de ser a mais focada possível, para obter o que realmente interessa. É então necessário, preparar um conjunto de perguntas-chave, para o efeito.

Tal como é proposto por CROSS& PARKER (2004), as principais de relações que se podem mapear numa organização são:

- Relações que revelam colaboração.
- Relações que revelam o potencial de partilha de informação.
- Relações que revelam rigidez.
- Relações que revelam bem-estar e entre ajuda.

Para cada uma destas relações há ainda vários níveis, que permitem obter com maior detalhe o que se pretende mapear. Por exemplo, para mapear relações que revelam colaboração numa organização, pode-se medir o nível de, comunicação, partilha de informação, ajuda na resolução de problemas e inovação. Por exemplo, para mapear relações que revelam colaboração entre elementos de uma organização, ao nível da comunicação, uma das perguntas-chave, é:

- *Com que frequência comunica com as seguintes pessoas (lista com todos os elementos do grupo a analisar), acerca de (tópicos)?*

Por exemplo, para mapear relações que revelam colaboração entre elementos de uma organização, ao nível de ajuda na resolução de problemas, uma das perguntas – chave é:

- *A quem é que normalmente se dirige, para pedir ajuda, quando se depara com um problema, no seu trabalho?*

Nesta segunda etapa, define-se também, como vai ser a forma da recolha da informação, ou seja, qual o método a utilizar, para recolher a informação. Segundo SCOTT (2000) há 3 métodos principais para recolha da informação:

4. Questionários ou entrevistas.
5. Observações.
6. Registos.

Em função de cada um destes métodos, é necessário ter atenção, a uma série de factores, para que não comprometam a análise. Por exemplo, para o caso em que a recolha da informação seja feita através de uma entrevista, ou um questionário, é necessário ter em mente que essa intervenção terá um custo, quer de disponibilidade, quer de produtividade dos elementos que participam na análise.

Uma das maneiras de minimizar, o tempo gasto na recolha da informação (caso a natureza do trabalho o permita), para o caso de esta ser feita á custa de um questionário, é, por exemplo, a utilização de e-mail.

O tempo de recolha, a dimensão do objecto de estudo, e o tipo de relacionamento a mapear, são factores a ter em conta, antes de avançar para o terreno.

### **Etapa 3 - Análise visual dos resultados**

Após efectuada a recolha dos dados, a primeira parte do processo de análise, pode ser a análise visual, ou seja, em função da dimensão da rede em análise, pode-se retirar muita ou pouca informação com uma análise visual. E aqui que a ajuda dos softwares é preciosa. Actualmente existem uma série de softwares adequados á análise de redes sociais. A grande maioria destes softwares está disponível online, a custo zero, ou então têm licenças temporárias (demos).

Alguns dos softwares mais utilizados são:

- UCINET (<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>).
- NETDRAW (<http://www.analytictech.com/downloadnd.htm>).
- PAJEK (<http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>).
- INFLOW (<http://www.inflowinventory.com/>).
- ORA (<http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/ora/>).

Estes softwares, contêm algoritmos, onde por exemplo, organizam a rede de forma, a que os nós com mais ligações fiquem no centro da rede, e os que têm menos ligações fiquem na periferia da rede. É nesta altura, que é necessário, ter os conhecimentos adequados para interpretar o significado de um conjunto de pontos e ligações entre eles, ou seja, interpretar o grafo resultante. Um grafo, não é mais do que um conjunto de pontos ligados, por meio de linhas entre si, onde os pontos representam pessoas, objectos tarefas, entre outros, e as linhas representam a relação entre estes pontos. As linhas podem ainda ser, ou não, direccionais (assunto abordado com mais detalhe no capítulo seguinte).

Os pontos podem representar várias entidades tais como, pessoas, cidades, países, continentes entre muitos outros. Estes pontos podem ainda ter atributos, e estarem classificados por exemplo quanto á idade, nacionalidade, hierarquia, entre outros.

Quanto às linhas que unem os vários pontos, estas representam as relações como por exemplo, relações de amizade, negócios, conhecimentos entre muitas outras. Estas linhas podem ser direccionais, ou seja, linhas com uma seta a indicar qual a direcção da ligação (qual o nó de origem e qual o nó de destino, dando origem a que exista a possibilidade de o numero de linhas que saem de um nó ser diferente das que entram nesse mesmo nó), e nestes casos pode ou não existir reciprocidade entre dois nós. As linhas podem ainda ser não – direccionais, ou seja, implica que a relação é recíproca.

Nesta análise (análise visual), normalmente (se a dimensão, e a densidade do desenho da rede, o permitir) é possível identificar essencialmente dois aspectos principais da uma rede mapeada, tais como, nós periféricos e nós centrais. Em todo o caso a análise visual, terá de ser acompanhada pela análise quantitativa, para não cair no erro de tirar conclusões precipitadas.

#### **Etapa 4 - Análise quantitativa dos resultados**

Nesta etapa, pretende-se cimentar, caso a rede o permita (como foi indicado no ponto anterior), a interpretação efectuada pela análise visual dos resultados, ou então, obter mesmo resultados pela primeira vez, isto, admitindo que não foi possível obter qualquer tipo de conclusão com a análise visual.

É nesta etapa, que a matemática, que está na base da análise das redes sociais, ou seja, a teoria dos grafos tem um papel fundamental.

É com base neste ramo da matemática discreta (Teoria dos Grafos), que são construídas as métricas que permitem obter os resultados quantitativos, e assim caracterizar a rede no seu todo ou em particular. Em função da profundidade da análise que se pretende efectuar, existem uma série de métricas, que se podem calcular, para a caracterização de um grafo ou rede. Existem medidas (métricas), para análise de nós em particular, e para análise do grupo no global, ou seja, a rede. Normalmente, as mais utilizadas, neste contexto são:

Para o caso da análise de nós em particular são:

- Centralidade de grau de entrada (*In-Degree Centrality*)
- Centralidade de grau de saída (*Out-Degree Centrality*)
- Centralidade intermédia (*Betweenness Centrality*)
- Centralidade de proximidade (*Closeness Centrality*)

Para o caso da análise de redes são:

- Densidade (*Density*)
- Coesão (*Cohesion*)

São estas as métricas (tema abordado com maior detalhe no capítulo 3), que em função das várias experiências obtidas no terreno, os responsáveis das organizações (quem tem de tomar decisões após a análise), dizem que têm mais significado em termos práticos.

Resumidamente, a centralidade de grau de entrada (apenas no caso das redes direccionais, pois para redes não – direccionais, não há diferença entre grau de entrada ou saída), indica a quantidade de ligações que incidem num determinado nós da rede. Já para o caso da centralidade do grau de saída, indica a quantidade de ligações que saem de um nó.

A centralidade intermédia indica o quanto um nós está como intermediário entre os possíveis vários subgrupos da rede. A centralidade intermédia, indica o quanto um nós está próximo de todos os outros nós da rede. A densidade exprime a relação que existe entre o número de

ligações existentes na rede com o máximo de ligações que poderiam existir na rede. E por fim a coesão, que aqui neste contexto, é dada pela distância média entre nós da rede.

Ainda quanto á coesão, existem várias medidas que podem classificar a coesão de um grafo, sempre em função do contexto que se está a analisar. Por exemplo, para casos, onde a coesão é dada pela distância média, e a rede mapeada for por exemplo, a de quem pede ajuda a quem numa organização, esta distância representa a quantidade de pessoas que se contactam para obter informações acerca do trabalho, ou seja, uma pessoa *A* tem uma dúvida ou questão sobre um tópico relacionado com o trabalho, então essa pessoa pede ajuda a uma pessoa *B* (equivale a uma ligação), e se essa pessoa *B*, não conseguir ajudar, ela pode indicar uma terceira pessoa (*C*), (2 ligações). Idealmente, nestes casos, o máximo seria de apenas 2 ligações. Em função da profundidade da análise que se pretenda, outras medidas podem ser utilizadas para quantificar a coesão de uma rede, tais como por exemplo, grau médio dos nós de uma rede, o número de componentes de uma rede, a fragmentação, a, centralização de uma rede, entre outras (HANNEMAN & RIDDLE, 2005).

Além das métricas, acima mencionadas, propostas por CROSS& PARKER (2004), outras métricas são utilizadas, tais como:

- Grau médio
- Grau de centralização
- Grau de centralização de entrada e de saída
- Diâmetro
- Reciprocidade
- Prestígio
- Prestígio de proximidade
- *Prestige Rank*

O grau médio de uma rede, pode por exemplo, ser indicador do nível de comunicação entre os elementos de uma organização, ou seja, indica, se o grupo é muito ou pouco comunicativo. O grau de centralização de uma rede (WASSERMAN & FAUST, 1994) é uma métrica de rede, aplicada unicamente a redes não – direccionais. O grau de centralização de uma rede, mede a variabilidade do índice de centralidade dos nós dessa rede, ou seja, á uma medida que indica o quanto dependente uma rede, está de um elemento. Por exemplo, no mapeamento de uma rede de quem pede ajuda a quem, se houver um elemento com um número desmesurado de ligações em relação aos restantes elementos, significa que os restantes elementos

dependem deste na obtenção de ajuda, logo a rede está centralizada nesse elemento, faltando apenas saber quanto está centralizada. O mesmo raciocínio é aplicável agora, para a centralização de uma rede direccional, sendo agora necessário distinguir entre; centralização de grau de entrada e centralização de grau de saída. O diâmetro de uma rede é a maior distância geodésica verificada numa rede (assunto abordado com mais detalhe no capítulo seguinte). O diâmetro de uma rede indica o valor da distância a que os dois nós mais distantes se encontram um do outro. É importante neste contexto, pois indica o valor máximo da quantidade de ligações intermédias que existem numa rede. Por exemplo, uma rede  $X$  com um diâmetro elevado significa que a velocidade da comunicação nessa rede, é menor do que uma rede  $Y$  com um diâmetro inferior ao de  $X$ .

A reciprocidade (CASOS - *Carnegie Mellon University*) é um indicador da quantidade, de ligações numa rede, são recíprocas, ou seja, bidireccionais. A reciprocidade é fundamental, para detectar incongruências numa rede, nas relações existentes entre nós. É uma medida de rede, exclusiva para redes direccionais.

A medida mais simples de prestígio de um nó (apenas para redes direccionais), é dada pelo seu grau de entrada. Por exemplo, no mapeamento de uma rede de quem pede ajuda a quem, o nó que tiver o maior número de ligações de entrada (grau de entrada), é o nó com maior prestígio, o que quer dizer que provavelmente é o nó com mais conhecimentos dessa rede, e todos os procuram para obter ajuda. Normalmente, as nomeações directas (mais próximas) a um nó têm mais valor do que as nomeações indirectas (mais longínquas, que passam por intermediários). É a partir deste raciocínio que aparece o conceito de prestígio de proximidade (abordado com mais detalhe no capítulo seguinte). Este tipo de prestígio de um nó, não tem apenas em conta as ligações directas (grau de entrada) a esse nó, mas sim as ligações indirectas e o domínio de influência. Por fim, o *Prestige Rank*, que indica o prestígio de um nó, não apenas contabilizando o seu grau de entrada (ligações incidentes directas), ou, o seu grau de entrada e as ligações indirectas, mas também o prestígio do nó que nomeia. Por exemplo, numa rede dois nós,  $A$ , e  $B$ , têm o mesmo grau de entrada, mas apenas um desses nós, (nó  $A$ ), tem uma nomeação por parte do nó com maior grau de entrada da rede, logo, o nó  $A$  é o nó com o maior prestígio entre os nós  $A$ , e  $B$ .

### **Etapa 5 - Apresentação dos resultados**

Após a obtenção dos resultados da análise, segue-se a fase da divulgação ou apresentação dos mesmos. Normalmente os resultados são apresentados a quem pede o estudo e a quem nele

participa, a não ser que haja indicações em contrário por parte dos responsáveis. Nesta altura, (reunião da divulgação dos resultados), há duas fases consideradas cruciais:

- Apresentação dos resultados.
- Brainstorming.

Antes de se entrar propriamente na primeira fase, é necessário efectuar uma introdução á plateia, que normalmente é composta por quem pediu o estudo e pelos participantes dele, de como se interpretam os resultados que vão ser apresentados, para não dar azo a interpretações precipitadas ou mesmo erradas por parte da plateia. Ainda antes de iniciar a divulgação dos resultados, é importante não discriminar os participantes com a sua localização na rede, ou seja, não se deve perguntar o porque de um elemento ser periférico ou central.

Na primeira fase (apresentação dos resultados), apresentam-se então os resultados obtidos após a recolha e tratamento da informação, onde normalmente consta a rede que se mapeia (grafo), e o significado da mesma.

Na segunda fase (brainstorming), é solicitada á plateia que formem grupos de trabalho, e apresentem propostas de como solucionar problemas que foram identificados na fase anterior, como por exemplo, apresentar propostas para promover a conectividade da rede apresentada. É nesta altura que se deve evitar ao máximo o que anteriormente já foi dito, ou seja, associar elementos da plateia á posição desses na rede mapeada em apresentação.

#### **Etapa 6 - Implementar acções de correcção e/ou melhoria**

Por fim, a última etapa. É aqui, que, após efectuado o ponto de situação, se tomam as medidas necessárias para corrigir ou melhorar, processos, procedimentos quer a nível da comunicação, partilha de conhecimento, entre muitos outros aspectos. Após a implementação dessas medidas, o ideal será efectuar uma nova análise passados cerca de 6 a 9 meses, e aí verificar se houve ou não progressos. Nesta segunda análise, para verificar a evolução que possa ter existido, é necessário algum cuidado, a ter com a intervenção, pois, nestes casos pode haver por parte dos inquiridos tendência para adulterar os resultados, daí que nessa segunda intervenção, a experiência do coordenador da intervenção é determinante, para tentar despistar ao máximo resultados fabricados.

## 2.8 Conclusões

Ao longo deste capítulo foi feita uma breve introdução ao tema deste trabalho – análise do risco em organizações, passando pelo estado da arte, e ilustrando algumas das principais técnicas usualmente utilizadas para a análise do risco. Foram descritas em termos gerais as principais etapas e os principais objectivos do processo de uma análise do risco em organizações. Por fim, é feita uma abordagem mais aprofundada, de uma das técnicas de análise do risco – análise de redes sociais, como técnica de análise do risco em organizações, onde são abordados temas como a evolução, campos de aplicação, bem como as etapas, resultados esperados e vantagens versus desvantagens, da aplicação desta técnica.

O próximo capítulo foca essencialmente, a base matemática (teoria dos grafos), em que assenta a técnica de análise de redes sociais em organizações. É apresentado em detalhe, os tipos de grafos e o cálculo das principais métricas, que se utilizam na técnica em questão (coesão, centralidade e prestígio), recorrendo a um caso de uma rede fictícia, em que se pretende medir o grau de comunicação entre duas organizações.

## Capítulo 3 – Conceitos da Teoria dos grafos

### 3.1 Introdução

Como a técnica de análise das redes sociais tem por base matemática a teoria dos grafos, ao longo deste capítulo, e de acordo com vários autores (WASSERMAN & FAUST, 1994; GROSS & YELLEN, 2003; WILSON, 1996) vão sendo ilustrados os principais tipos de grafos e suas características, processos de cálculo das principais medidas de coesão e centralidade, utilizando como exemplo principal uma rede fictícia – Rede de Teste (Figura 12) criada propositadamente para o efeito. Por fim e após a determinação das principais medidas acima referidas, são apresentados e interpretados, os principais papéis que elementos da rede podem ter, e o que significam no contexto inseridos.

### 3.2 Grafos e matrizes

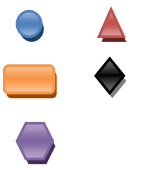



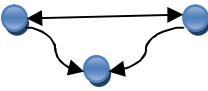
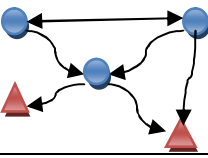
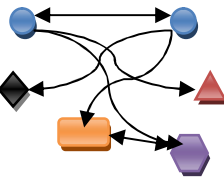
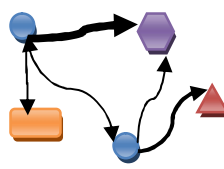
Ramo fundamental da matemática discreta, um grafo, é constituído essencialmente, por nós e ligações entre eles. A teoria dos grafos tem sido aplicada ao longo do tempo a diversas áreas como a informática, investigação operacional, economia, entre muitas outras, pois tem uma característica fundamental; é o modelo ideal para estudar relações entre objectos discretos de qualquer tipo. Um grafo é constituído por vértices (V), e arestas (A), e a sua representação matemática é:

$$G (V, A)$$

Onde (V) é um conjunto não vazio de objectos denominados vértices e (A) é um conjunto de pares não ordenados de (V), chamado de arestas. As arestas podem ter ou não direcção, podem ter um peso associado (ponderação), ou ainda um sinal (positivo ou negativo).

Na tabela 8 são apresentados os elementos principais que compõem um grafo, e sua interpretação no contexto das redes sociais:

**Tabela 8: Principais elementos que compõem uma rede social (grafo).**

Elemento	Símbolo	Breve descrição
Nó		O elemento básico de uma rede. Representa uma entidade (pessoas, tarefas, conhecimentos, locais, etc.)
Arco		Representa a ligação e sua natureza, entre duas ou mais entidades. Neste caso assume-se uma ligação bidireccional entre duas ou mais entidades.
Arco direccional		Representa a ligação orientada, ou seja com uma direcção, entre duas ou mais entidades. Muito utilizada para expressar escolhas, ou preferências.
Arco não direccional		Representa uma ligação não orientada. Significa que a natureza das relações, entre entidades é recíproca.
Rede de um modo		Redes onde apenas figuram entidades de uma única natureza, podendo ser, rede de pessoas, ou de acontecimentos ou de conhecimentos, ou outras.
Rede de dois modos		Redes que relacionam entidades de duas naturezas diferentes. Relacionam por exemplo pessoas com conhecimentos.
Rede de $n$ modos		Redes que relacionam entidades de várias ( $n$ ) naturezas diferentes. Relacionam por exemplo pessoas com conhecimentos, tarefas, recursos entre outras.
Redes com pesos (ponderação) nas ligações (1)		Redes em que as ligações entre as várias entidades, representam preferências, ou maior capacidade em comparação com outras ligações de outras entidades dessa mesma rede. Essas preferências ou capacidades são representadas pela espessura do arco que liga duas quaisquer entidades.

### Tipos de Grafos ou Redes

Na figura 9 são apresentados os vários tipos de grafos, em função o seu modo, direcção e ponderação (WASSERMAN & FAUST, 1994):

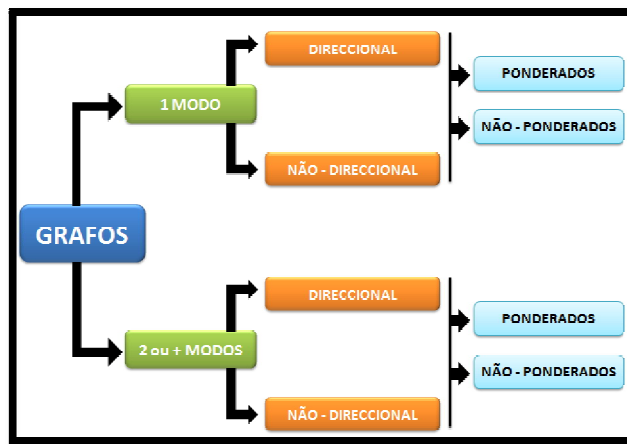


Figura 9. Tipos de Grafos ou Redes.

### 3.2.1 Redes de um modo

Numa rede onde apenas existam relações quer de, amizade, parentesco, hierarquia, ou outra, mas que os, nós sejam da mesma natureza, denominam-se redes de um modo ou mono modais. A rede, Rede de Teste (Figura 11), é uma rede de um modo ou mono modal, pois apenas estuda relações entre nós de uma natureza (pessoas).

### 3.2.2 Redes de dois modos

Uma rede de dois modos relaciona nós de duas naturezas diferentes. Um exemplo deste tipo de rede é uma rede que relacione pessoas com tarefas. Existem vários modos de redes (dois, três, quatro modos,  $n$  modos), em função da quantidade de naturezas dos nós. O tratamento deste tipo de redes é diferente do tratamento das redes de um modo. Neste trabalho, não é feita uma abordagem detalhada sobre o tratamento de redes de mais de um modo. Na figura 10 é apresentada uma rede de 2 modos, onde se relacionam dois tipos de entidades diferentes.

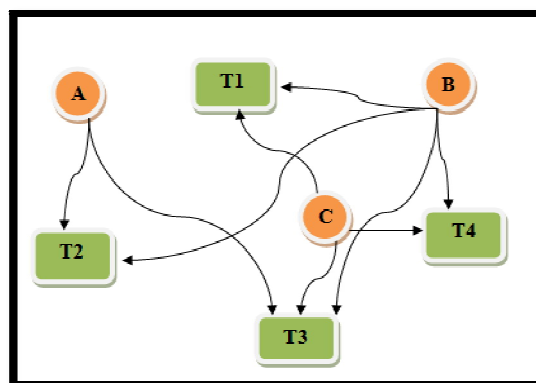


Figura 10. Rede de dois modos - Relação entre duas entidades diferentes.

## Rede de Teste

Na figura 11 está representado um grafo, ou rede, de nome Rede de Teste. Esta rede vai, ao longo de todo este capítulo, servir de base para determinar as principais medidas de coesão e centralidade. A rede, Rede de Teste é composta por 12 nós (actores), e as ligações entre eles. Admite-se que esta rede representa duas organizações; Organização 1 e Organização 2. Estas duas organizações são distinguidas pelas diferentes cores dos nós, azul (Organização 1) e vermelho (Organização 2). Esta rede, representa o mapeamento do grau de conhecimento de actores entre estas duas organizações, ou seja, representa o mapeamento da rede “quem conhece quem?” entre as duas organizações referidas.

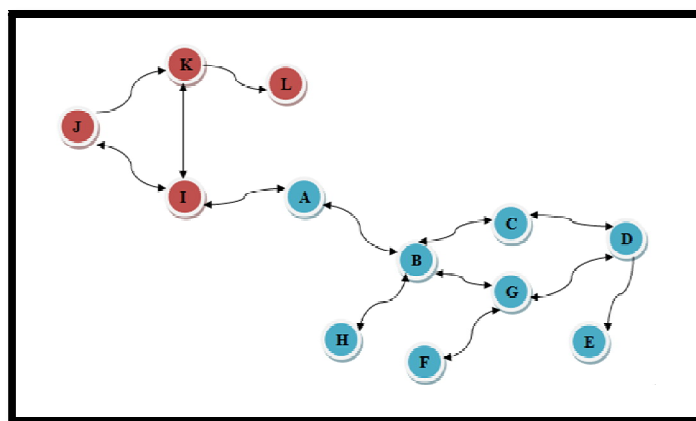


Figura 11. Rede de Teste.

A representação matemática do grafo, da rede, Rede de Teste (Figura 11), é dada pela seguinte expressão:  $G_{Rede\ de\ Teste} (12,23)$ ;

Onde, 12 é o número de nós, e 23 é o número de ligações (cada seta é uma ligação). As ligações entre os nós, do grafo, ou rede direccional da rede, Rede de Teste, são representadas na matriz 1, matriz de adjacência, ou também chamada de sociomatriz.

Matriz 1: Matriz adjacente, que representa as ligações da rede, Rede de Teste.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
B	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
G	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
H	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Interpretação da Matriz 1 (aspectos principais):

- Por exemplo, entre o nó A, e o nó B, existe uma ligação, quer, seja do nó A para o nó B, ou do B para o nó A, logo nas células correspondentes entre estes dois nós na Matriz 1, tem valor 1. Isto, neste contexto, significa, que o nó A conhece o nó B, e o nó B conhece o nó A.
- Por exemplo, entre os nós A e C, não existe uma ligação, logo nas células correspondentes na Matriz 1, tem valor zero. Isto, neste contexto, significa que estes nós não se conhecem entre si.
- Por exemplo, entre os nós K e L, há uma ligação, mas essa ligação, é apenas de K para L, logo na célula correspondente na Matriz 1, tem valor 1 (apenas na ligação de K para L). Na célula correspondente á ligação de L para K tem valor zero. Isto, neste contexto significa, que o nó K conhece o nó L, mas este não conhece o nó K.
- Normalmente a diagonal principal da matriz não é preenchida, ou seja o seu valor é zero, mas dependerá naturalmente da natureza do estudo que se pretende efectuar. Neste caso, dada a natureza da rede que se pretende mapear, não faz sentido que a diagonal seja preenchida.

Uma outra forma, de representar numa matriz as ligações de uma rede, é a utilização de uma matriz de incidência. Para construir este tipo de matriz, é necessário “trabalhar” um pouco mais o desenho da rede, ou seja, é necessário atribuir uma designação cada ligação existente entre dois nós, onde normalmente é um nome ou um número. A título de exemplo, na figura 12, está representada a rede, Rede de Teste, com a numeração das ligações entre os nós, e na Matriz 2, a respectiva matriz incidente.

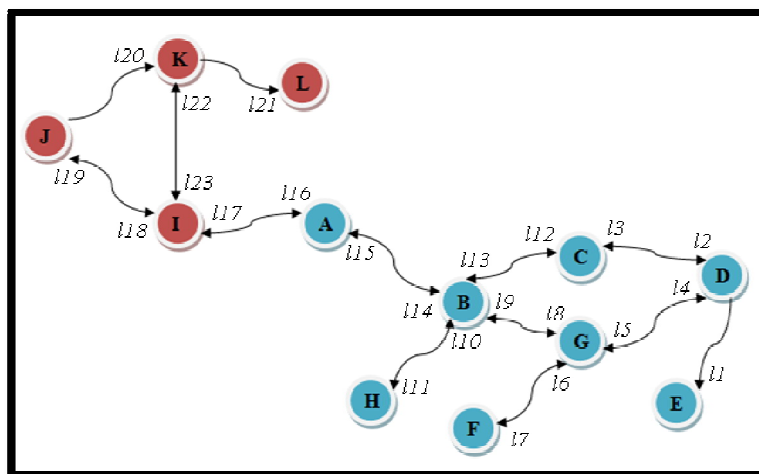


Figura 12. Rede de Teste, com a identificação das ligações entre nós.

De seguida é apresentada a matriz de incidência (Matriz 2), para a rede, Rede de Teste, e feita uma breve interpretação da mesma.

**Matriz 2: Matriz de incidência, que representa as ligações da rede, Rede de Teste.**

	l1	l2	l3	l4	l5	l6	l7	l8	l9	l10	l11	l12	l13	l14	l15	l16	l17	l18	l19	l20	l21	l22	l23	
<b>A</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0
<b>B</b>	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>C</b>	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>D</b>	-1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E</b>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>F</b>	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>G</b>	0	0	0	-1	1	1	-1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>H</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>I</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	-1	0	0	-1	1	0
<b>J</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	0	0	0	0
<b>K</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	-1	0
<b>L</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Interpretação da Matriz 2 (aspectos principais):

- A matriz incidente (Matriz 2) relaciona, os nós da rede com as ligações a que estes estão “sujeitos”.
- Por exemplo, o nó A tem uma ligação (l17) com origem em si, para o nó I, e outra (l14), também com origem em si para o nó B. As ligações que saem do nó A para o nó B, e para o nó I, na matriz de incidência, têm valor negativo (-1). As ligações que incidem sobre o nó A, ou seja, as ligações que vêm de I, e B para A, têm valor positivo (1). Naturalmente, neste contexto, e tal como visto na interpretação da Matriz 1, as ligações representam quem conhece quem.

### 3.2.3 Grafos não direccionais

Grafos, ou redes não – direccionais, são redes em que, na ligação entre um par de nós, não existe apenas um nó de origem ou de destino, ou seja, são ambos, sempre, nós de origem e de destino. A ligação entre dois nós de uma rede, não – direccional, é uma ligação recíproca. Um exemplo típico deste tipo de ligação é o casamento entre duas pessoas. Não é possível que uma pessoa esteja casada com a outra e o contrário não ser verdadeiro. A rede, Rede de Teste é uma rede não – direccional, quando as ligações entre os nós, não têm uma direcção (Figura 13):



vice-versa, então a ligação entre eles é considerada fraca, o que não quer dizer que não se possam comunicar por intermédio de outros nós na rede (Figura 14). O mesmo se passa entre o nó B e C, onde o nó C comunica com o nó B, mas este não comunica com o nó C (Figura 14).

Consequentemente, se numa rede todos os pares de nós estiverem ligados desta forma, diz-se, que é uma rede com conectividade fraca.

## 2. Conectividade unilateral.

Entre dois nós *A* e *B*, há uma conectividade unilateral se há uma ligação entre um nó *A* e um nó *B*, ou uma ligação entre o nó *B* e o nó *A*, mas não há uma ligação mútua entre estes dois nós, ou seja entre *A* e *B*, e *B* e *A*. Por exemplo entre os nós, *A* e *B*, ou *A* e *C*, ou *A* e *D*, há uma ligação, mas não há ligação para ao nó *A* (Figura 14). Neste caso há apenas uma comunicação unilateral, ou seja não há reciprocidade entre a comunicação entre dois nós.

Se numa rede todos os pares de nó estiverem ligados de forma unilateral, a rede designa-se por rede com conectividade unilateral.

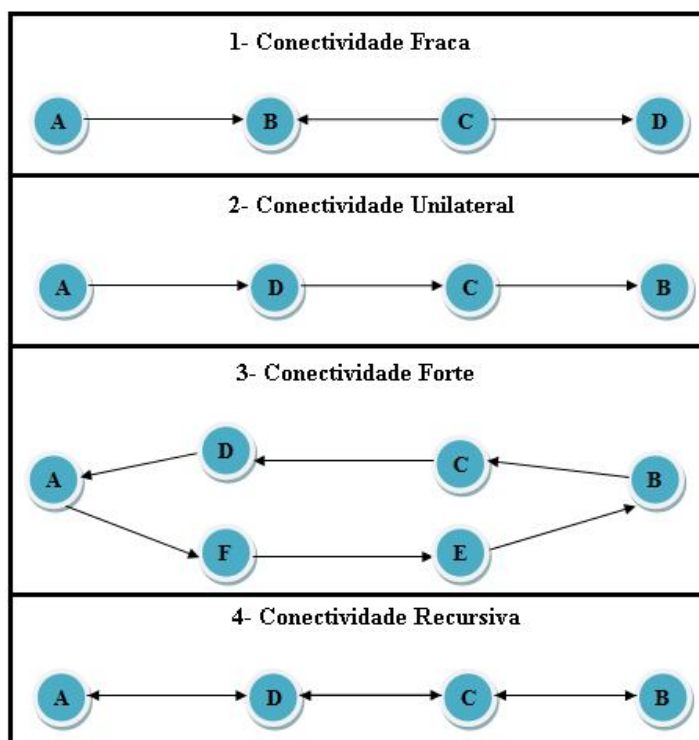
## 3. Conectividade forte.

Entre dois nós *A* e *B*, há uma forte conectividade se há uma ligação entre *A* e *B*, e uma ligação entre *B* e *A*, mas passando por outros nós intermédios. Por exemplo, o nó *A*, consegue comunicar com o nó *B*, e o nó *B* consegue comunicar com o nó *A*, mas, não têm uma ligação directa entre eles (Figura 14). O mesmo acontece com todos os pares de nós (Figura 14).

Uma rede diz-se fortemente ligada se todos os pares de nós estiverem ligados com forte conectividade.

## 4. Conectividade recursiva.

Entre dois nós *A* e *B*, há uma conectividade recursiva se há uma ligação entre *A* e *B*, e uma ligação entre *B* e *A*, mas sem nós intermediários, ou seja, há uma ligação directa e recíproca entre *A* e *B*. Por exemplo, entre o nó *A* e *D*, *D* e *C*, e *C* e *B*, há uma conectividade recursiva (Figura 14). Uma rede diz-se ligada recursivamente, se todos os pares de nós estiverem ligados de forma recursiva. Apenas neste tipo de ligação (recursiva entre dois nós), se verificam todas as outras formas de conectividade (fraca, unilateral e forte).



**Figura 14. Tipos de conectividade em redes direccionais.**  
(Fonte: WASSERMAN & FAUST, 1994)

Aplicando estes conceitos de conectividade de grafos direccionais, para a rede, Rede de Teste, por exemplo, a ligação entre os nós D, A e C, diz-se unilateral (Figura 11). O tipo de conectividade recursiva verifica-se entre o nó D e o nó E da rede, Rede de Teste.

A classificação das redes direccionais, quanto á conectividade, é de extrema importância para permitir calcular alguns indicadores de centralidade (métrica para nós) e de centralização (métricas para redes). Há casos de redes direccionais que, em função do tipo de conectividade, é impossível calcular esses indicadores.

Por exemplo, a centralização de proximidade (métrica que não é abordada neste trabalho), é uma das métricas de rede, que tecnicamente (matematicamente), não é possível de determinar, se a rede for uma rede desconectada, ou seja, uma rede com conectividade fraca, devido á existência de ligações entre nós, em que as distâncias são infinitas, ou seja, são existem nós inacessíveis, o que por exemplo acontece com o nó L e o nó E da rede, Rede de Teste. Nesta rede, não é possível determinar a centralização de proximidade, devido á rede ser considerada de fraca conectividade.

Numa rede direccional, os nós, podem ser classificados em 5 tipos. Em redes não – direccionais apenas existem 2 tipos:

1. Nó de corte (redes direccionais e redes não – direccionais)

2. Nó isolado (redes direccionais e redes não – direccionais)
3. Nó transmissor (redes direccionais)
4. Nó receptor (redes direccionais)
5. Nó portador (redes direccionais)

1. Nó de corte:

Por definição, um nó é um nó de corte se, se o número de componentes na rede que contém esse nó é inferior ao número de componentes que se criam ao remover esse nó. Ou seja, um nó é um nó de corte, se por alguma razão, removido, da rede a que pertence, essa rede fica dividida em dois, ou mais componentes. Um componente, é um subgrafo de um grafo, ou seja, é um conjunto de nós de uma rede onde existe um caminho entre todos eles, e não existe um caminho entre um desses nós (nós do subgrafo) para os restantes nós da rede

Por exemplo no caso da rede, Rede de Teste, os nós, K, I, A, B, G e D são nós de corte.

2. Nó isolado:

Um nó isolado, por definição, é um nó em que o seu grau de entrada (número de ligações que incidem sobre esse nó) é zero ( $d_I(n_i) = 0$ ) e o seu grau de saída (número de ligações que têm origem num nó) é zero ( $d_O(n_i) = 0$ ). Neste caso, este nó não é nem nó de origem nem de destino numa rede. Na rede, Rede de Teste, não existe nenhum nó isolado, mas, caso se eliminasse por exemplo o nó D (Figura 15), o nó E ficaria isolado.

3. Nó transmissor:

Um nó, é um nó transmissor se o seu grau de entrada ( $d_I(n_i) = 0$ ) é zero, e o seu grau de saída ( $d_O(n_i) > 0$ ), é maior do que zero. Neste caso, este nó é apenas nó de origem. Na rede da figura 11 (Rede de Teste), também não há nenhum nó com esta característica, mas, caso se eliminasse a ligação, que existe entre o nó I e o nó J, o nó J, iria comportar-se como um nó transmissor (Figura 14).

4. Nó receptor:

Um nó, é um nó receptor se o seu grau de entrada é maior do que zero ( $d_I(n_i) > 0$ ) e o grau de saída ( $d_O(n_i) = 0$ ), é igual a zero. Neste caso é um nó de destino. Na rede, Rede de Teste, os nós com estas características, são os nós E e L.

## 5. Nó portador:

Um nó é, um nó portador ou regular ou ainda normal se o seu grau de entrada é maior do que zero ( $d_i(n_i) > 0$ ), e o grau de saída, é também maior do que zero ( $d_o(n_i) > 0$ ). Neste caso é um nó de destino e origem em simultâneo. Na rede, Rede de Teste, á excepção do nó L, e do nó E, todos os restantes nós, são nós portadores.

## Ponte

Uma ligação, entre dois nós, é considerada ponte, em que, se por alguma razão for eliminada da rede, a rede fica dividida em dois ou mais componentes. Na rede, Rede de Teste, é possível encontrar várias ligações que são consideradas pontes, como por exemplo a ligação entre A e B ou A e I.

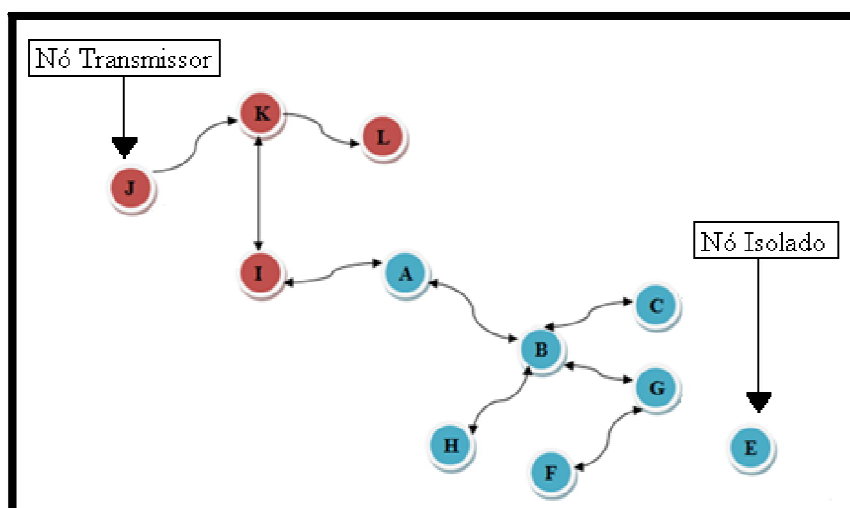


Figura 15. Rede de Teste, após a remoção do nó D e a remoção da ligação entre I e J.

## 3.3 Métricas

Na tabela 9, são apresentadas as principais métricas aplicadas na análise de redes sociais em organizações. Estas métricas estão divididas em métricas de centralidade, prestígio e coesão. São ainda ilustradas quais as métricas que se empregam em entidades isoladas (nós), e agrupadas (rede), (WASSERMAN & FAUST, 1994; CROSS & PARKER, 2004; HANNEMAN & RIDDLE, 2005).

**Tabela 9: Métricas aplicadas na análise de redes sociais em organizações.**

	<b>Nós</b>	<b>Rede</b>
<b>Métricas de Centralidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centralidade de grau de entrada, saída e total</li> <li>• Centralidade de proximidade</li> <li>• Centralidade intermédia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grau de Centralização (direccional)</li> <li>• Grau de centralização (não direccional)</li> <li>• Centralização de grau de entrada e de saída (direccional)</li> </ul>
<b>Métricas de Prestígio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestígio</li> <li>• Prestígio de proximidade</li> <li>• Ranking de Prestígio</li> </ul>	-----
<b>Métricas de Coesão</b>	-----	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distância e distância geodésica</li> <li>• Densidade</li> <li>• Reciprocidade</li> <li>• Diâmetro</li> <li>• Distância média</li> <li>• Grau médio</li> <li>• Conectividade</li> <li>• Diade</li> <li>• Tríade</li> <li>• Clique</li> </ul>

### 3.3.1 Métricas de coesão

De seguida, e de acordo com vários autores (HANNEMAN & RIDDLE, 2005; CROSS & PARKER, 2004; WASSERMAN & FAUST, 1994), são apresentadas algumas das medidas ou métricas que quantificam e caracterizam a coesão de uma rede.

- **Distância e distância geodésica**

A distância entre dois nós, *A* e *B*, de uma rede, é dada, pelo número de ligações, que um nó *A* percorre para alcançar o nó *B*, e o caminho mais curto entre esses dois nós, é denominado de geodésico, e o comprimento desse caminho em quantidade de ligações intermediárias, e denominado de distância geodésica.

Interpretação:

Por exemplo, na rede, Rede de Teste, se o nó *F* pretender comunicar com o nó *A*, este tem dois caminhos possíveis para o fazer. Um desses caminhos é mais curto. Um dos dois caminhos possíveis (Caminho 1 por exemplo), é, iniciando em *F*, seguir até ao nó *G*, depois para o nó *D*, depois para o nó *C*, de seguida para ao nó *B*, e por fim chega ao nó *A*. Neste caminho (Caminho 1) direccional, o nó *F* tem de passar por quatro nós intermediários, e tem

um comprimento (medido em numero de ligações), de 5. Mas há um outro caminho alternativo (Caminho 2), que é partindo de F, seguir até G, de seguida ir apara B e logo a seguir chegar finalmente até A. Este caminho é designado por geodésico, pois é um caminho mais curto entre o nó F e o nó A. A distância geodésica tem valor de 3, que é inferior a 5, logo o Caminho 2 é mais curto do que o Caminho 1, logo considera-se que o Caminho 2 é um geodésico entre F e A. Nas redes direccionais como é necessário respeitar a direcção das ligações entre nós (respeitar as indicações das setas), por vezes, um geodésico entre um nó A e um nó B pode ser diferente de um geodésico entre B e A, algo que não acontece com as redes não – direccionais. Por exemplo, na Rede de Teste, se o nó K quiser comunicar com o nó J, terá de o fazer por intermédio do nó I, pois não existe uma ligação directa de K para J, embora exista uma ligação directa de J para K. A distância geodésica entre K e J é de 2 ligações (uma ligação até ao nó I, e a outra do nó I até J), e a distância geodésica entre J e K, é de 1 ligação. Há também casos em que não existe apenas um geodésico entre um nó A e um nó B. Por exemplo se o nó A da Rede de Teste quiser comunicar com o nó D, tem dois geodésicos possíveis para o fazer. O primeiro geodésico, inicia em A segue para B, depois para C e por fim chega a D, com uma distância geodésica de 3 ligações. O segundo geodésico inicia em A segue para B, depois para G e por fim chega a D, com uma distância geodésica também de 3 ligações.

Na matriz 3 é apresentada a quantidade de geodésicos entre todos os nós da rede, Rede de Teste.

**Matriz 3: Quantidade de geodésicos entre todos os nós da Rede de Teste.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
B	1	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
C	1	1	0	1	1	2	2	1	1	1	1	1
D	2	2	1	0	1	1	1	2	2	2	2	2
E	---	---	---	---	0	---	---	---	---	---	---	---
F	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1
G	1	1	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1
H	1	1	1	2	2	1	1	0	1	1	1	1
I	1	1	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1
J	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	1	1
K	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	0	1
L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0

Interpretação da matriz 3 (aspectos principais):

- Por exemplo o número de geodésicos entre o nó A e o nó B é 1, ou seja apenas existe um caminho mais curto entre estes dois nós, quer de A para B, como de B para A. Já para o caso dos nós A e D por exemplo, o numero de geodésicos é dois, ou seja há dois possíveis caminhos que são ambos os mais curtos entre os nós A e D. A distância entre o nó L e todos os restantes é considerada infinita, pois não qualquer possibilidade de este nó comunicar com alguém da rede, apenas recebe comunicação do nó K. A distância entre o nó E, e todos os restantes é considerada infinita, pela mesma razão que ao nó L, e neste caso apenas recebe comunicação do nó D.

Na matriz 4, é apresentado o valor de cada geodésico quantificado em número de ligações, entre cada par de nós da rede.

**Matriz 4: Geodésicos da Rede de Teste – Caso direccional.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	1	2	3	4	3	2	2	1	2	2	3
B	1	0	1	2	3	2	1	1	2	3	3	4
C	2	1	0	1	2	3	2	2	3	4	4	5
D	3	2	1	0	1	2	1	3	4	5	5	6
E	---	---	---	---	0	---	---	---	---	---	---	---
F	3	2	3	2	3	0	1	3	4	5	5	6
G	2	1	2	1	2	1	0	2	3	4	4	5
H	2	1	2	3	4	3	2	0	3	4	4	5
I	1	2	3	4	5	4	3	3	0	1	1	2
J	2	3	4	5	6	5	4	4	1	0	1	2
K	2	3	4	5	6	5	4	4	1	2	0	1
L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0

Interpretação da matriz 4 (aspectos principais):

- Por exemplo, o primeiro geodésico entre do nó A para o nó E, é de 4, o que quer dizer que o nó A tem de passar por três nós intermédios (B, C e D) até chegar ao nó E. O segundo geodésico de A para B, tem o mesmo valor, mas agora passa pelos nós B, G e D.
- O geodésico de E para A, B, C, D, F, G, H, I, J, K, e L, é inexistente ou infinito.
- O geodésico de L para A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e K, é inexistente ou infinito.

Para o caso das redes não – direccionais, o princípio de geodésico mantém-se, ou seja é o caminho mais curto entre um par de nós, mas o geodésico de um nó A, para um nó B, é igual ao geodésico de B, para A, devido às ligações não terem sentido, ou seja, sempre que haja ligação entre dois nós, esta ligação é bidireccional.

## Densidade

A densidade ( $\Delta$ ) de uma rede é a proporção das ligações possíveis, que existem nessa rede. A densidade, de uma rede, é dada pelo quociente entre o número de ligações  $L$  que existem numa rede, e o número total de ligações possíveis nessa rede. Uma rede é densa, quando existe um elevado número de ligações entre os nós dessa rede. Uma rede é esparsa, quando existe um baixo número de ligações entre os nós dessa rede.

A densidade de uma rede direccionada é dada pela seguinte expressão:

$$\Delta = \frac{L}{g(g-1)} \quad (3.1)$$

A densidade de uma rede não – direccionada é dada pela seguinte expressão:

$$\Delta = \frac{2L}{g(g-1)} \quad (3.2)$$

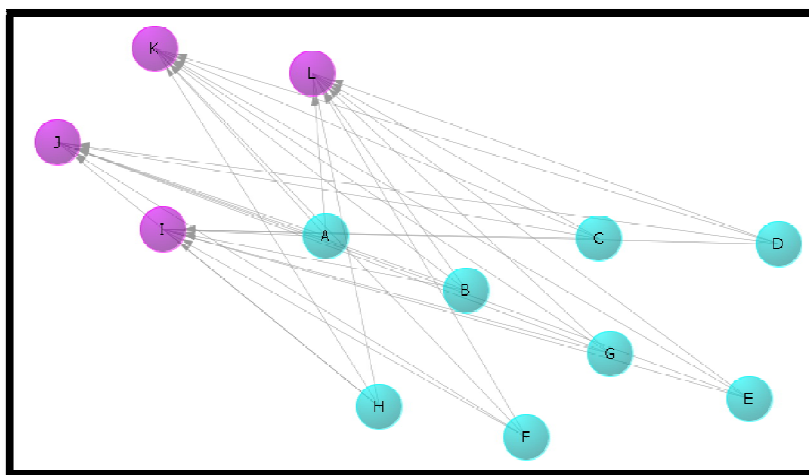
Onde,  $g$  é o número total de nós numa rede, e  $L$ , é o número total de ligações que existem numa rede. O número máximo de ligações para rede direccionada é dado por,  $g(g-1)$ , e para uma rede não – direccionada é dado por,  $(g(g-1)/ 2)$ . Para o caso da rede, Rede de Teste, da figura 11, estão presentes 23 ligações no total (cada seta representa um ligação), e como é uma rede direccionada, o número máximo de ligações que poderiam existir na rede seriam de 132, ou seja,  $(12 \times (12-1)) = 132$ , e atendendo a (3.1), a densidade da rede é:

$$\Delta = \frac{23}{132} = 0.1742$$

Ou seja, de todas as ligações possíveis na rede, estão presentes 17.4 %, o que faz com que a rede possa ser considerada esparsa, pois nem perto de 50 % das ligações estão presentes. A densidade pode ser utilizada para caracterizar as relações que existem entre subgrupos de uma rede, fornecendo assim uma visão geral do nível de ligação entre dois subgrupos com características diferentes como por exemplo, a faixa etária (como é feita a comunicação entre os mais novos e os mais velhos), tipo de formação profissional (como se relacionam departamentos diferentes como por exemplo departamento de recursos humanos com departamento de engenharia), localização geográfica (como se relacionam pessoas de local de trabalho distintos), entre muitas outras.

Para o caso da rede, Rede de Teste, por exemplo, pode-se analisar a densidade de ligações de uma organização para a outra, ou dentro de cada organização, e assim determinar qual das organizações mais conhece a outra, e qual a organização que mais se conhece, respectivamente. Por exemplo, para determinar a percentagem de nós da Organização 1, que conhecem nós da Organização 2, calcula-se a densidade das ligações que vão da Organização 1, para a Organização 2, e interpreta-se da seguinte forma:

- Em primeiro lugar, determina-se número máximo de ligações que podem existir com origem na Organização 1 e com destino na Organização 2 (desconsiderando as ligações internas, ou seja, dentro de cada organização). Neste caso, o número máximo de ligações é de 32 (Figura 16). Ou seja, todos os nós da Organização 1, teriam grau de saída igual ao número de nós da Organização 2, e conseqüentemente, os nós da Organização 2, teriam grau de entrada igual ao número de nós da Organização 1. Isto significaria que todos os nós da Organização 1 conheciam todos os nós da Organização 2.
- De seguida contam-se as ligações que existem na realidade com origem na Organização 1, e com destino a Organização 2.
- Por fim, atendendo a 3.1, determina-se a densidade.



**Figura 16. Rede de Teste - Ligações da Organização 1 para a Organização 2.**

Para o caso da rede, Rede de Teste, o número máximo de ligações com origem na Organização 1, e destino na Organização 2, são de 32 (8 origens  $\times$  4 destinos), e o número de ligações que existem na realidade da Organização 1, para a Organização 2, é apenas uma, que é do nó A para ao nó I. Logo a densidade, de acordo com 3.1, é de 0.313. Isto significa que de todas as ligações possíveis, existem apenas, 3.13%, da Organização 1 para a Organização 2. O mesmo raciocínio é aplicado da Organização 2 para a Organização 1, e no caso da rede,

Rede de Teste, a percentagem é a mesma. Na tabela 10 estão indicadas as densidades, das ligações da Organização 1 para a Organização 2, e vice-versa e ainda para cada uma delas em particular.

**Tabela 10: Densidades entre, e das duas organizações, da Rede de Teste.**

De \ Para	Organização 1	Organização 2
Organização 1	27 %	3 %
Organização 2	3 %	50 %

Após leitura das densidades, na tabela 10, pode-se concluir que ambas as organizações têm o mesmo grau de conhecimento de uma para a outra. A organização onde os nós mais se conhecem entre si, é a Organização 2, onde, de todas as ligações possíveis, 50 %, estão presentes, valor superior á Organização 1, que é de 27 %.

### **Reciprocidade**

A reciprocidade (admita-se  $R$ , como reciprocidade) mede a percentagem de ligações bidireccionais de uma rede direcciona. A reciprocidade é dada, pelo quociente entre a quantidade de ligações recíprocas (entre dois nós  $A$ , e  $B$ , existe no máximo uma ligação recíproca), ( $L_R$ ), ou bidireccionais que existem numa rede, e a quantidade máxima que poderiam existir nas ligações que existem na rede ( $máx. L_R$ ). A reciprocidade é dada pela seguinte expressão:

$$R = \frac{L_R}{máx(L_R)} \quad (3.3)$$

A reciprocidade é uma medida exclusiva de redes direccionais, como anteriormente já mencionado. Por exemplo, na rede, Rede de Teste, a ligação entre o nó D e o nó E, é uma ligação direcciona, ou seja tem uma direcção, e vai de D para E, o que significa, no contexto, que o nó D conhece o nó E, mas o nó E não conhece o nó D, logo não é uma ligação recíproca. Entre o nó A e o nó I, é também, uma ligação direcciona, direcciona, mas neste caso é bidirecciona, logo é uma ligação recíproca. Na rede, Rede de Teste, existem 10 reciprocidades, ou seja, há 10 pares de nós onde as ligações entre eles são recíprocas. Apenas nas ligações entre os nós J e K, K e L e D e E, não existe reciprocidade (Figura 17), ou seja, há 3 ligações não recíprocas. O número máximo de reciprocidades que podem existir na rede é, quando todas as ligações presentes, entre dois nós, forem bidireccionais, e

para este caso, seriam de 13 ligações recíprocas. Atendendo a 3.3, a reciprocidade da rede, Rede de Teste, é de 0.769, (10/13), ou seja, de todas as ligações existentes na rede, cerca de 77 %, são ligações recíprocas. Tal como já mencionado anteriormente, a reciprocidade é fundamental, na determinação de inconsistências (incongruências), que possam existir numa rede. Por exemplo, para o caso da rede, Rede de Teste, que mapeia quem conhece quem, a ligação entre os nós K e L, é uma ligação não recíproca, o que indica que o nó K conhece o nó L, mas este não conhece o nó K.

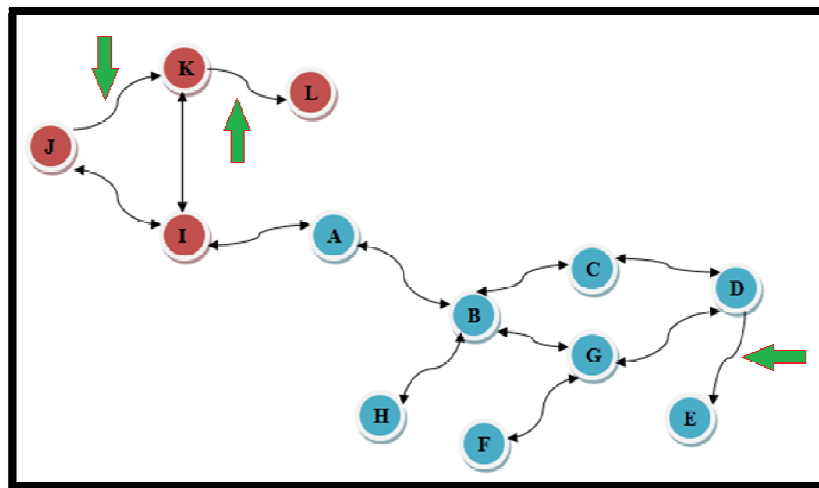


Figura 17. Ligações entre nós não recíprocas da Rede de Teste.

## Diâmetro

O diâmetro (admita-se  $D$ , como diâmetro) de uma rede é a maior distância geodésica encontrada entre dois nós. Na rede, Rede de Teste, o diâmetro é de 6 (Matriz 4), ou seja, maior distância geodésica (caminho mais curto entre dois nós), é de 6 ligações, e ocorre em 4 pares de nós; de D para L, de F, para L, de E para J e de K para, E. O diâmetro é indicador, da distância máxima a que se encontram os dois nós mais distantes entre si, da rede a que pertencem. Por hipótese, se a rede, Rede de Teste, estivesse ordenada em linha (Figura 18), o diâmetro seria de 11 ligações, ou seja, a maior distância geodésica, e ocorreria, quando o nó L quisesse alcançar o nó H. Neste caso, o nó L teria de passar por todos os restantes nós da rede até chegar ao nó H.

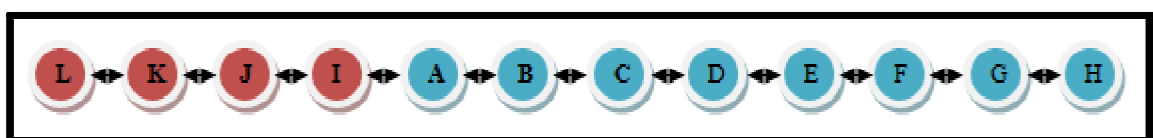


Figura 18. Rede de Teste em linha.

## Distância média

A distância média (admita-se  $d_m$  como distância média), ou distância geodésica média, é dada pelo quociente entre o somatório de todas as distâncias geodésicas da rede e o número de distâncias geodésicas da rede. Para redes não – direccionais, a distância média é dada pela seguinte expressão:

$$d_m = \frac{\sum d(n_i, n_j)}{g(g-1)} \quad (3.4)$$

E para redes direccionais, a distância média é dada pela seguinte expressão:

$$d_m = \frac{\sum d(n_i, n_j)}{[g(g-1)]-K} \quad (3.5)$$

Onde,  $d(n_i, n_j)$  é a distância geodésica entre um nó  $n_i$ , e um nó  $n_j$ , e  $K$ , é o número, de geodésicos inexistentes na rede, ou seja, o número de ligações inexistentes entre dois nós.

Para a rede, Rede de Teste caso rede não – direccional, a distância média é de 3.05 ligações (398/132), onde as distâncias geodésicas são dadas na matriz 5. Para a rede, Rede de Teste, a distância média é de 2.81 (310/ (132-22)), onde o valor de  $K$  é 22, o que corresponde ao número de ligações inexistentes entre dois nós da rede. A menor distância média numa rede (direccional e não – direccional), é de uma ligação, o que significa que, todos os nós, entre si estão a uma distância de uma ligação, ou seja, não existem nós intermediários no caminho entre dois nós (e para a rede direccional, ainda tem de existir reciprocidade entre todos os pares de nós). A maior distância média numa rede é determinada, seguindo o mesmo raciocínio que para a maior distância geodésica, como já visto no ponto anterior. Para o caso, da rede, Rede de Teste, a distância média, seria de 4.33 ligações. De acordo com CROSS & PARKER (2004), um valor aceitável para a distância média é de 2. Isto acontece quando um nó  $A$ , contacta um nó  $B$ , por exemplo, a pedir uma informação, e este nó  $B$ , não tem disponível essa informação, mas este, conhece um nó  $C$ , que pode dar esta informação, que o nó  $A$  necessita. Logo o número máximo de ligações que o nó  $A$  teve de percorrer para obter a informação pretendida foi de 2.

**Matriz 5: Distâncias geodésicas da Rede de Teste - Caso rede não - direccional.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	1	2	3	4	3	2	2	1	2	2	3
B	1	0	1	2	3	2	1	1	2	3	3	4
C	2	1	0	1	2	3	2	2	3	4	4	5
D	3	2	1	0	1	2	1	3	4	5	5	6
E	4	3	2	1	0	3	2	4	5	6	6	7
F	3	2	3	2	3	0	1	3	4	5	5	6
G	2	1	2	1	2	1	0	2	3	4	4	5
H	2	1	2	3	4	3	2	0	3	4	4	5
I	1	2	3	4	5	4	3	3	0	1	1	2
J	2	3	4	5	6	5	4	4	1	0	1	2
K	2	3	4	5	6	5	4	4	1	1	0	1
L	3	4	5	6	7	6	5	5	2	2	1	0

### Grau médio

Seja, para uma rede direccional ou não – direccional, o grau médio ( $\bar{d}$ ) de uma rede é uma estatística da média dos graus, sejam de entrada, saída, ou total, dos nós de uma rede, e é dado pelo quociente entre o somatório dos graus de cada nó da rede, pelo número total de nós na rede, onde este somatório equivale ao número total de ligações existentes na rede. O grau médio de uma rede é dado pela seguinte expressão:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^g d(n_i)}{g} = \frac{L}{g} \quad (3.6)$$

Por exemplo para ao caso da rede, Rede de Teste, seja caso – rede direccional, ou não direccional, o grau médio, ou grau médio de entrada e de saída é 1.92, (23/12). Ou seja em média um nó tem um grau de centralidade aproximadamente de 2 na rede.

### Conectividade

A conectividade ( $K$ ) de um grafo, ou rede, pode ser medida tendo por base a remoção de nós ou de linhas (ligações), ou seja, a conectividade de uma rede, é dada pelo número, mínimo de nós  $K$ , ou de linhas  $\lambda$  que são necessárias remover, para que a rede fique desconectada (componentes), ou com, nós isolados. Num grafo, o valor mínimo que  $K$  e  $\lambda$  podem ter é de 1, o que significa que basta apenas remover um nó, ou uma linha (ponte) para que a rede fique desconectada ou com, nós isolados, e o valor máximo que  $K$  pode ter, é de  $g-1$ . Para a rede da figura 11, o valor mínimo de  $K$ , 1, e os respectivos nós, são; K, I, A, B, G e D. Ou seja, basta

remover um destes nós, e a rede fica desconectada, ou com, nós isolados. O valor mínimo de  $\lambda$  para a rede, Rede de Teste é também 1.

A conectividade de uma rede indica o grau de fragilização, vulnerabilidade, e a dependência de um nó ou da ligação entre dois nós, em termos percentuais. Por exemplo, se numa rede  $X$ , o valor inicial de  $K$ , for 3, e após a remoção de um nó  $A$ , o valor de  $K$  descer para 1, então, a remoção desse nó, fez cair a conectividade da rede em 30 %.

### Díade

Uma díade consiste, num par de nós, e todas as possíveis ligações entre eles. Nas redes não – direccionais, uma díade apresenta apenas dois estados de ligação; ou está ligado, ou não está ligado. Ou seja, ou os nós estão ligados ou não estão ligados. Nas redes direccionais, uma díade pode apresentar quatro estados diferentes. Ou os nós, estão ligados de  $A$  para  $B$  e de  $B$  para  $A$ , e então a díade é chamada de mútua ou recíproca; ou os nós,  $A$ , e  $B$ , não estão ligados, e então a díade é chamada de nula; ou apenas existe uma ligação de  $A$  para  $B$  ou de  $B$  para  $A$ , e então a díade é chamada de assimétrica. Na rede, Rede de Teste há dez díades mútuas e duas díades assimétricas. O estado de uma díade em redes direccionais é de alta importância, especialmente para a determinação da coesão dessa rede, isto, quando a coesão da rede é quantificada na proporção de díades existentes nessa rede.

### Tríade

Uma tríade é um conjunto de três nós e de todas as possíveis ligações entre eles. Uma tríade tem quatro estados possíveis (Figura 19); zero ligações, uma ligação, duas ligações e três ligações. Na figura 19 são apresentados os quatro estados possíveis de uma tríade:

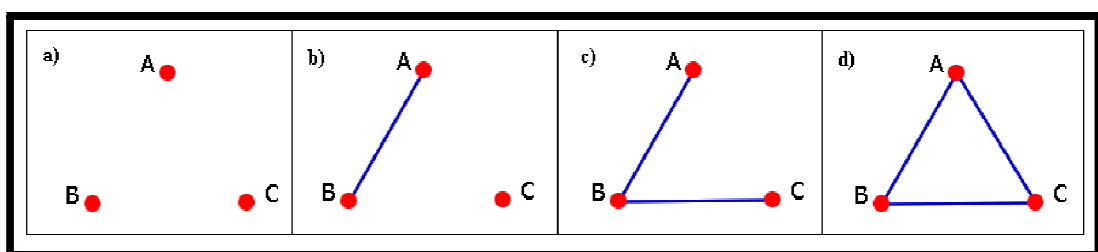


Figura 19. Quatro estados de uma tríade, rede não – direccional.

Onde:

- a) Zero ligações entre os nós A, B e C.
- b) Uma ligação, entre A e B.
- c) Duas ligações entre A e B.
- d) Três ligações (tríade completa), entre A, B e C.

Na rede, Rede de Teste (Figura 11), há uma tríade formada pelos nós I, K e J, e se houvesse uma ligação com origem no nó K, e com destino no nó J, a tríade seria completa. A identificação de uma tríade é de elevada importância numa rede para posterior identificação de cliques, assunto a ser estudado de seguida.

### **Clique**

Por definição, um clique é um subconjunto de três ou mais nós que são adjacentes entre si, e não há outros nós da rede que estejam adjacentes a todos os membros do clique. Um clique é um subconjunto, de uma rede, em que os nós que integram esse clique estão mais próximos entre si, tendo entre si ligações mais fortes do que para com outros nós da rede.

Em termos de relacionamentos sociais, por exemplo entre pessoas, não é difícil, encontrar cliques onde se partilham crenças, gostos, amizades entre outros atributos.

Numa rede pode haver nós que pertençam a mais do que um clique, e outros nós que não pertençam a nenhum clique.

Por exemplo, na rede, Rede de Teste, os nós I, K e J, poderiam formar um clique, pois, são pelo menos três, e seriam os três adjacentes entre si, caso existisse uma ligação de K, para, J, conforme anteriormente referido. De notar que se uma rede é totalmente descentralizada (mais a frente abordado), então só existe um clique na rede, que é formado por todos os integrantes dessa rede, ou seja, todos os nós são adjacentes entre si.

### **3.3.2 Métricas de centralidade e prestígio**

De seguida são abordadas, algumas das principais medidas de centralidade e prestígio, no que diz respeito ao seu cálculo e significado no contexto da análise das redes sociais.

## Centralidade de grau de entrada, saída e total de um nó

Em redes direccionais, a centralidade de grau de entrada de um nó, ou simplesmente o grau de entrada de um nó ( $d_I$ ), é dado pela quantidade de ligações que incidem sobre um determinado nó; o grau de saída de um nó ( $d_O$ ), é dado pela quantidade de ligações que saem desse nó para os outros nós da rede, e o grau total de um nó ( $d_T$ ), é dado pelo somatório do grau de entrada com o grau de saída.

Para redes não – direccionais, apenas faz sentido, falar em grau de um nó ( $d$ ), pois esse grau é grau de entrada, de saída e total simultaneamente. Por exemplo, na rede, Rede de Teste, o grau de entrada do nó D, é 2, o que representa, que o nó C, e o nó G, da Organização 1 conhecem o nó D, por sua vez o grau de saída do nó D, é 3, o que representa que o nó D conhece o nó C, G e o nó E. Para a Rede de Teste caso rede não – direccional, o grau do nó D, quer de entrada, saída e total é 3.

Normalmente, quando as redes são muito grandes, ou seja, têm um elevado número de nós e ligações, em vez de se utilizar o grau absoluto de um nó, quer seja entrada, saída ou total ( $d_I$ ,  $d_O$ ,  $d_T$ ), calcula-se um índice de centralidade ( $C'$ ), de entrada, saída e total. Este índice, tem uma vantagem, pois permite comparar redes de dimensões diferentes, e o seu valor mínimo é de zero e o máximo é de 1, e é dado pela seguinte expressão:

$$C'_D = \frac{d_I(n_i)}{g-1} \quad (3.7)$$

Por exemplo, para o nó D, e atendendo a 3.7, o valor do índice de centralidade, ou centralidade normalizada, de entrada é de 0.181, e de saída, é 0.273 e total é de 0.227,  $((0.181+0.272) / 2)$ . Para o mesmo nó D, caso rede não – direccional, o seu grau é de 0.273.

## Centralidade de proximidade de um nó

A centralidade de proximidade ( $C_C$ ) de um nó, (*Closeness Centrality*) indica o quanto um nó está no caminho mais curto entre os outros nós de uma rede, ou seja, é uma medida que quantifica a proximidade de um nó a todos os nós da rede. É uma medida da autonomia e velocidade das interacções de um nó na rede, o que quer dizer que, quanto mais próximo um nó estiver dos outros nós, mais rapidamente os contacta e evita elevados números de intermediários. A centralidade de proximidade de um nó é dada, pelo inverso do somatório das suas distâncias geodésicas, e é dada pela seguinte expressão:

$$C_C(n_i) = \left[ \sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]^{-1} \quad (3.8)$$

Esta medida é, por vezes, bastante preferida em detrimento do grau de centralidade de entrada de um nó, pois ela não tem apenas em conta as ligações directas a um nó, mas sim todas as ligações indirectas. Por exemplo para a rede, Rede de Teste da figura 11, a centralidade de proximidade do nó A, é dada pelo inverso do somatório de todas as suas distâncias geodésicas (Matriz 4), ou seja, as distâncias entre o nó A e todos os restantes nós, e tem o valor de 0.04. Para o caso da Rede de Teste não - direccional o seu valor é também de 0.440. Pelas mesmas razões que no ponto anterior, também aqui se determina um índice de centralidade de proximidade ( $C'_C$ ), onde o valor máximo é de 1 e o mínimo é de 0, que é dado pela expressão 3.9, e para o nó A tem o valor de 0.440.

$$C'_C(n_i) = \frac{g-1}{\left[ \sum_{j=1}^g d(n_i, n_j) \right]} = C_C(n_i)(g-1) \quad (3.9)$$

### Centralidade intermédia de um nó

A centralidade intermédia ( $C_B$ ), (*Betweenness Centrality*), é a medida de quanto um nó está entre os restantes nós. Os nós, que aparecem mais vezes nos caminhos mais curtos (geodésicos) entre dois nós, têm o maior valor de centralidade intermédia. A centralidade intermédia é dada pela seguinte expressão.

$$C_B(n_i) = \sum_{j < k} g_{jk}(n_i) / g_{jk} \quad (3.10)$$

Onde,  $g_{jk}(n_i)$  é o número de geodésicos, entre dois nós, que contêm o nó  $n_i$ , e  $g_{jk}$ , é o número de geodésicos entre esses dois nós.

Admitindo, agora que a comunicação numa rede passa sempre pelo caminho mais curto (geodésico) disponível entre dois nós, o grau de centralidade intermédio do nó  $n_i$  é a soma das probabilidades de entre todos possíveis pares de nós, em que no caminho mais curto entre  $n_j$  e  $n_k$ , apareça o nó  $n_i$ . Para determinar a centralidade intermédia absoluta de um nó  $n_i$ , basta contar o número de vezes que esse nó  $n_i$  aparece no geodésico entre dois outros nós  $n_j$ , e  $n_k$  de uma rede. O nó, ou os nós, que tenham o número mais elevado de repetições, é ou são os nós com maior centralidade intermédia na rede. O cálculo da centralidade intermédia tem consideração a existência de uma probabilidade de se escolher um dos caminhos mais curtos

possíveis entre quaisquer dois nós (distâncias geodésicas), sempre que estes existiam numa rede. Ou seja, sempre que existe mais que um caminho entre quaisquer dois nós de uma rede e que ambos os caminhos são caminhos geodésicos, então é calculada uma probabilidade (em função do número de caminhos possíveis), de qual o caminho que um nó tomaria para chegar ao outro nó. Dada a alguma complexidade desta medida de centralidade, de seguida exemplifica-se o cálculo da centralidade intermédia para o nó A.

Exemplo de cálculo da centralidade intermédia para o nó A:

- 1- Contar o número de vezes que o nó A aparece como intermediário num geodésico entre todos os pares de nós, com excepção do próprio nó A. Após essa contagem, verifica-se que o nó A aparece 51 vezes (Matriz 6), ou seja, por exemplo no geodésico entre o nó C e o nó I, o nó A aparece uma vez, no geodésico, entre o nó D e o nó K, o nó A aparece duas vezes.

**Matriz 6: Número de vezes que o nó A aparece como intermediário num geodésico.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
B	---	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
C	---	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
D	---	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
E	---	---	---	---	0	---	---	---	---	---	---	---
F	---	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
G	---	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
H	---	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
I	---	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0
J	---	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0
K	---	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0
L	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0

- 2- De seguida, consultar a matriz que contém o número de geodésicos que existem em toda a Rede de Teste (Matriz 3), e efectuar o somatório dos quocientes, entre o número de geodésicos, onde aparece o nó A, e quantidade de geodésicos entre esses dois nós em análise. Por exemplo, para os primeiros 4 termos vem:

$$C_B(A) = \left( \frac{\text{Matriz } 6_{(B,I)}}{\text{Matriz } 3_{(B,I)}} \right) + \left( \frac{\text{Matriz } 6_{(B,J)}}{\text{Matriz } 3_{(B,J)}} \right) + \left( \frac{\text{Matriz } 6_{(B,K)}}{\text{Matriz } 3_{(B,K)}} \right) + \dots + \left( \frac{\text{Matriz } 6_{(K,H)}}{\text{Matriz } 3_{(K,H)}} \right)$$

Substituindo por valores numéricos números, e de acordo com 3.10, vem:

$$\begin{aligned}
C_B(A) &= \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{2}{2} + \binom{2}{2} + \binom{2}{2} + \binom{2}{2} + \binom{1}{1} + \\
&+ \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{2}{2} \\
&+ \binom{2}{2} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{2}{2} + \binom{2}{2} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{2}{2} \\
&+ \binom{2}{2} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} + \binom{1}{1} = 45
\end{aligned}$$

E o valor de centralidade intermédia para o nó A é de 45. Tal como nos casos anteriores das medidas de centralidade, há um índice de centralidade intermédia ( $C'_B$ ), e para redes direccionais, é dado pela expressão 3.11, e para redes não – direccionais é dado pela expressão 3.12.

$$C'_B(n_i) = \frac{C_B(n_i)}{(g-1)(g-2)} \quad (3.11)$$

$$C'_B(n_i) = \frac{C_B(n_i)}{\left[\frac{(g-1)(g-2)}{2}\right]} \quad (3.12)$$

Concluindo, para o nó A, a centralidade o índice de centralidade intermédia é de 0.409 e de 0.509, para rede direccional e não – direccional, respectivamente.

### **Prestígio de um nó**

O prestígio ( $P$ ), de um nó, é dado pelo seu grau de entrada ( $P(n_i) = d_I(n_i)$ ). O prestígio é uma medida exclusiva de redes direccionais, pois este é determinado pelo grau de entrada de um nó. Este tipo de prestígio ( $P$ ) tem em conta, apenas as ligações directas que incidem num nó. Neste caso, um nó que tenha o maior número de ligações de entrada é considerado um nó com mais prestígio da rede.

### **Prestígio de proximidade de um nó**

Ao contrário do prestígio “simples” ( $P$ ), prestígio de proximidade ( $P_P$ ), tem em conta, as nomeações (ligações) indirectas, ou seja, não contabiliza apenas o grau de entrada de um nó. O cálculo do prestígio de proximidade, de um nó é dado pelo quociente, entre seu domínio de influência, pela distância média entre todos os nós no domínio de influência. A expressão de cálculo para o prestígio de proximidade é:

$$P_P(n_i) = \frac{I_i/(g-1)}{\sum d(n_j, n_i)/I_i} \quad (3.13)$$

Onde:

$I_i$  é número de nós no domínio de influência de um nó  $i$ . Concretamente é o número de nós que conseguem alcançar directa ou indirectamente o nó  $i$ . Todas as outras nomenclaturas já foram anteriormente explicadas. O domínio de influência de um nó numa rede direccionada é a proporção de nós ( $I_i/(g-1)$ ), que conseguem alcançar directa ou indirectamente esse nó.

Por exemplo, para a rede em estudo (Figura 11), todos os nós são alcançáveis, via directa ou indirectamente com a excepção para os nós E e L, que não respondem á rede, embora os restantes nós conseguem comunicar com eles. Logo em termos de domínio de influência, todos os nós (excepto os nós mencionados), têm o mesmo valor (9). O que varia aqui são as distâncias entre os nós, alcançáveis.

Exemplo de cálculo para nó A:

$I_A$  = Número de nós que conseguem alcançar A directa ou indirectamente = 9.

$d(n_j, n_A)$  = distância geodésica de um nó  $j$  (que consegue alcançar A) até A. Onde  $j = B, C, D, F, G, H, I, J$  e  $K$ .

**Tabela 11: Distâncias geodésicas entre nó A e restantes nós da Rede de Teste.**

Origem	Destino	Distância geodésica ( $d(n_j, n_A)$ )
B	A	1
C	A	2
D	A	3
F	A	3
G	A	2
H	A	2
I	A	1
J	A	2
K	A	2
<b>Total</b>		<b>18</b>

$$P_P(A) = \frac{\frac{9}{(12-1)}}{\frac{18}{9}} = 0.409$$

Na tabela 12 são apresentados por ordem decrescente, os resultados do prestígio de proximidade ( $P_P$ ), de acordo com 3.13, para todos os nós da rede, Rede de Teste:

**Tabela 12: Prestígio de proximidade para nós da Rede de Teste.**

Nó	$P_P$
B	0.460
A	0.409
G	0.368
C	0.335
I	0.334
H	0.307
D	0.283
F	0.263
J	0.254
K	0.245
E	--
L	--

### Ranking de Prestígio de um nó

Este tipo de prestígio, também conhecido como *Prestige Rank* ou *Score Prestige* ou ainda *Status Prestige*, classifica um nó, quanto ao seu prestígio na rede, em função do prestígio dos outros nós da rede, mais concretamente de quem o nomeia. Concretamente o prestígio de um nó vai depender do prestígio dos nós que o nomeiam e assim por diante. A seguinte expressão mostra como se determina o *Prestige Rank* ( $P_R$ ) de um nó da rede em função do prestígio dos outros nós.

$$P_R(n_i) = x_{1i} \cdot P_R(n_1) + x_{2i} \cdot P_R(n_2) + \dots + x_{gi} \cdot P_R(n_g) \quad (3.14)$$

Onde:

$P_R(n_i)$  = Rank Prestige de um nó  $n_i$ , da rede.

$x_{gi} = 1$  se existe uma ligação (nomeação) com origem em  $g$  para  $i$ .

$x_{gi} = 0$  se não existe uma ligação (nomeação) com origem em  $g$  para  $i$ .

$P_R(n_g)$  = Rank Prestige de um nó  $n_g$ , da rede, que se desconhece.

Ao tentar resolver directamente o sistema linear apresentado em 3.14, a única solução possível é uma solução nula, ou seja, todos os valores de  $P_R(n_i)$ , obtidos são zero. Por exemplo, para determinar o  $P_R$  de uma rede composta por três nós (Figura 20), seria necessário equacionar o seguinte:

$$Eq\ 1: P_R(A) = 1 \cdot P_R(B) + 0 \cdot P_R(C)$$

$$Eq\ 2: P_R(B) = 1 \cdot P_R(A) + 1 \cdot P_R(C)$$

$$Eq\ 3: P_R(C) = 1 \cdot P_R(A) + 0 \cdot P_R(B)$$

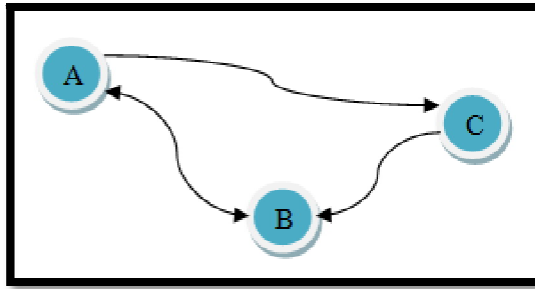


Figura 20. Exemplo de rede com 3 nós para determinar Prestige Rank.

As incógnitas neste sistema linear de equações são,  $P_R(A)$ ,  $P_R(B)$  e  $P_R(C)$ , ou seja os valores dos  $P_R$  de cada um dos nós.

Resolvendo o sistema linear de equações vem:

$$\begin{cases} P_R(A) = 1 \cdot P_R(B) \\ P_R(B) = 1 \cdot P_R(A) + 1 \cdot P_R(C) \\ P_R(C) = 1 \cdot P_R(A) \end{cases} \quad \begin{cases} P_R(A) = P_R(A) + P_R(C) \\ - - - \\ - - - \end{cases} \quad \begin{cases} P_R(C) = 0 \\ P_R(B) = 0 \\ P_R(A) = 0 \end{cases}$$

Neste caso as variáveis dependem umas das outras, logo a única solução possível é a solução nula. Mas apenas com uma análise visual ao desenho da rede constata-se que o nó B tem duas nomeações, e os restantes apenas têm uma, logo terá obrigatoriamente de haver diferenças entre os *ranks* dos nós A, B e C. Ou seja, o sistema acima enunciado pode ser apresentado na forma matricial da seguinte forma:

$$p = A^T \cdot p \tag{3.15}$$

Reescrevendo, vem:

$$(I - A^T)p = 0$$

Logo foi observado que esta igualdade é exactamente a mesma que se utiliza para quando se pretende determinar os valores e vectores próprios de uma qualquer matriz quadrada.

Onde:

$p$  = é um vector próprio associado a um valor próprio da matriz  $A^T$  (índices do  $P_R$ )

$I$  = matriz identidade

$A^T$  = matriz adjacente transposta

Assim o sistema apresenta mais soluções além da solução nula, sendo apenas necessário resolver o sistema, obtendo os seus valores e vectores próprios.

### Determinação dos valores e vectores próprios de uma matriz quadrada:

Segundo a definição de valor e vector próprio de um sistema (*Eigensystem*):

“O valor de  $\lambda$  é um valor próprio de uma matriz  $A$  se existir um vector não – nulo,  $v$ , tal que:

$$Av = \lambda v \quad (3.16)$$

Reescrevendo a igualdade de 3.16, vem:

$$(A - \lambda I) v = 0$$

Então neste caso  $v$ , é um vector próprio de  $\lambda$ .

#### Observações:

Para não se obter uma solução nula do vector  $v$ , então  $(A - \lambda I)$ , não pode ser invertível! Ou seja, o determinante de  $(A - \lambda I)$ , tem de ser igual a zero. Aplicando ao exemplo da figura 20, vem:

- Matriz de adjacência  $X$ , e matriz de adjacência transposta  $X^T$ :

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad X^T = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

De acordo com (4.16), vem, (ainda sem utilizar a matriz transposta de  $X$ ):

$$\left[ \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} - \lambda \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right] \times \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

- Cálculo da solução característica (raízes do polinómio característico):

$$\begin{aligned} p(\lambda) &= \text{determinante} \begin{bmatrix} (0 - \lambda_1) & 1 & 1 \\ 1 & (0 - \lambda_2) & 0 \\ 0 & 1 & (0 - \lambda_3) \end{bmatrix} \\ &= [ (0 - \lambda_1) \times (0 - \lambda_2) \times (0 - \lambda_3) ] + [ 1 \times 0 \times 0 ] + [ 1 \times 1 \times 1 ] \\ &\quad - [ 1 \times (0 - \lambda_2) \times 0 ] + [ (0 - \lambda_1) \times 0 \times 1 ] + [ 1 \times 1 \times (0 - \lambda_3) ] \\ &= -\lambda^3 + 1 + \lambda \end{aligned}$$

- Após alguma manipulação algébrica obtêm-se os seguinte valores de,  $\lambda$  (raízes do polinómio característico):

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 = 1.325 + 0.000i \\ \lambda_2 = -0.662 + 0.562i \\ \lambda_3 = -0.662 + 0.562i \end{bmatrix}$$

- Obtém-se uma raiz real positiva (a única que interessa para determinar vector próprio), e duas imaginárias. De seguida, determina-se o vector próprio associado á raiz real (valor próprio real):

$$\begin{bmatrix} (0 - 1.325_1) & 1 & 1 \\ 1 & (0 - 1.325_2) & 0 \\ 0 & 1 & (0 - 1.325_3) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -1.325_1 v_1 & 1 v_2 & 1 v_3 \\ 1 v_1 & -1.325 v_2 & 0 \\ 0 & 1 v_2 & -1.325 v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

- Efectuar a troca de variável, e assumir agora que  $v_3 = t$  vem:

$v_2 = 1.325t$  e de seguida,  $v_3 = t$  e  $v_1 = 1.755t$ , logo o vector próprio que constitui base da matriz é constituído por:

$$\begin{bmatrix} 1.755 \\ 1.325 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Efectuando a normalização de acordo com (3.17), obtém-se os índices de  $P_R$  para os 3 nós:

$$\text{Normalização} = \frac{v_i}{|v_i|} \quad (3.17)$$

$$\text{Índices de } P_R \text{ para os 3 nós: } \begin{bmatrix} 0.726 \\ 0.548 \\ 0.413 \end{bmatrix}$$

E estão encontrados os índices de  $P_R$  para os 3 nós (não normalizando a matriz  $X$ ).

Para o caso da normalização, o “truque”, é obrigar a que o maior valor próprio que se pode encontrar na matriz é de 1. Logo ao colocar essa restrição, estão-se a suprimir passos algébricos para determinar os valores próprios, pois o único que vai interessar é já determinado á partida que é o valor 1. Para isso é necessário proceder á normalização da matriz (por vezes existem ligeiras diferenças não substanciais para os valores de  $P_R$ ).

Após determinar a matriz transposta de  $X$ , segue-se a normalização da matriz, que não é mais do que a soma de cada coluna seja igual á unidade.

$$X^T(Norm) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1/2 & 0 & 1 \\ 1/2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

A necessidade de efectuar a transposta da matriz adjacente  $X$  prende-se com a obtenção sequencial correcta, do valor do  $P_R$  de cada nó. Neste caso como não foi efectua a transposta (como foi apenas para exemplificar a determinação dos valores e vectores próprios utilizando directamente a matriz  $X$ ), os resultados obtidos, vêm com uma sequência errada, ou seja, o maior valor de  $P_R$  vem para o nó A, o que não é verdade, pois vê-se perfeitamente no desenho da rede que o nó com maior  $P_R$  é o nó B (mas nem sempre é assim). Efectuando novamente os passos para determinar os valores e vectores próprios, mas agora trabalhando com a matriz adjacente transposta ( $X^T$ ), vão-se obter os mesmos valores de  $P_R$ , mas com a ordem correcta, e vem:

$$\begin{aligned} A &= 0.548 \\ B &= 0.726 \\ C &= 0.413 \end{aligned}$$

Logo o nó com maior  $P_R$ , é o nó B, de seguida e beneficiando da ligação que recebe de B, vem o nó A e por último o nó C. Após esta descrição de como determinar os valores e vectores próprios (*Prestige Rank*) segue a título de exemplo, um caso (*Caso Prestige Rank*) onde se pretende evidenciar a grande dependência do prestígio do nó que nomeia, para o nó que recebe essa nomeação. Em certos, como no caso apresentado a seguir, casos é mais determinante do que propriamente do grau de entrada de um nó.

### Caso Prestige Rank

O seguinte caso pretende ilustrar que nem sempre o nó com maior grau de entrada numa rede, é o que tem o maior  $P_R$ . Na figura 21, é apresentada a rede, Rede Prestige Rank.

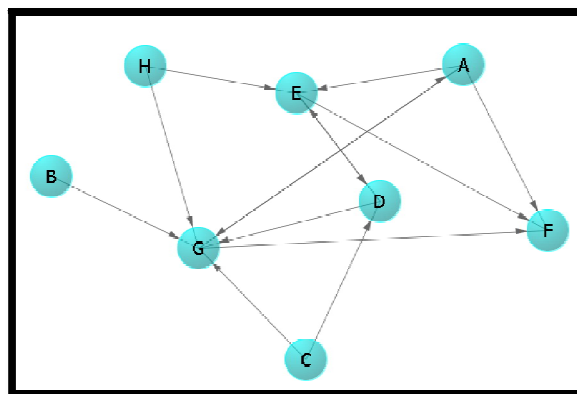


Figura 21. Rede Prestige Rank.

Na tabela 13, são apresentados os valores da centralidade de entrada, saída e total, e o  $P_R$ , para a rede, Rede Prestige Rank.

**Tabela 13: Centralidade de entrada, saída, total, e  $P_R$  para a Rede Prestige Rank.**

Nó	Grau de entrada ( $d_i$ )	Grau de saída ( $d_o$ )	Grau Total ( $d_T$ )	Grau de prestígio ( $P'_R$ )
A	1	3	4	0.293
B	0	1	1	0.000
C	0	2	2	0.000
D	2	2	4	0.293
E	3	2	5	0.378
F	3	0	3	0.737
G	5	2	7	0.378
H	0	2	2	0.000

Interpretação da Tabela 13 (aspectos principais):

- Apesar do nó G dominar o número de nomeações (5 nomeações), em relação aos outros nós, este não é o nó que tem maior grau de  $P_R$ . O nó com o maior grau de  $P_R$  é o nó F (3 nomeações) devido ao facto de ser nomeado pelos nós mais nomeados da rede, ou seja, os nós com mais prestígio  $P$ , d rede (nó G, e nó E).
- O nó F beneficia ainda, da nomeação feita pelo nó A, pois este é nomeado pelo nó com maior grau de entrada da rede (nó G).

Após aplicar este processo (acima enunciado), á rede que tem vindo a servir de apoio neste capítulo, são apresentados na tabela 14, os valores do  $P_R$  (por ordem decrescente), e do grau de entrada  $d_i$ .

**Tabela 14: Grau de entrada e grau de Prestige Rank para rede da Figura 21.**

Nó	Prestige Rank ( $P_R$ )	Grau de entrada ( $d_i$ )
B	0.624	4
G	0.444	3
D	0.305	2
C	0.275	2
I	0.271	3
A	0.263	2
H	0.167	1
F	0.158	1
K	0.148	2
E	0.109	1
J	0.097	1
L	0.079	1

Interpretação da Tabela 14 (aspectos principais):

- Verifica-se que o maior valor de  $P_R$  pertence ao nó B.

- De notar que o valor de  $P_R$  dos nós F e H são superiores ao valor de  $P_R$  do nó K, isto deve-se á nomeação que é feita do nó G para o nó H, e F, embora o grau de entrada do nó K ser superior (Tabela 14).

### Centralização de uma rede não – direccional

A centralização ( $C_D$ ) de uma rede não – direccional, mede a variabilidade, do índice de centralidade dos nós dessa rede. Essencialmente mede o quanto dependente a rede está da centralidade de um nó. Por exemplo, se uma rede tem um elevado valor de centralização, então, há nessa rede, um, ou mais nós com um desmesurado grau de centralidade relativamente aos restantes nós. A centralização de uma rede não – direccional, é dada pelo quociente do somatório das diferenças entre o grau de centralidade mais elevado na rede e os restantes graus de centralidade, dos restantes nós, e pelo somatório das diferenças máximas que poderiam existir na rede, caso ela fosse totalmente centralizada, ou seja, que existisse um nó apenas com o máximo grau de centralidade possível, e todos os restantes com o mínimo grau de centralidade possível, e é dada pela seguinte expressão:

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}{\text{Máx } \sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]} \quad (3.18)$$

Onde,  $C_D(n^*)$  é o maior valor de centralidade de um nó observado numa rede, e  $C_D(n_i)$ , é o grau de centralidade de cada nó da rede. E no caso deste tipo de redes, a expressão em denominador, pode ser ainda simplificado por  $(g-1)(g-2)$ , passando a expressão 3.18, a ficar:

$$C_D = \frac{\sum_{i=1}^g [C_D(n^*) - C_D(n_i)]}{[(g-1)(g-2)]} \quad (3.19)$$

Para a rede, Rede de Teste - caso rede não – direccional, a centralização é de 0.2, onde;  $C_D(n^*) = C_D(B) = 4$ , e de acordo com 3.19 vem:

$$C_D = \frac{(4 - 2) + (4 - 4) + (4 - 2) + \dots + (4 - 1)}{[(12 - 1)(12 - 2)]} = 0.2$$

### Centralização de grau de entrada e de saída de uma rede direccional

Da mesma forma que no ponto anterior, mas agora para o caso de redes direccionais, ou seja, distinguindo, o grau de centralidade de um nó, em grau de entrada e saída, a centralização de

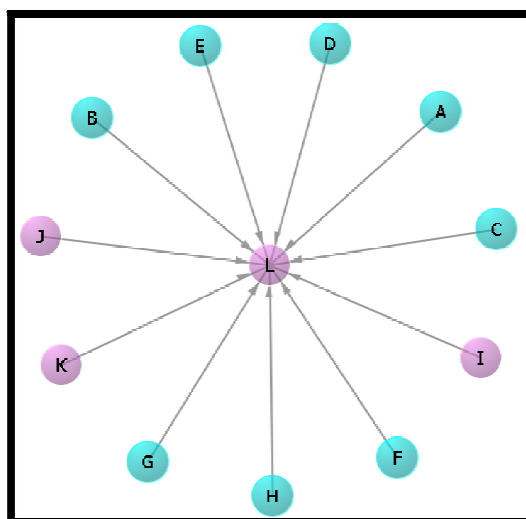
uma rede mede a variabilidade, dos índices de centralidade de entrada e de saída dos nós dessa rede, e é dada pela expressão 3.18. O raciocínio nestes tipos de redes é idêntico ao enunciado visto no ponto anterior, onde agora apenas se separa grau de entrada de grau de saída. De seguida exemplifica-se o cálculo da centralização de grau de entrada para a rede, Rede de Teste.

- 1- Em primeiro lugar, é necessário verificar qual o valor do maior grau de entrada que existe na rede. Verifica-se que é de 4, e pertence ao nó B.
- 2- De seguida calcula-se o somatório das diferenças, de acordo com a expressão 3.19.
- 3- Depois “imagina-se”, a rede com a maior possível centralização, ou seja, onde apenas um nó qualquer é detentor do maior grau de entrada, e todos os restantes têm o menor grau de entrada, que é zero (Figura 22).
- 4- Finalmente, de acordo com 3.18, determina-se a centralização da rede:

Exemplificando o cálculo para a centralização do grau de entrada, vem:

$$C_D(d_I) = \frac{(4 - 2) + (4 - 4) + (4 - 2) + (4 - 2) + (4 - 1) + (4 - 1)}{(11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0)} +$$

$$+ \frac{(4 - 3) + (4 - 1) + (4 - 3) + (4 - 1) + (4 - 2) + (4 - 1)}{(11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 0) + (11 - 11)} = \frac{25}{121} = 0.2066$$



**Figura 22. Rede de Teste – Caso direccional com centralização de grau de entrada máxima.**

A rede, Rede de Teste, tem uma centralização de grau de entrada de cerca de 21 %, o que é um valor relativamente baixo, logo significa que não há um nó, ou mais do que um nó, na

rede, com um desmesurado grau de entrada, em relação aos restantes nós. Um grau de centralização elevado numa rede, pode ser perigoso, e trazer consequências drásticas. Significa, que pelo menos um nó tem um elevado grau de centralidade, logo há uma grande dependência dos restantes nós para com esse nó, e se por acaso esse nó extremamente central for removido, a rede, corre o risco, no limite, de se “desintegrar”, ou seja, dividir em dois ou mais componentes, ou mesmo, em um conjunto de nós isolados (caso a centralização da rede seja máxima).

Após estarem caracterizados e quantificados os principais papéis que os nós, podem representar numa rede, procede-se á sua identificação na rede, Rede de Teste. Na tabela 15, são apresentados os três primeiros nós da rede, em função da classificação do seu potencial para representar os quatro papéis essenciais (*Central Connectors*, *Boundary Spanners*, *Information brokers* e *Peripheral People*).

**Tabela 15: Classificação final do potencial de "Key Players" dos nós da Rede de Teste.**

Potencial	Classificação	Nó	$C'_{DI}$	$C'_{DO}$	$C'_{DT}$	$C'_B$	$C'_C$
<i>Central Connector</i>	1º	<b>B</b>	<b>0.364</b>	<b>0.364</b>	<b>0.364</b>	0.545	0.478
	2º	<b>G</b>	<b>0.273</b>	<b>0.273</b>	<b>0.273</b>	0.250	0.407
	3º	<b>I</b>	<b>0.273</b>	<b>0.273</b>	<b>0.273</b>	0.345	0.379
<i>Boundary Spanner</i>	1º	<b>B</b>	0.364	0.364	0.364	<b>0.545</b>	0.478
	2º	<b>A</b>	0.182	0.182	0.182	<b>0.409</b>	0.440
	3º	<b>I</b>	0.273	0.273	0.273	<b>0.345</b>	0.379
<i>Information broker</i>	1º	<b>B</b>	0.364	0.364	0.364	0.545	<b>0.478</b>
	2º	<b>A</b>	0.182	0.182	0.182	0.409	<b>0.440</b>
	3º	<b>G</b>	0.273	0.273	0.273	0.250	<b>0.407</b>
<i>Peripheral People</i>	1º	<b>E</b>	<b>0.091</b>	<b>0</b>	0.045	0	0.083
	2º	<b>L</b>	<b>0.091</b>	<b>0</b>	0.045	0	0.083
	3º	<b>H</b>	<b>0.091</b>	<b>0.091</b>	0.091	0	0.333

Interpretação da Tabela 15 (aspectos principais):

- Por exemplo, no que diz respeito, ao papel de nós central ou conector, os nós B, G e I, são os que têm maior potencial para representar este papel, sendo que o nó B é o que dos três tem o maior potencial, logo é este nó, o nó *Central Connector* da rede.
- Além de ser um nó *central Connector*, este nó B, tem ainda o maior potencial de nó intermédio, ou seja, de *Boundary Spanner*, e também de *Information broker* (o que pode nem sempre ocorrer, ou seja, reunir as três características). Por exemplo, no que diz

respeito á centralidade de proximidade (nó *Information broker*), o nó A, tem um papel fundamental, pois o seu valor é muito próximo do valor do nó B.

- Os nós E, L e H, são considerados nós periféricos, pois são os nós que estão mais afastados de toda a rede, e em especial os nós E, e L, onde nem sequer comunicam para a rede, apenas recebem informação dos nós D e K respectivamente.

Na figura 23, estão identificados os nós da rede, Rede de Teste, em função da classificação obtida (Tabela 15) relativamente ao potencial que os 12 actores da Rede de Teste têm para desempenharem os papéis principais e secundários.

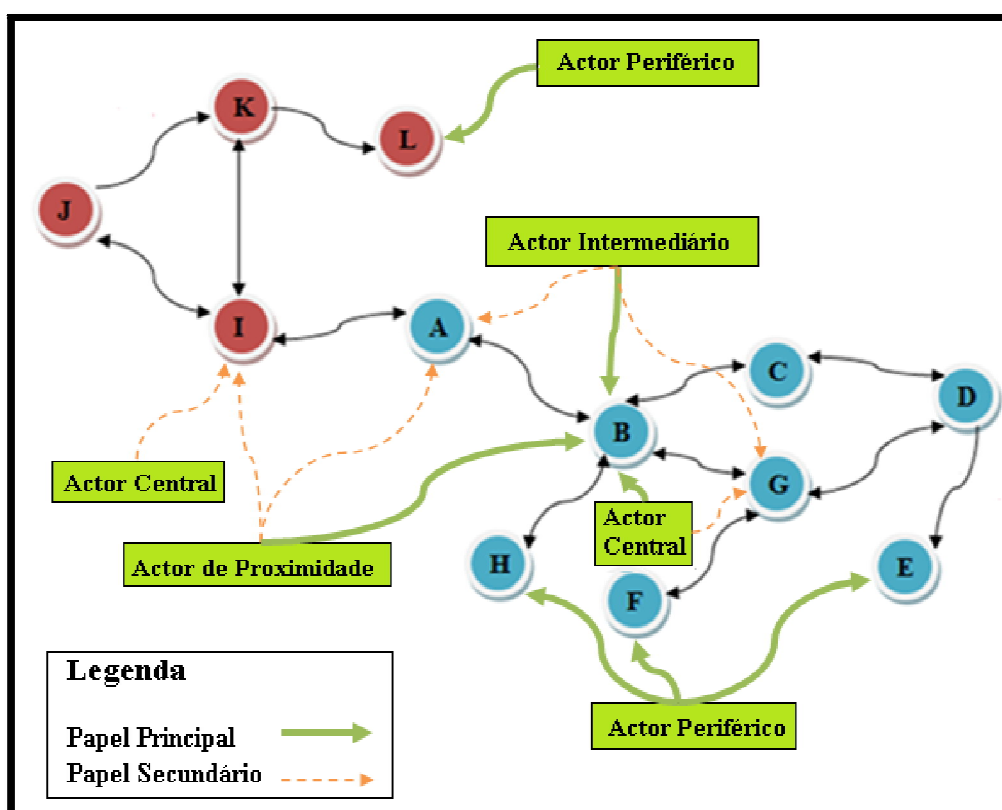


Figura 23. Principais papéis dos actores da rede, Rede de Teste.

Na tabela 16, é apresentado um resumo dos principais papéis dos actores de cada organização (Organização 1 e Organização 2) e do seu conjunto (Rede de Teste).

Tabela 16: Principais papéis dos actores de cada Organização e Rede de Teste.

Organização	Organização 1	Organização 2	Rede de Teste ( <i>Org. 1 + Org. 2</i> )
<b>Papel Principal</b>			
Actor Central	B	I	B
Actor Intermediário	B	K	B
Actor de Proximidade	G	J, I	B
Actor Periférico	H, F, E	L	H, F, E, L

Após a identificação dos actores principais, segue-se uma caracterização de cada um desses tipos (CROSS & PARKER, 2004).

- **Actores Centrais** (*Central Connectors*)
- **Actores Intermediários** (*Boundary Spanners*)
- **Actores de proximidade** (*Information Brokers*)
- **Actores periféricos** (*Peripheral People*)

### **Actores Centrais** (*Central Connectors*)

Normalmente, para a maioria das pessoas, quando analisa um grafo, as atenções viram-se essencialmente para quem tem o maior número de ligações (grau de entrada), ou seja, o mais central. A ideia, que imediatamente se forma, é por exemplo, a grande importância, que esses elementos têm para a organização, vendo apenas o lado positivo. Mas nem sempre é assim. Estes que têm um desmesurado número de ligações, em relação aos restantes nós da rede, podem não aguentar a pressão e ceder, e levando á rápida deterioração da rede e por vezes, a desconectar a rede, pois são nós que concentram por exemplo, muita informação ou conhecimento, e o fluxo que corre na rede tem tendência a afunilar neste tipo de nós. Isto pode levar a por exemplo ao não cumprimento de prazos, ou mesmo provocar tempos sem produtividade, de quem depende de uma indicação por parte destes nós. Normalmente, este tipo de nós divide-se em duas categorias: o herói não reconhecido (*The unsung hero*), e o gargalo (*The bottleneck*).

#### *O actor não reconhecido (The unsung hero)*

Na maior parte das vezes numa organização, e com grande surpresa, certas pessoas, são muito mais centrais do que alguma vez esperado e por vezes inocentemente. Estas pessoas desempenham um tipo de trabalho invisível, por exemplo, no que diz respeito, a responder directamente a pedidos de informação, envolver-se na resolução de problemas, fornecer apoio pessoal, servir de intermediários na comunicação, ou seja, estas pessoas representam um papel muito além do que oficialmente está definido na organização, e na maior parte das vezes não é reconhecido nem recompensado pelos responsáveis. Nestes casos, os responsáveis, devem reconhecer e encorajar e recompensar o valor do seu contributo na

organização, e ainda publicitar no seio da organização a importância desta pessoa, para que motive, outras pessoas a seguirem o exemplo.

### *O gargalo (The bottleneck)*

Por vezes, certas pessoas acabam por ser tão centrais numa rede, que elas acabam por atrasar o grupo de trabalho. Estas pessoas, normalmente são chamadas de gargalo de uma rede (*The bottleneck*). Pode haver dois tipos de *bottlenecks* numa rede.

O primeiro tipo de *bottleneck* diz respeito a pessoas, que propositadamente, procuram ser o centro nevrálgico do grupo, para terem, e manterem o controlo sobre a informação ou conhecimento que flui na rede. Nestes casos, os responsáveis devem tentar mudar o comportamento destas pessoas, ou mesmo realocar estas pessoas na organização, por exemplo, colocarem estas pessoas em equipas novas.

O segundo tipo de *bottleneck*, são pessoas que em função do crescimento exponencial do seu trabalho acabam por ter um papel central na rede, e ainda que trabalhem a um ritmo frenético, acabam inocentemente por atrasar o grupo. Normalmente, este tipo de pessoas têm funções executivas, ou de coordenação de grupos. Nestes casos, os responsáveis devem realocar responsabilidades, ou seja, libertar certas tarefas de peso inferior, ou onde essas pessoas são menos *experts*, para outras pessoas da organização, podendo mesmo essas outras pessoas serem colegas directos dessa pessoa. A métrica que caracteriza uma *Central Connector* é o seu elevado grau de entrada (*Centrality In-degree*).

### **Actores Intermediários** (*Boundary Spanners*)

Pessoas intermediárias, mais conhecido por *Boundary Spanners*, servem de ligação críticas, entre subgrupos de uma rede, ou mesmo entre duas redes diferentes, que podem estar definidas por tipo de função (departamentos tais como, financeiro, recursos humanos, engenharia, entre outros), localização geográfica (pisos de um edifício, cidades, países ou mesmo continentes) ou ainda entre níveis hierárquicos (administração, direcção, coordenação, chefias). Em alguns casos, haver apenas uma pessoa que sirva de intermediário entre dois subgrupos, é mais eficiente, do que se houvessem ligações excessivas entre esses dois subgrupos.

Pessoas *Boundary Spanners* têm um papel fundamental, quando existe a necessidade de partilhar diferentes tipos de conhecimentos, como por exemplo, no estabelecimento de

alianças estratégicas entre duas organizações diferentes, ou mesmo no desenvolvimento de produtos novos. No entanto este tipo de nos, têm tanto de bom como de raro, pois a maioria dos responsáveis (supostamente mais capacitados para servirem de intermediários), ou porque, não têm uma elevada amplitude de conhecimentos transversais sobre vários assuntos, ou não têm capacidade de relacionamento social ou mesmo os *skills* necessários para ser aceite por um vasto numero diferente de grupos ou subgrupos. Por exemplo, são poucos os elementos de uma rede de marketing, que são bem aceites no coração de uma rede de investigação e desenvolvimento, principalmente porque cada uma destas redes valorizam aspectos diferentes do seu trabalho. Através do uso da análise de redes sociais, os responsáveis, podem identificar locais estratégicos onde elementos *Boundary Spanners* são necessários, para fazer as ligações cruciais, como por exemplo ligações, a elementos centrais (*Central Connectors*) de outras redes, ou subgrupos de uma rede. Embora por vezes, alguns destes elementos (*Boundary Spanners*) não estejam visivelmente destacados, na rede ou subgrupo a que pertencem, estes mantêm uma localização crítica, pois promovem a conectividade dessa rede ou subgrupo, e muitas vezes a sua remoção origina o aparecimento de vários subgrupos ou no limite o aparecimento de componentes, e/ou elementos isolados. A métrica que mais caracteriza um nó *Boundary Spanner* é a centralidade intermédia (*Betweenness Centrality*).

### **Actores de proximidade** (*Information Brokers*)

Este tipo de elementos, normalmente promove a ligação entre vários subgrupos de uma organização, sendo por vezes mesmo críticos ao ponto que se for efectuada a sua remoção da rede, esta fragmenta-se. *Information brokers* são elementos que normalmente não têm o maior número de ligações de entrada, mas têm o maior número de ligações ao maior número de elementos diferentes na rede. Isto faz com que estes elementos estejam mais próximos de todos os outros elementos, quer directa ou indirectamente, do que os restantes elementos da organização a que pertencem. Estes elementos estão numa localização excelente para monitorizar a informação que flui numa rede e têm a melhor percepção geral do que se está a passar num determinado momento, na rede. A identificação deste tipo de elementos, através da análise de redes sociais, é preciosa, pois pode ajudar a organização a disseminar rapidamente, certos tipos de informação e promover a conectividade na rede. A métrica que mais caracteriza um elemento *Information broker* é a centralidade de proximidade (*Closeness Centrality*).

### **Actores periféricos** (*Peripheral People*)

Normalmente em todas as redes informais, sejam de elevada ou pequena dimensão, existem sempre elementos periféricos. Identificar estes elementos, é tão importante como identificar elementos centrais (*Central Connectors*). Muitas das vezes os *skills* e conhecimentos, dos elementos que estão na periferia não são aproveitados da forma mais eficaz, o que leva a concluir, estes elementos são recursos pouco utilizados na rede a que pertencem. Tal como para os elementos mais centrais de uma rede, aqui também é necessário interrogar, sobre como estes elementos (periféricos) afectam o grupo. Frequentemente, assume-se que elementos que trazem pouco valor a uma organização são elementos que estão na periferia, de uma rede informal. Mas será mesmo assim?

Por um lado, pode verdade, se por exemplo os skills, ou a personalidade de um destes elementos não se enquadrar na grupo a que pertence, e então neste caso, o melhor é mudar estes elementos para outros grupos onde estes possam integrar-se de forma mais eficaz. Mas na maior parte dos casos, os elementos identificados como periféricos numa rede informal, ou o são, ou por escolha própria (*Intentionally Peripheral*), ou não (*Stuck on the periphery*).

### *Preso na periferia* (*Stuck on the periphery*)

Normalmente, elementos novos numa organização, ficam localizados na periferia, quando analisada a rede informal, e não têm ideia de como se aproximar do centro dessa rede. São com estes elementos, onde se verificam os resultados mais rápidos de integração na rede, pois, estes estão motivados para se integrarem na rede. Uma das maneiras de integrar estes elementos, é coloca-los em projectos, junto a elementos mais experientes da organização. Desta forma, estes elementos alargam e optimizam o seu campo de conhecimentos necessários ao desempenho da sua função na organização e promove o aumento do grau de conhecimento de colegas de trabalho.

### *Intencionalmente periférico* (*Intentionally Peripheral*)

Os elementos que são periféricos por escolha por vezes são elementos considerados *experts*, em matérias vitais para a organização. Estes elementos, normalmente, não são tão eficazes quando de alguma forma são obrigados integrarem-se na organização, pois não é o seu habitat natural, acabando por vezes mesmo a ameaçar rescindir os seus contractos com a

organização. Por vezes, os responsáveis de uma organização não se apercebem da necessidade destes elementos se manterem periféricos para estarem integrados na rede. Nestes casos os responsáveis têm de criar condições para estes elementos, tão vitais para a organização, se manterem periféricos, ou seja, no ambiente onde estes se sentem integrados á sua maneira na rede. A métrica que caracteriza um nó *Peripheral People* é o baixo valor de grau de entrada (*Centrality In-degree*).

### **3.4 Conclusões**

Ao longo deste capítulo, foi feita uma introdução á teoria dos grafos (base matemática essencial da técnica de análise de redes sociais, como técnica de análise do risco em organizações), onde se ilustram os vários tipos de redes ou grafos, e o tratamento analítico destas.

São também apresentadas das principais métricas de coesão, centralidade e prestígio que se utilizam como base da técnica de análise do risco em organizações – análise de redes sociais, e detalhados os procedimentos de cálculo das mesmas, apoiando-se num exemplo de uma rede fictícia (Rede de Teste), criada propositadamente com o objectivo de detalhar o cálculo analítico, e assim entender qual a base que está por detrás, de uma software aplicado á respectiva área.

No próximo capítulo, é apresentado um caso de estudo, onde essencialmente se efectuou uma análise do risco de comunicação interna, e de execução de tarefas, por parte de um pequeno departamento de uma grande empresa. São aqui aplicadas as métricas que no capítulo anterior (presente capítulo) foram detalhadas, e interpretados os resultados no contexto do departamento. Por fim, apresenta-se os resultados obtidos, e enumeram-se algumas das medidas de melhoria ou correcção introduzidas após efectuada a respectiva análise.

## Capítulo 4 – Caso de estudo

### 4.1 Introdução

Neste capítulo pretende-se aplicar a técnica de análise de redes sociais a um pequeno departamento de uma organização. Por uma questão de confidencialidade, exigida pela administração desta organização, o nome desta não é revelado. A organização, passa então a chamar-se de Organização 1. Dentro da Organização 1, há vários grupos, sendo que um desses grupos (Grupo 1) é o responsável pelo suporte informático a toda a Organização 1. O Grupo 1 é o objecto de estudo desta análise. Dentro do Grupo 1, há 3 equipas; Equipa 1, Equipa 2 e Equipa 3. Todas as equipas do Grupo 1 encontram-se em localizações geográficas distintas (Local A, Local B e Local C) e têm como missão prestar suporte informático a um conjunto de 13 tarefas. Visto que neste grupo (Grupo 1), as relações entre pessoas são indispensáveis para o funcionamento do grupo, é adequado aplicar a técnica de análise de redes sociais para medir o grau de colaboração entre os elementos da organização, comunicação e execução de tarefas.

### 4.2 Objectivo

A necessidade de retenção de custos e o pouco tempo de permanência da grande maioria dos elementos que chegam ao Grupo 1 (cerca de 3 a 4 anos), levaram a administração a reformular o processo de formação dos novos elementos. Ao longo do período compreendido entre 2007 e 2011, o processo de formação tem vindo a sofrer alterações significativas em relação ao processo inicial, e é precisamente durante este período, que o grau de insatisfação do cliente final (toda a Organização 1, excluindo o Grupo 1), tem vindo a aumentar (Figura 24).

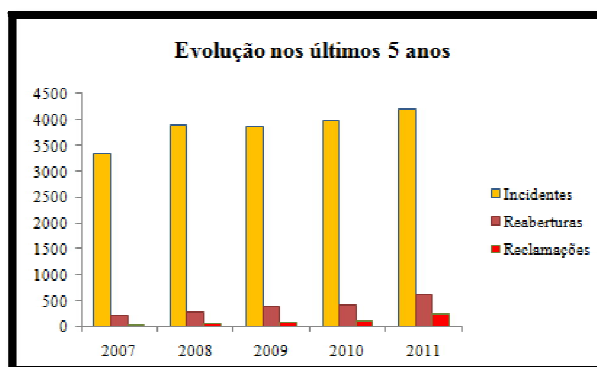


Figura 24. Evolução de incidentes, reaberturas e reclamações, (2007 a 2011).

A administração do Grupo 1, decidiu efectuar um estudo para tentar determinar qual a razão que poderá estar na origem do crescente grau de insatisfação. Este novo processo de formação, contrastando muito com o anterior, aposta essencialmente, na partilha de conhecimentos dos elementos mais antigos, para os elementos mais novos. Tal pressuposto, implica que o grau de comunicação entre os elementos novos e os mais antigos terá de ser elevado, ou pelo menos assim se espera. Será que é isso que está a acontecer? Pois é este o primeiro objectivo desta análise, determinar qual o actual grau de colaboração entre os elementos do Grupo 1.

Para determinar o actual grau de colaboração, é medido o nível de conhecimento (quem conhece quem?), e o nível de comunicação (quem comunica com quem?), entre os elementos do Grupo 1. A administração do Grupo 1, pretende ainda evitar que o conhecimento esteja apenas centrado num grupo de colaboradores, ou mesmo em um colaborador, ou seja, evitar a exclusividade de suporte a tarefas. Será que é isso que está a acontecer? Pois é este o segundo objectivo desta análise. Para determinar o grau de exclusividade de tarefas, é medido o nível dos conhecimentos (quem sabe o quê?), entre os elementos do Grupo 1.

Em suma (Figura 25), e com base no que é enunciado no capítulo 2, pretende-se identificar e quantificar o risco operacional e técnico, e por conseguinte o risco de negócio, identificando 3 categorias de risco (colaborador, tarefa e comunicação) com base no mapeamento de 3 redes (atribuição de tarefas, conhecimento e social).

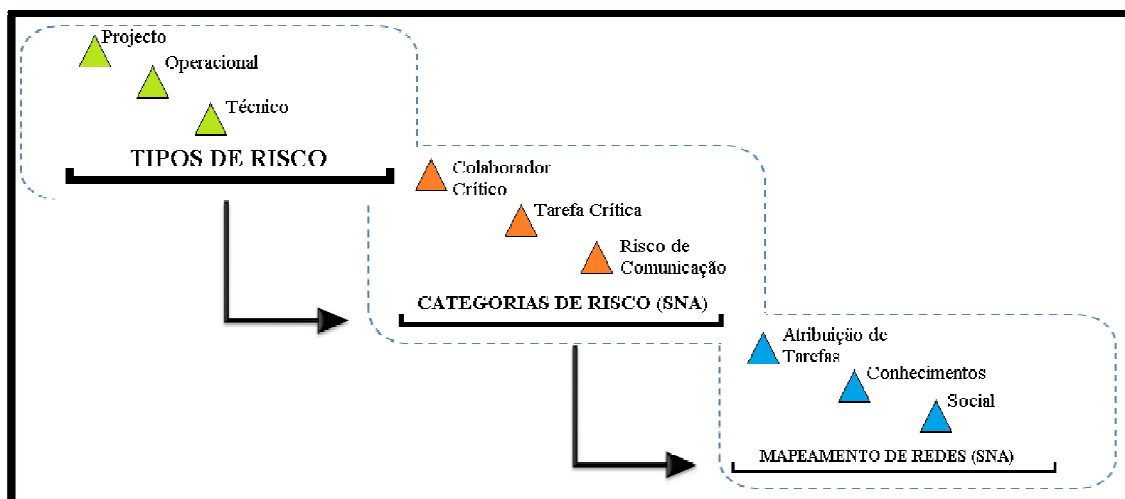


Figura 25: Objectivo do caso de estudo em termos esquemáticos.

### 4.3 Identificação do grupo estratégico – objecto de estudo

O grupo a analisar (Grupo 1) é composto por 21 elementos, que por sua vez estão divididos em 3 equipas (Equipa 1, Equipa 2 e Equipa 3). A Equipa 1 tem 8 elementos, a Equipa 2 tem 6 elementos e a Equipa 3 tem 7 elementos. Cada uma das equipas tem um chefe (assinalado na tabela 17 a cor amarela). O chefe da Equipa 3 acumula o cargo de responsável do Grupo 1. Todas as equipas têm a mesma função - prestar suporte informático ao um conjunto de 13 tarefas. Todas as equipas estão em locais geográficos diferentes, sendo que a Equipa 3 é a que está mais distante das outras duas. As antiguidades dos elementos, em função do tempo de empresa variam conforme tabela 17.

**Tabela 17: Antiguidades dos elementos do Grupo 1.**

Grupo 1																					
	Equipa 1								Equipa 2						Equipa 3						
Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Antiguidade	6	6	4	2	2	8	7	2	4	2	3	1	2	4	8	2	3	1	2	1	2

Ao analisar a tabela 17, verifica-se que há 11 elementos com antiguidade inferior a 3 anos, e 10 elementos com antiguidade superior ou igual a 3 anos de empresa. Elementos com menos de 3 anos de experiência são considerados elementos novos, e os restantes são considerados antigos. A Equipa 3 tem a maior percentagem de elementos mais novos do Grupo 1, cerca de 72%. A Equipa 1 tem a maior percentagem de elementos mais antigos, cerca de 63 %.

Para aprofundar mais o estudo entre as faixas de antiguidade, são definidas 3 classes de antiguidade além da classificação de elementos novos e antigos. Isto permite uma visão com maior detalhe, da interacção entre os elementos que acabam de chegar (dos 0 até aos 3 anos), com os que já têm alguma antiguidade (dos 3 até aos 6 anos), e com os que são considerados antigos (mais de 6 anos). Na tabela 18 são apresentadas as classes de antiguidade do Grupo 1.

**Tabela 18: Faixas de antiguidade do Grupo 1.**

Classes	Classificação	Elementos
[0, 3 [	Novos	11
[3, 6 [	Antigos	5
> 6	Antigos	5

#### 4.4 Recolha e tratamento da informação

A informação foi recolhida através de um questionário (Anexo A), lançado por e-mail a todos os elementos do Grupo 1, no período compreendido entre Julho e Agosto de 2012. Todos os elementos do Grupo 1 responderam ao questionário. O questionário é composto por duas questões:

**Questão 1** – *Contacto esta pessoa para pedir ajuda ou opinião sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia:*

**Questão 2** – *A pessoa, que eu acho mais capaz, de me ajudar a resolver tarefas de  $\langle T(n_i) \rangle$ , é:*

Com as respostas, obtidas á questão 1, é possível mapear três redes principais. A primeira a ser mapeada, é a rede de quem conhece quem, a segunda, quem comunica com quem, e a terceira, é quem não comunica com quem. Ainda, no que diz respeito á rede de quem comunica com quem, é possível, entrar em maior detalhe, e mapear três redes diferentes (Figura 26). A primeira, é a rede de quem comunica com quem raramente, segunda é, quem comunica com quem com alguma frequência, e a terceira é, quem comunica com quem com muita frequência. Com este nível de detalhe, pretende-se essencialmente, determinar qual o grau de comunicação predominante, entre todas as equipas (interna e externamente), e entre as faixas de antiguidade (novos com novos, novos com antigos, antigos com novos e antigos com antigos).

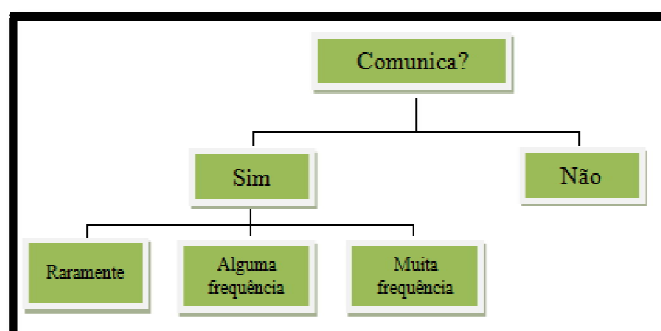


Figura 26. Graus de comunicação, para a rede de comunicação no Grupo 1.

No que diz respeito, á questão 2, é apresentado, aos participantes, uma matriz, onde estão presentes todos os elementos do Grupo 1, e as tarefas a que o Grupo 1 dá suporte (Anexo A). Neste caso, pretende-se que cada elemento, nomeie um ou mais elementos que sejam considerados potenciais ajuda, em função de cada tarefa. Aqui, pretende-se mapear a rede de

quem sabe oque. Após obter os resultados, do mapeamento da rede quem sabe oque, é possível, determinar o elemento crítico e a tarefa crítica. Aqui, um é elemento crítico, se for um elemento que tem total ou quase total exclusividade de suporte a uma ou mais tarefas, ou seja, se for apenas esse elemento a dar suporte a uma ou mais tarefas. Quanto às tarefas, uma tarefa é considerada crítica, quando tem o menor número de elementos a dar suporte. Este tipo de classificação (elemento e tarefa crítica), faz todo o sentido, pois como dito anteriormente, é objectivo da administração, que o suporte às várias tarefas, seja efectuado de forma transversal por todos os elementos do Grupo 1. O mapeamento desta rede, resulta numa rede de dois modos, tal como visto anteriormente em, pois relaciona entidades de duas naturezas diferentes (pessoas e tarefas).

Os softwares utilizados para mapear visualizar e quantificar os resultados das redes acima indicadas, foram:

- **ORA** (software de análise de redes, desenvolvido pelo departamento de investigação - CASOS, na universidade de Carnegie Mellon USA).
- **UCINET** (software de análise de redes, desenvolvido por Lin Freeman, Martin Everett e Steve Borgatti).
- Folha de cálculo **Excel 2010**.

Nos pontos seguintes, vão ser analisadas, as seguintes redes:

- Mapeamento e análise da rede – *quem conhece quem?*
- Mapeamento e análise da rede – *quem comunica com quem?*
- Mapeamento e análise da rede – *quem comunica com quem muita frequência?*
- Mapeamento e análise da rede – *quem sabe oque?*
- Análise aos graus de comunicação no Grupo 1.

#### 4.4.1 Mapeamento e análise da rede – *quem conhece quem*

Na figura 27, é apresentado o mapeamento da rede de conhecimento entre pessoas do Grupo 1 (*quem conhece quem?*). Conforme a legenda indica, cada equipa é representada por um conjunto de nós da mesma cor (Equipa 1 - azul escuro, Equipa 2- verde e Equipa 3- azul claro), o tamanho de cada nó indica a antiguidade de cada elemento e as hierarquias (chefia, chefia e responsável) estão identificadas com um formato diferente no nó. Todos os restantes, nós, são colaboradores.

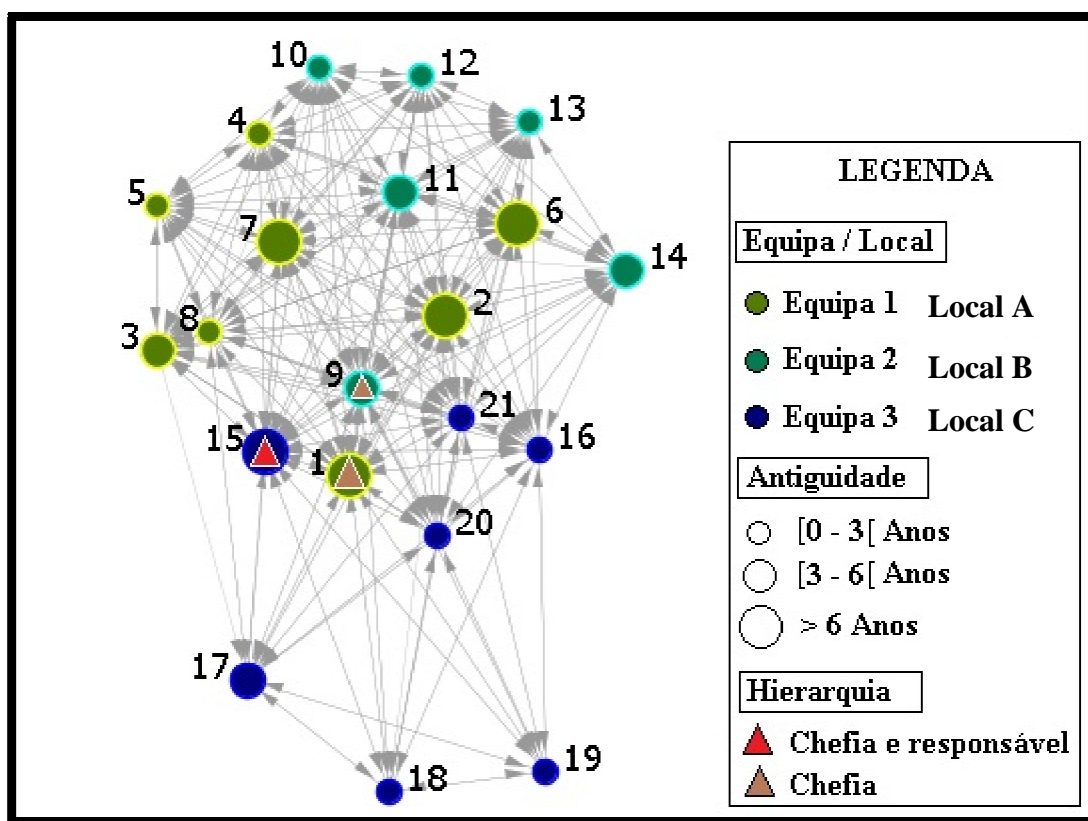


Figura 27. Mapeamento da rede de conhecimento de pessoas (quem conhece quem?).

Análise visual á rede da figura 27 (aspectos principais):

- O software (ORA) que é utilizado para desenhar a rede da figura 27 (e todas as outras redes abordadas neste capítulo), tem algoritmos, que em função do grau da centralidade de cada nó, organiza a rede de modo, a que os nós com maior centralidade fiquem no “núcleo duro” da rede, e os que têm menor grau de centralidade fiquem na periferia. Esta é uma das grandes vantagens, da utilização de software adequado á análise de redes sociais. Para este caso a arquitectura da rede permite imediatamente identificar nós

centrais (por exemplo os nós, 2, 9 e 21) e periféricos (por exemplo os nós, 17, 18 e 19), pois é uma rede relativamente pequena, (menos de 40 nós), (CROSS & PARKER, 2004).

- De notar, que a os nós com maior antiguidade ( $> 6$  anos), são mais centrais, ou seja, são os nós mais conhecidos da rede, tal como seria de esperar.
- As chefias (nós; 1, 9 e 15) ocupam também os lugares mais centrais da rede, o que é bastante positivo.
- Entre os nós periféricos (nós *Peripheral People*), os nós, 17, 18 e 19, são os nós, que mais se destacam, o que indica que são os nós menos conhecidos no Grupo 1. Para o caso dos nós 18 e 19 é natural que assim seja, devido á sua baixa antiguidade ( $[0 - 3[$  anos), mas para o nó 17, já não é tão natural, pois é um nó considerado antigo (Tabela 18).
- Por exemplo, a ligação entre os nós 5 e 3, é uma ligação recíproca, o que significa que o nó 5 conhece o nó 3, e vice-versa. Mas por exemplo, a ligação entre os nós 17 e 3, não é recíproca, ou seja, neste caso, o nó 3 conhece o nó 17, mas este, não conhece o nó 3, o que significa que, está-se perante uma incongruência, ao nível de conhecimento (*quem conhece quem?*) entre elementos do Grupo 1.
- Outra característica bastante visível diz respeito á localização das equipas. A Equipa 3, claramente, é a equipa mais periférica, no Grupo 1. A sua localização geográfica (Prt.) poderá estar a contribuir para este facto.

#### Análise quantitativa á rede da figura 27 (aspectos principais):

Na tabela 19, são apresentados os resultados, das principais medidas de centralização e coesão da rede da figura 27 (*quem conhece quem?*). Em função de um dos objectivos da administração do Grupo 1 (todos os elementos do Grupo 1 se conheçam entre si), são apresentados os valores reais e os valores que seriam os ideais.

**Tabela 19: Medidas de centralização e coesão (reais e ideais) para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?).**

Métrica	Valor real	Valor ideal
Centralização ( <i>R.n.d</i> )	0.195	0
Centralização <i>In-degree</i>	0.205	0
Centralização <i>Out-degree</i>	0.205	0
Densidade	0.810	1
Reciprocidade	0.954	1
Diâmetro	2	1
Distância média	1.190	1
Conectividade <i>K</i>	8	20
Grau médio	16	20

### Interpretação da tabela 19 (aspectos principais):

- A centralização da rede (*R.n.d.*), tem um valor relativamente baixo (19.5 %), o que significa, que não há nós com um desmesurado grau de centralidade, em relação aos restantes nós da rede, facto que é confirmado com o valor obtido para a centralização do grau de entrada e de saída, ambos relativamente baixos (20.5 %), comparados com o que seria ideal (0%), mas ainda assim são valores que estão longe do ideal.
- A rede possui uma densidade de 0.81, o que quer dizer que de todas as ligações possíveis na rede, 81 % estão presentes. O que de imediato indica quem nem todos os nós, do Grupo 1, se conhecem entre si.
- O grau de reciprocidade das ligações existentes na rede é de 95 %, o que confirma, a presença de não – reciprocidades, tal como já tinha sido verificado na análise visual. Ou seja, há casos em que um nó *A*, afirma que conhece um nó *B*, mas este diz que não conhece o nó *A*. É indicação que existem incongruências ou inconsistências nas respostas, e é necessário identificar os casos onde ocorrem.
- O diâmetro da rede tem valor 2, o que significa que, existe pelo menos um par de nós que não se conhece. Voltando á análise visual, é possível identificar pares de nós onde se confirma o valor do diâmetro, como por exemplo acontece entre os nós 19 e 14, ou entre os nós 17 e 5, onde não existe nenhuma ligação entre estes pares de nós. Esta conclusão é reforçada com o valor da distância média (1.190), o que significa que em média um nó está a uma distância superior a 1 de conhecer todos os restante nós da rede.
- O grau de conectividade *K* (caso rede não – direccional), indica o menor número de nós que é necessário remover para a rede ficar desconectada ou origine o aparecimento de nós isolados, e para esta rede tem valor 8. Comparando com o valor ideal (20), é um valor relativamente baixo, em função do objectivo da administração do Grupo 1 (todos os elementos do Grupo 1 se conheçam entre si).
- O grau médio, da rede, indica, que em média, cada nó conhece e é conhecido por 16 outros nós da rede. Comparando, com o valor ideal (20), há claramente um défice no que diz respeito ao grau de conhecimento entre elementos, do Grupo 1.
- Conclui-se, que não está cumprido um dos objectivos da administração do Grupo 1 (todos os elementos do Grupo 1 se conheçam entre si).

Na tabela 20, são apresentados os resultados das densidades de ligação entre equipas, e faixas de antiguidades, para o mapeamento da rede da figura 27 (*quem conhece quem?*).

**Tabela 20: Densidades de ligação entre equipas e antiguidades do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?).**

<b>Equipas</b>	<b>De</b> \ <b>Para</b>	<b>Equipa 1</b>	<b>Equipa 2</b>	<b>Equipa 3</b>
	<b>Equipa 1</b>	1	0.896	0.679
	<b>Equipa 2</b>	0.917	1	0.571
	<b>Equipa 3</b>	0.661	0.595	1
<b>Antiguidade</b>	<b>De</b> \ <b>Para</b>	<b>[0 – 3[Anos</b>	<b>[3 – 6[Anos</b>	<b>&gt; 6 Anos</b>
	<b>[0 – 3[Anos</b>	0.682	0.764	0.909
	<b>[3 – 6[Anos</b>	0.764	0.750	0.960
	<b>&gt; 6 Anos</b>	0.891	0.840	1
<b>Novos e Antigos</b>	<b>De</b> \ <b>Para</b>	<b>[0 – 3[Anos (Novos)</b>	<b>&gt; 3 Anos (Antigos)</b>	
	<b>[0 – 3[Anos (Novos)</b>	0.682	0.836	
	<b>&gt; 3 Anos (Antigos)</b>	0.827	0.890	

Interpretação da tabela 20 (aspectos principais):

- Todos os elementos de cada equipa se conhecem entre si, o que é natural, pois todos os elementos de cada equipa estão juntos na mesma sala.
- O mesmo não acontece, entre equipas. Por exemplo, da Equipa 1, para a Equipa 2, estão presentes 89.6 % ligações, o que significa, que há elementos na Equipa 1, que não conhecem elementos da Equipa 2, pois, 10.4 % das ligações da Equipa 1, para a Equipa 2, não existem. O mesmo se verifica, da Equipa 2 para a Equipa 1, onde, de todas as ligações possíveis (100 %), apenas estão presentes 91.7 %, mas ainda assim, um valor mais elevado, o que significa que os elementos da Equipa 2 conhecem mais elementos na Equipa 1, do que o inverso.
- Por exemplo, ao calcular a diferença (em módulo) da densidade de ligações que vai da Equipa 1 para a Equipa 2, e da Equipa 2 para a Equipa 1 ( $|0.896| - |0.917| = 0.21$ ), obtém-se um valor  $\neq 0$ , o que significa que uma das equipas (Equipas 2) conhece mais nós da outra equipa (Equipas 1) do que o contrário. Caso a diferença entre as densidades, seja = 0, significa que ambas as equipas, conhecem a mesma quantidade de nós, de uma para a outra.
- O maior valor da diferença entre densidades ocorre entre as equipas 2 e 3, e entre as equipas 1 e 2 ( $\approx 0.02$ ), o que significa que é aqui, onde existe a maior número de nós de uma equipa, que não conhece em proporção igual, nós da outra equipa.

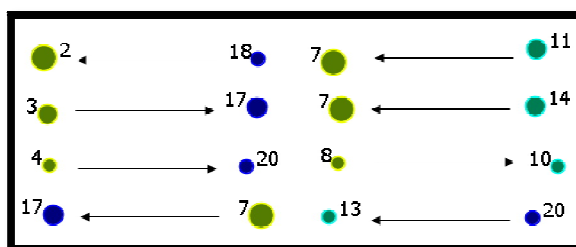
- A equipa, que mais conhece elementos de outra equipa é a Equipa 1 (soma da linha da respectiva equipa), ( $\approx 2,6$ ), e a equipa que menos conhece elementos de outra equipa é a Equipa 3 ( $\approx 2,3$ ). A equipa mais conhecida do Grupo 1, é a Equipa 1 (soma da coluna da respectiva equipa), ( $\approx 2,6$ ), e a menos conhecida é a Equipa 3 ( $\approx 2,3$ ).
- Entre faixas de antiguidade, tal como seria de esperar, os mais antigos ( $> 6$ anos) conhecem-se todos entre si. São também estes, os que mais nós conhecem, no Grupo 1 ( $\approx 2,7$ ), e os mais conhecidos ( $\approx 2,9$ ).
- Os nós mais novos ( $[0-3[$  anos), são os que menos se conhecem entre si, o que também é natural.
- No global, pode-se dizer que o público mais novo conhece bem o público mais antigo e vice-versa, pois não há nenhum valor abaixo de 0.5 entre essas duas faixas.

Após verificar que existem não – reciprocidades, entre todas as equipas do Grupo 1 (após a análise das densidades entre equipas), procede-se ao cálculo do grau de reciprocidade entre equipas, para determinar, entre que equipas, ocorre o maior número de inconsistências (Tabela 21).

**Tabela 21: Grau de reciprocidade entre equipas do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?).**

Equipas	Reciprocidade
Equipa 1 $\leftrightarrow$ Equipa 2	0.966
Equipa 1 $\leftrightarrow$ Equipa 3	0.955
Equipa 2 $\leftrightarrow$ Equipa 3	0.984

Após análise da tabela 21, conclui-se o que maior número de inconsistências ocorre entre as equipas 1 e 3, pois, é entre estas duas equipas, onde existe o menor grau de reciprocidade (0.955). De seguida, efectua-se uma análise com maior detalhe, com vista a identificar, entre que elementos do Grupo 1 ocorrem as inconsistências (Figura 28).



**Figura 28. Reciprocidade entre elementos do Grupo 1, da rede (quem conhece quem?).**

Interpretação da figura 28 (aspectos principais):

- Por exemplo, o nó 18 da Equipa 3, respondeu ao inquérito, dizendo que conhecia o nó 2 da Equipa 1, mas este, respondeu que não conhecia o nó 18.
- O maior número de não reciprocidades ocorre com o nó 7 (com 7 anos de antiguidade) da Equipa 1, com um total de 3 não reciprocidades.
- Verifica-se que o maior número de inconsistências (4) ocorre entre, os nós considerados antigos ( $> 3$  anos), logo de seguida pelos nós considerados novos ( $[0 - 3[$  anos), com 3 inconsistências, e por fim, entre os nós considerados, antigos e novos com uma inconsistência.
- A equipa onde ocorre o maior número de não reciprocidades é na Equipa 1, com um total de 5 nós com ligações não bidireccionais, de seguida a Equipa 2 com 4 nós não bidireccionais e por fim a Equipa 3 com 3 nós não bidireccionais.

Na tabela 22, são apresentados os resultados das principais medidas de centralidade (centralidade de entrada, saída, total, intermédia, e proximidade) para todos os elementos do Grupo 1, do mapeamento da rede (*quem conhece quem?*).

**Tabela 22: Principais medidas de centralidade para os elementos do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 27 (quem conhece quem?).**

Nós	Grau de entrada ( $C_{DI}'$ )	Grau de saída ( $C_{DO}'$ )	Grau total ( $C_{DT}'$ )	Centralidade intermédia ( $C_B'$ )	Centralidade de proximidade ( $C_C'$ )
<b>1</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>0.029</b>	<b>1.000</b>
2	0.950	0.900	0.925	0.013	0.909
3	0.850	0.900	0.875	0.006	0.909
4	0.800	0.850	0.825	0.003	0.870
5	0.800	0.800	0.800	0.002	0.833
6	0.850	0.850	0.850	0.003	0.870
7	0.900	0.750	0.825	0.005	0.800
8	0.700	0.750	0.725	0.004	0.800
<b>9</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>0.029</b>	<b>1.000</b>
10	0.800	0.750	0.775	0.002	0.800
11	0.800	0.850	0.825	0.003	0.870
12	0.800	0.800	0.800	0.002	0.833
13	0.800	0.750	0.775	0.001	0.800
14	0.700	0.750	0.725	0.001	0.800
<b>15</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>0.029</b>	<b>1.000</b>
16	0.950	0.950	0.950	0.026	0.952
17	0.550	0.550	0.550	0.005	0.690
18	0.400	0.450	0.425	0.000	0.645
19	0.400	0.400	0.400	0.000	0.625
20	0.850	0.850	0.850	0.020	0.870
<b>21</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>0.029</b>	<b>1.000</b>

Interpretação da tabela 22 (aspectos principais):

- Verifica-se, que as chefias (nós 1, 9 e 15, assinalados a amarelo na tabela 22) ocupam os lugares mais centrais na rede, pois são conhecidos por todos os elementos do Grupo 1 (grau de entrada = 1), e estes conhecem todos os elementos do Grupo 1 (grau de saída = 1), e também ocupam as melhores posições na rede quer ao nível da centralidade intermédia e de proximidade. São os nós com a maior capacidade de articulação na rede, o que é bastante positivo, dada a importância que representa para os objectivos da administração do Grupo 1.
- Os nós, 2 e 16, ocupam também posições de destaque, no que diz respeito às principais medidas de centralidade, com especial destaque para o nó 16 devido à sua baixa antiguidade (2 anos).
- De notar que o nó 21 da Equipa 3 é um nó bastante bem posicionado, estando ao mesmo nível das chefias, no que diz respeito a conhecimento de nós, embora tenha uma antiguidade bastante baixa (2 anos).
- Há ainda a referenciar os casos dos nós 17, 18 e 19, que são simultaneamente os menos conhecidos e que menos conhecem no Grupo 1 (tal como já foi identificado na análise visual), logo são considerados nós periféricos (*Peripheral People*).

#### **4.4.2 Mapeamento e análise da rede – quem comunica com quem**

De seguida (Figura 29), é apresentado o mapeamento da rede, quem comunica com quem, para pedir ajuda ou opinião sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia? Esta rede, pretende mapear todos os elementos que comunicam entre si no Grupo 1. Esta rede contém os 3 graus de comunicação (raramente, alguma frequência e muita frequência) no Grupo 1. Conforme a legenda indica, cada equipa é representada por um conjunto de nós da mesma cor (Equipa 1- azul escuro, Equipa 2- verde e Equipa 3- azul claro), o tamanho de cada nó indica a antiguidade de cada elemento e as hierarquias (chefia, chefia e responsável) estão identificadas com um formato diferente no nó. Todos os restantes, nós, são colaboradores.

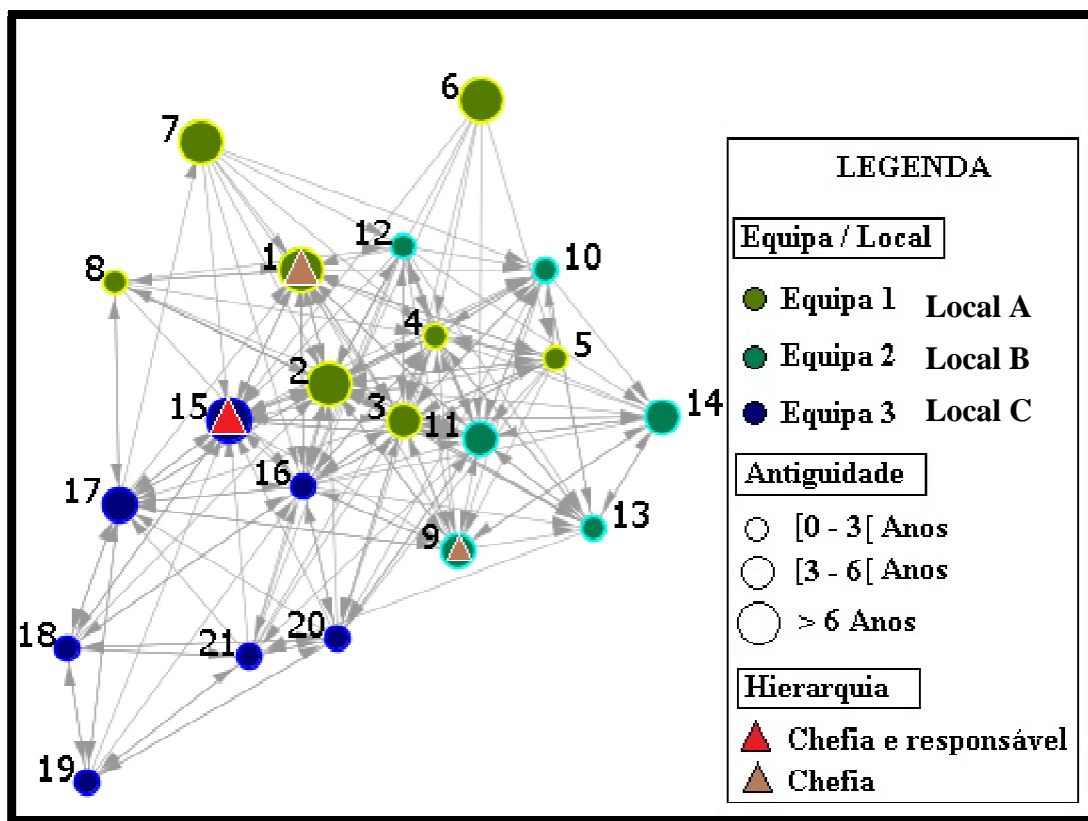


Figura 29. Mapeamento da rede de comunicação (quem comunica com quem?).

Análise visual á rede da figura 29 (aspectos principais):

- De imediato se verifica, que os nós 2, 3, 16 e 11, ocupam os lugares mais centrais desta rede, com especial destaque para os nós 16 e 11 com 2 e 3 anos de antiguidade respectivamente.
- Verifica-se que o nó 6, não tem qualquer ligação incidente (grau de entrada), o que significa que nenhum elemento do Grupo 1, contacta com este nó no para pedir ajuda ou opinião sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia.
- Claramente, se verifica que os nós 6, 7, 8 e 19, são periféricos no contexto desta rede, embora os nós 6 e 7 tenham das maiores antiguidades, 8 e 7 anos, respectivamente.
- Os nós, 15 e 1, (chefias) ocupam dos lugares mais centrais na rede.
- No global, verifica-se que a Equipa 3, é a equipa mais periférica na rede.

Análise quantitativa, á rede da figura 29 (aspectos principais):

Na tabela 23, são apresentados os resultados, das principais medidas de centralização e coesão da rede da figura 29 (*quem comunica com quem?*).

**Tabela 23: Cliques, medidas de centralização e coesão, para o mapeamento da rede da figura 29 (quem comunica com quem?).**

Métrica	Valor
Cliques	20
Centralização ( <i>R.n.d</i> )	0.361
Centralização <i>In-degree</i>	0.512
Centralização <i>Out-degree</i>	0.250
Densidade	0.461
Reciprocidade	0.481
Diâmetro	21
Distância média	1.558
Conectividade <i>K</i>	6
Grau médio	9

Interpretação da tabela 23 (aspectos principais):

- Existem 20 cliques nesta rede, ou seja, há pelo menos 20 casos, onde 3 nós ou mais têm todas as ligações entre si completas (mais á frente são identificados).
- A centralização de grau de entrada é bastante elevada (acima dos 50 %), o que significa que há um ou mais nós da rede com um valor de grau de entrada muito superior aos restantes nós, ou seja, há um ou nó, um grupo de nós que são muito escolhidos para prestar ajuda.
- A densidade desta rede é de 0.461, o que significa, que de todas as ligações possíveis, 46.1 %, estão presentes.
- Nas 46.1 % de ligações verificadas na rede, apenas 48.1 %, são recíprocas, o que é um valor bastante baixo, mas natural, devido ao contexto do mapeamento da rede, pois se um elemento *A*, pede ajuda a um elemento *B*, sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia, a probabilidade que este último peça ajuda ao elemento *A*, é naturalmente menor.
- O diâmetro da rede é 21, valor que é afectado pelo nó 6, pois é o único nó que tem grau de entrada zero. Caso se retire o nó 6 da rede, o diâmetro baixa para 3, o que significa que a distância máxima entre um par de nós é de 3, ou seja, há pelo menos um caso onde um nó está distante de outro nó, 3 ligações, o que equivale a ter dois nós intermediários.
- A distância média de 1.558, indica que no máximo em média, quando um elemento tem uma dúvida, ou um pedido de ajuda a fazer, demora 2 ligações a obter ajuda, ou seja, dentro da rede. Por exemplo, se o nó 14 tiver de contactar o nó 9 (chefe), a pedir ajuda sobre um determinado assunto de trabalho, e se o nó 9, não conseguir ajudar de imediato o nó 14, mas se este souber que o nó 17 o pode ajudar, então a distância máxima percorrida pelo nó 14, até obter ajuda foi de 2 ligações, ou seja a resposta ao pedido de

ajuda feito pelo nó 14, demorou duas ligações, sendo este um valor aceitável (CROSS & PARKER, 2004).

- A conectividade  $K$ , desta rede (considerando rede não – direccional) é de 6, o que significa que pelo menos, é necessário retirar 6 nós, para a rede se desconectar ou dar origem a nós isolados.
- O grau médio desta rede é de 9, o que indica que em média, um nó, contacta e é contactado por 9 nós.

Na tabela 24, são apresentados os resultados das densidades de ligação entre equipas, e faixas de antiguidades, para o mapeamento da rede da figura 29 (*quem comunica quem?*).

**Tabela 24: Densidades de ligação entre equipas e antiguidades do Grupo 1, para a rede da figura 29 (quem comunica com quem?).**

<b>Equipas</b>	<b>De</b> \ <b>Para</b>	<b>Equipa 1</b>	<b>Equipa 2</b>	<b>Equipa 3</b>
	<b>Equipa 1</b>	0.571	0.500	0.375
	<b>Equipa 2</b>	0.479	0.733	0.214
	<b>Equipa 3</b>	0.339	0.238	0.810
<b>Antiguidade</b>	<b>De</b> \ <b>Para</b>	<b>[0 – 3[Anos</b>	<b>[3 – 6[Anos</b>	<b>&gt; 6 Anos</b>
	<b>[0 – 3[Anos</b>	0.481	0.564	0.400
	<b>[3 – 6[Anos</b>	0.400	0.700	0.560
	<b>&gt; 6 Anos</b>	0.381	0.520	0.550
<b>Novos e Antigos</b>	<b>De</b> \ <b>Para</b>	<b>[0 – 3[Anos (Novos)</b>	<b>&gt; 3 Anos (Antigos)</b>	
	<b>[0 – 3[Anos (Novos)</b>	0.481	0.482	
	<b>&gt; 3 Anos (Antigos)</b>	0.391	0.578	

Interpretação da tabela 24 (aspectos principais):

- A equipa que mais comunica entre si é a Equipa 3, com 81 % de ligações presentes, logo seguida da Equipa 2, com 73.3 % de ligações, e por fim a Equipa 1, com 57.1 % de ligações.
- A equipa que mais comunica para o exterior, é a Equipa 1, ( $0.500 + 0.375 = 875$ ), e a equipa que menos comunica para o exterior é a Equipa 3 ( $0.339 + 0.238 = 0.577$ ).
- A equipa mais solicitada é a Equipa 1, ( $0.479 + 0.339 = 0.818$ ), seguida da Equipa 2, ( $0.500 + 0.238 = 0.738$ ) e por fim a Equipa 3 ( $0.375 + 0.214 = 0.589$ ), o que significa que a Equipa 1, tem mais conhecimentos do que as outras duas equipas, e estas tendem a procurar opinião ou ajuda na Equipa 1.

- Quanto às antiguidades, verifica-se que os mais novos tanto procuram os mais antigos como os mais novos para obter ajuda.
- De alguma forma como seria de esperar, os mais antigos têm tendência a comunicar mais, com os mais antigos do que com os mais novos.

Na tabela 25, são apresentados os resultados das principais medidas de centralidade (centralidade de entrada, saída, total, intermédia, e proximidade), e prestígio (prestígio de proximidade e *Prestige Rank*) para todos os elementos do Grupo 1, do mapeamento da rede da figura 29 (*quem comunica com quem?*).

**Tabela 25: Principais medidas de centralidade e prestígio, para os elementos do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 29 (quem comunica com quem?).**

Nós	Grau de entrada ( $C_{DI}$ )	Grau de saída ( $C_{DO}$ )	Grau total ( $C_{DT}$ )	Centralidade intermédia ( $C_B$ )	Centralidade de proximidade ( $C_C$ )	Prestige Rank ( $P_R$ )
1	0.600	0.400	0.500	0.021	0.377	0.247
2	0.950	0.650	0.800	0.087	0.435	0.385
3	0.850	0.700	0.775	0.065	0.444	0.352
4	0.750	0.500	0.625	0.032	0.400	0.299
5	0.350	0.450	0.400	0.007	0.392	0.165
6	0.000	0.350	0.175	0.000	0.000	0.000
7	0.050	0.400	0.225	0.002	0.385	0.022
8	0.150	0.400	0.275	0.005	0.392	0.082
9	0.450	0.450	0.450	0.014	0.400	0.210
10	0.500	0.400	0.450	0.012	0.370	0.238
11	0.750	0.550	0.650	0.048	0.408	0.331
12	0.300	0.600	0.450	0.013	0.417	0.128
13	0.450	0.350	0.400	0.010	0.377	0.223
14	0.350	0.350	0.350	0.002	0.364	0.171
15	0.750	0.450	0.600	0.039	0.400	0.275
16	0.750	0.650	0.700	0.072	0.435	0.259
17	0.500	0.450	0.475	0.081	0.400	0.195
18	0.300	0.350	0.325	0.009	0.385	0.113
19	0.200	0.300	0.250	0.002	0.370	0.067
20	0.400	0.500	0.450	0.032	0.408	0.164
21	0.300	0.450	0.375	0.024	0.400	0.116

Interpretação da tabela 25 (aspectos principais):

- Há claramente nós com um grau de entrada em destaque, o que reforça o valor da centralização de grau de entrada verificado anteriormente. Os nós 2, 3, 4, 11, 15 e 16, mas com especial destaque para os nós 2 e 3, pois têm um valor de grau de entrada bastante distante dos restantes nós da rede. Ainda especial destaque para os nós 4, 11 e 16, com 2, 3, 2, anos de antiguidade respectivamente, pois ocupam posições de destaque, o que indica uma preferência destes nós pelos restantes nós do Grupo 1.

- São estes nós também, que dominam os primeiros lugares quanto às restantes medidas de centralidade, e novamente em especial destaque os nós 2 e 3, onde o grau de  $P_R$  confirma a preferência por estes nós (pois há casos em que não basta ter o maior grau de entrada para ter o maior prestígio).
- Por exemplo, os nós 4, 11, 15 e 16 têm todos, o mesmo valor de grau de entrada (0.750), ou seja, o prestígio destes, em função do grau de entrada, é igual para todos, mas ao analisar o grau de  $P_R$  o prestígio destes altera-se significativamente. Sendo assim, o nó 11, é o nó que tem o maior valor de  $P_R$  (0.331), o que significa que este nó é nomeado por um ou mais nós da rede, que têm mais prestígio (mais grau de entrada) do que os nós, que nomeiam por exemplo os nós; 16, 15 e 4, com  $P_R$ , 0.259, 0.275, 0.299 respectivamente.
- Os nós 2 e 3, em função dos seus valores, de grau de entrada, são considerados, *Central Connectors*. Sendo assim é necessário verificar com maior detalhe a importância destes nós na rede, pois podem estar a comportar-se como *Botlenecks*.
- O nó 3, apresenta o maior grau de centralidade de proximidade (0.444), logo é este o nó com o maior acesso aos restantes nós, sendo por isso ser considerado como um *Information broker*, logo de seguido pelos nós 2 e 16 com 0.435 para ambos.
- O nó 2 apresenta o maior grau de centralidade intermédia (0.087), logo é considerado um nó *Boundary Spanner*, logo seguido pelo nó 17 com 0.081.
- De notar, os baixos valores das chefias, quanto às principais medidas de centralidade, com especial destaque para o nó 9, com um índice de grau de entrada de 0.450, o que significa que são nós pouco solicitados para obter ajuda.
- Também os nós 6, 7, 8 e 19 ocupam posições bastante distantes (abaixo) dos restantes nós do Grupo 1, com especial destaque para o nó 6, onde o índice de grau de entrada é zero. Tendo em conta a antiguidade destes nós (excluindo o nó 8 e 19), 8 e 7 anos de antiguidade respectivamente, será necessária uma análise mais detalhada para tentar perceber qual a razão, que leva estes nós, a situarem-se na periferia.

Sabendo que o Grupo 1 sofre de uma elevada rotatividade, por parte dos elementos integrantes, ou seja, em média, as pessoas ficam no Grupo 1 cerca de 3 a 4 anos, pode-se efectuar uma simulação, para determinar a importância que alguns elementos mais centrais têm na rede de quem comunica com quem a pedir opinião ou ajuda sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia.

Na tabela 26 estão os resultados dessa simulação, divididos em dois grupos principais; **A** (os nós com valor mais elevado de centralidade de proximidade, intermédia e de entrada do

Grupo 1), e **B** (o nó com valor mais elevado de centralidade de proximidade, intermédia e de entrada de cada uma das 3 equipas).

**Tabela 26: Resultados obtidos para as medidas de coesão, após a remoção dos 3 nós com o valor mais elevado de centralidade de proximidade, intermédia, e de grau de entrada, no Grupo 1, e em cada equipa.**

		Antes da remoção						Após a remoção					
	Métrica / Nós	$\Delta$	$R$	$d_m$	$D$	$K$	$\bar{d}$	$\Delta$	$R$	$d_m$	$D$	$K$	$\bar{d}$
<b>A</b>	$(C_C')$ (3,2,16)	0.461	0.481	1.558	3	6	9	0.356	0.397	1.558	3	4	5
	$(C_B')$ (17,2,16)							0.395	0.440	1.654	3	3	6
	$(C_{D'})$ (2,3,4)							0.366	0.383	1.685	3	4	5
<b>B</b>	$(C_C')$ (3,16,12)							0.398	0.470	1.651	3	5	6
$(C_B')$ (17,2,11)	0.395							0.407	1.632	3	4	6	
$(C_{D'})$ (2,11,5)	0.408							0.420	1.644	3	4	6	

**NOTA:** devido ao facto de o nó 6, não ter nenhum grau de entrada, o diâmetro da rede seria sempre a diferença entre o número total de nós, e o número de nós retirados, sendo que desta forma a representatividade do diâmetro era inconclusiva, daí que, apenas para o cálculo do diâmetro, o nó 6 é removido da rede.

Interpretação da tabela 26 (aspectos principais):

- Vê-se claramente, e em especial para os valores da densidade e reciprocidade, o impacto que estes nós têm na rede. Por exemplo, para o caso da densidade, removendo os nós com maior valor de centralidade intermédia do Grupo 1 (nós, 3, 2 e 16), fazem cair a densidade de ligações em cerca de 23 %.
- Para a reciprocidade, nota-se o maior impacto quando se removem os nós com maior valor de centralidade de grau de entrada do Grupo 1 (nós, 2, 3 e 4), onde se verifica uma redução cerca de 21 %.
- Todas as restantes medidas, não sofrem alterações significativas, á excepção do grau médio, que em média desce 3 graus.

Na tabela 27, são apresentados quais os nós que mais e menos comunicam para dentro e fora da equipa a que pertencem.

**Tabela 27: Classificação dos 3 primeiros nós quanto, ao nível da comunicação interna e externa.**

<b>Equipa 1 (grau de saída)</b>					
<b>Mais comunicador</b>			<b>Menos comunicador</b>		
<b>Classificação</b>	<b>Dentro da sua equipa</b>	<b>Para fora da sua equipa</b>	<b>Classificação</b>	<b>Dentro da sua equipa</b>	<b>Para fora da sua equipa</b>
1º	8	3	1º	1	6
2º	3	2	2º	7	7
3º	6	4, 5	3º	5	5, 8
<b>Equipa 2 (grau de saída)</b>					
<b>Mais comunicador</b>			<b>Menos comunicador</b>		
<b>Classificação</b>	<b>Dentro da sua equipa</b>	<b>Para fora da sua equipa</b>	<b>Classificação</b>	<b>Dentro da sua equipa</b>	<b>Para fora da sua equipa</b>
1º	12	11	1º	14	13
2º	11	12	2º	13	9
3º	10	9, 10	3º	19	12, 14
<b>Equipa 3 (grau de saída)</b>					
<b>Mais comunicador</b>			<b>Menos comunicador</b>		
<b>Classificação</b>	<b>Dentro da sua equipa</b>	<b>Para fora da sua equipa</b>	<b>Classificação</b>	<b>Dentro da sua equipa</b>	<b>Para fora da sua equipa</b>
1º	18	16	1º	15	18, 17
2º	20	15, 17	2º	16	20
3º	19	20	3º	17	15, 21

Interpretação da tabela 27 (aspectos principais):

- Na Equipa 1, os nós 2, 3, 4 e 5, são os nós com o maior valor de grau de saída para as duas outras equipas do Grupo1, ao passo que os nós 5, 6, 7 e 8 são os que menos comunicam para o exterior e ainda para dentro da sua equipa excluindo o nó 8.
- Na Equipa 2, os nós 9, 10, 11 e 12, são os nós que mais comunicam para o exterior, e os nós 9, 12, 13 e 14, são os que menos comunicam para fora da Equipa 2.
- Na Equipa 3, os nós 15, 16, 17 e 20, são os que mais comunicam para o exterior, e os nós 15, 17, 18, 20 e 21, são os que menos comunicam para o exterior. De notar que para esta ultima equipa, os nós 15, 17 e 20, estão nos três primeiros lugares, mas em posições diferentes, pois não era possível ser o mais e menos comunicador para o exterior em simultâneo.

## Cliques

Nesta rede (Figura 29) há 20 cliques (Tabela 28). Para formar um clique, são necessários pelo menos 3 nós, com ligações completas entre si, o que significa que num clique podem existir mais do que 3 nós, desde que as ligações entre todos os que nele participam sejam completas.

**Tabela 28: Cliques do mapeamento da rede da figura 29 (quem comunica com quem?).**

Clique nº	Nós participantes	Qt. Nós	Nó	Participação
1	2, 3, 4, 10, 11, 13	6	1	3
2	2, 3, 4, 11, 12	5	2	11
3	2, 3, 4, 11, 15	5	3	11
4	2, 3, 4, 5, 16	5	4	4
5	1, 2, 3, 5, 16	5	5	2
6	1, 2, 3, 11, 15	5	6	0
7	2, 3, 9, 16	4	7	0
8	1, 2, 8	3	8	2
9	2, 8, 17	3	9	3
10	2, 9, 16, 17	4	10	1
11	2, 15, 17	3	11	6
12	3, 11, 13, 14	4	12	1
13	3, 9, 14	3	13	2
14	16, 17, 18	3	14	2
15	15, 17, 18	3	15	4
16	17, 18, 19	3	16	7
17	18, 19, 20, 21	4	17	6
18	16, 18, 20	3	18	5
19	3, 16, 20	3	19	2
20	3, 11, 20	3	20	4
			21	1

Interpretação da tabela 28 (aspectos principais):

- O clique nº 1 é o clique onde há o maior número de nós participantes (6 nós).
- Os nós que aparecem em mais cliques são os nós 2 e 3 da Equipa 1, pois aparecem em 11 dos 20 cliques da rede.
- Os nós 11, 16, e 17, estão presentes em 6, 7 e 6 cliques respectivamente.
- Os nós 6 e 7 não se encontram, em nenhum dos 20 cliques.
- Há 5 cliques (14, 15, 16, 17 e 18) onde os nós, são apenas da Equipa 3, e 1 clique (8), onde os nós são apenas da Equipa 1.
- Não existe nenhum clique formado apenas por nós da Equipa 2.
- Não existe nenhum clique na rede, formado apenas pela Equipa 2 e pela Equipa 3.

- De todos os nós que participam nos 20 cliques, 43% são nós da Equipa 1, 19 %, são nós da Equipa 2, e 38 %, são nós da Equipa 3.

#### 4.4.3 Mapeamento e análise da rede – *quem comunica com quem com muita frequência*

Na figura 30, é apresentado o mapeamento da rede de quem comunica com quem com muita frequência, para pedir ajuda ou opinião sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia.

Ao efectuar a análise a esta rede, pretende-se essencialmente determinar entre quem ocorre este tipo de comunicação, ou seja, se é entre nós da mesma equipa ou de equipas diferentes, e ainda se todas as equipais têm nós que praticam este grau de comunicação. Sendo possivelmente, a rede onde há mais conhecimento a fluir, pretende-se posteriormente que estes elementos venham a contribuir com um peso elevado para a elaboração de documentos (instruções de trabalho detalhadas), com vista a uniformizar uma plataforma de acesso á informação por parte dos restantes elementos do Grupo1. Conforme a legenda indica, cada equipa é representada por um conjunto de nós da mesma cor (Equipa 1 - azul escuro, Equipa 2 - verde e Equipa 3 - azul claro), o tamanho de cada nó indica a antiguidade de cada elemento e as hierarquias (chefia, chefia e responsável) estão identificadas com um formato diferente no nó. Todos os restantes, nós, são colaboradores.

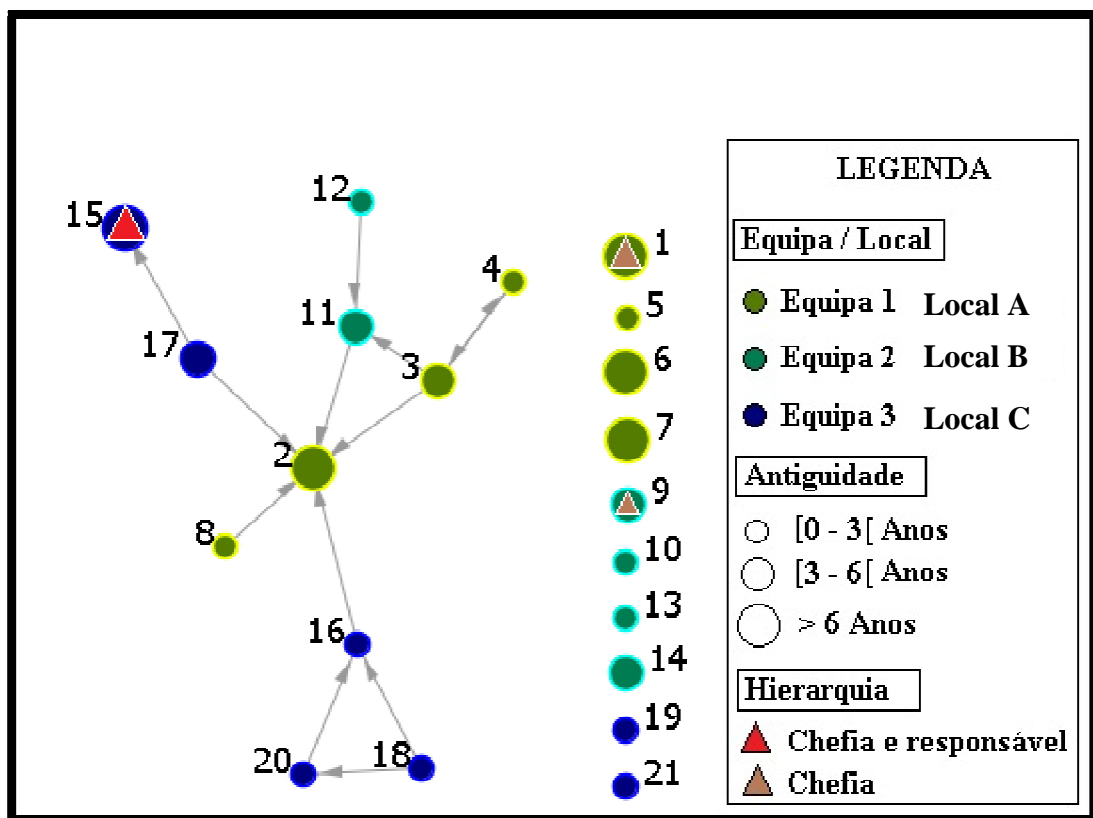


Figura 30. Mapeamento da rede (quem comunica com quem, com muita frequência?).

### Análise visual á rede da figura 30 (aspectos principais):

- Há 10 nós isolados, ou seja, estes 10 nós, não praticam o grau de comunicação – muita frequência. Os nós, 2, 3, 4, 8, 11, 12, 15, 16, 17, 18 e 20, (cerca de metade dos elementos do Grupo 1), participam na rede, de quem comunica com quem com muita frequência.
- O nó 2 da Equipa 1 é o nó mais central desta rede, no que diz respeito ao grau de entrada (5). O nó 2 não tem nenhuma ligação de saída, o que significa que não comunica com ninguém nesta rede, embora seja o nó mais solicitado para comunicar. Logo está-se perante o caso de um nó com elevado prestígio.
- A remoção do nó 2 origina a desconexão de toda a rede, ficando esta dividida em 3 componentes e um nó isolado.
- Nesta rede, a Equipa 2 é a que está menos presente, tendo apenas 2 nós (11 e 12). A Equipa 1 tem 4 nós e a Equipa 3 tem 5 nós.
- Apenas uma das chefias (chefia e responsável do Grupo 1), (nó 15), aparece mapeada nesta rede.
- O nó 15 (chefia e responsável), da Equipa 3, não tem grau de saída, o que significa que não comunica com ninguém nesta rede de forma frequente. É apenas é contactado pelo nó 17 da mesma equipa.
- O nó 3 tem uma boa localização na rede no que diz respeito a obter informação. Este nó contacta directamente com o maior número de nós (3 nós), embora não tenha acesso á informação que flui entre os nós da Equipa 3. Provavelmente, será um dos nós com maior valor de centralidade intermédia e de proximidade (facto que é necessário apurar com uma análise quantitativa).
- Existem duas tríades nesta rede. Uma das tríades é, exclusivamente formada pelos nós 16, 18 e 20, da Equipa 3. A outra tríade é formada pelos nós 2, 3 e 11. Em nenhuma destas tríades se verifica a existência de um clique.
- Os nós considerados novos no Grupo 1, são os que mais participam nesta rede (6 nós), comparando com a faixa mais antiga (5 nós).

Análise quantitativa á rede da figura 30 (aspectos principais):

**Tabela 29: Centralidade de entrada e de saída e intermédia para os elementos do Grupo 1, para o mapeamento da rede da figura 30 (quem comunica com quem, com muita frequência?).**

Nós	Grau de entrada ( $d_i$ )	Grau de saída ( $d_o$ )	Centralidade intermédia ( $C_B'$ )	Centralidade de proximidade ( $C_C'$ )	Prestígio de proximidade ( $P_P'$ )	Prestige Rank ( $P_R'$ )
2	5	0	0	0.091	0.623	0.765
3	1	3	0.022	0.129	0.100	0.378
4	1	1	0	0.129	0.100	0.378
8	0	1	0	0.101	0.000	0.000
11	2	1	0.011	0.101	0.225	0.378
12	0	1	0	0.113	0.000	0.000
15	1	0	0	0.091	0.100	0.000
16	2	1	0.022	0.101	0.200	0.000
17	0	2	0	0.113	0.000	0.000
18	0	2	0	0.129	0.000	0.000
20	1	1	0	0.113	0.100	0.000

Interpretação da tabela 29 (aspectos principais):

- O nó 2, tal como visto na análise visual, apresenta o maior grau de entrada (prestígio) absoluto na rede (5), e também o maior grau de, prestígio de proximidade e *Prestige Rank*.
- O nó 2, não tem qualquer grau de centralidade intermédia, ou seja, não é um nó *Boundary Spanner*, pois embora tenha o maior grau de entrada, e a sua remoção implicaria desconexão da rede, este nó, não tem grau de saída, logo, não promove a circulação da informação entre a rede, é apenas um nó, onde quase todos os nós desta rede, directa ou indirectamente, vão obter informação de forma muito frequente.

De seguida (Figura 31) é efectuada uma simulação á rede mapeada neste ponto. A simulação consiste na remoção do nó 2, e analisar visualmente os resultados obtidos.

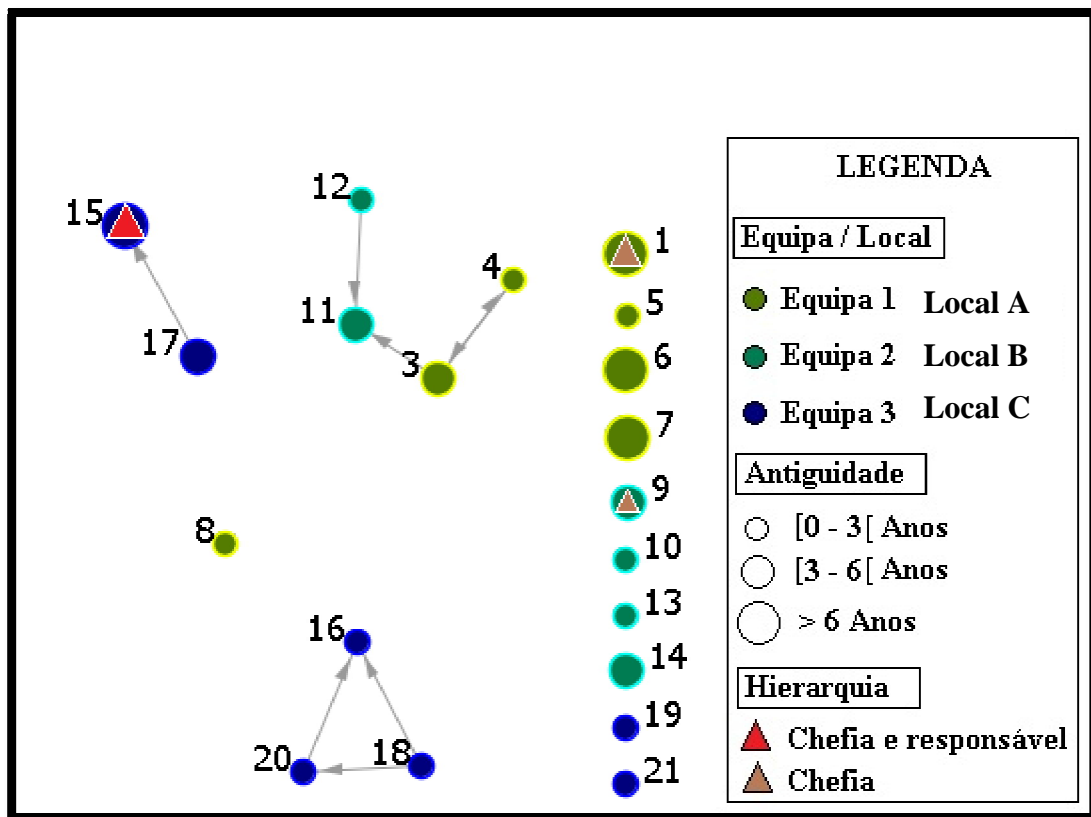


Figura 31. Mapeamento da rede de comunicação com muita frequência, (quem comunica com quem com muita frequência?), após a remoção do nó 2.

Análise visual á rede da figura 31 (aspectos principais):

- É evidente, a importância do nó 2 na rede da figura 30. A remoção deste nó (Figura 31) provoca a desconexão total da rede, originando o aparecimento de três componentes, e um nó isolado.
- Por exemplo, o primeiro componente é formado pelos nós 15 e 17, o segundo componente é formado pelos nós 3, 4, 11 e 12, o terceiro componente é formado pelos nós 16, 18 e 20.
- O nó 8 é um nó isolado (desconsiderando os nós que já não fazem parte desta rede).
- Após a remoção do nó 2, os nós 8, 11 e 16, deixam de ter uma ligação onde poderiam obter informação de forma muito frequente.
- A tríade formada pelos nós 16, 18 e 20 não é afectada pela remoção do nó 2.

#### 4.4.4 Mapeamento e análise da rede – quem sabe oque

Na figura 32, é apresentado o mapeamento da rede quem sabe oque. Neste caso, pretende-se identificar quais os nós que mais vezes, são solicitados a prestar ajuda em função de cada tarefa. Com esta análise, objectiva-se o levantamento da tendência, ou mesmo a existência de exclusividades de suporte a algumas tarefas por parte de alguns elementos, algo que é fortemente não desejado pela administração do Grupo 1.

Para concluir esta análise, atribui-se uma classificação de criticidade, em função da quantidade de nós que dão suporte as 13 tarefas. Conforme a legenda indica, cada equipa é representada por um conjunto de nós da mesma cor (Equipa 1- azul escuro, Equipa 2- verde e Equipa 3- azul claro), o tamanho de cada nó indica a antiguidade de cada elemento, e as hierarquias (chefia e, chefia e responsável) estão identificadas com um formato diferente no nó. Nesta rede, estão também, representadas as 13 tarefas, a que o Grupo 1 dá suporte. Todos os restantes, nós, são colaboradores.

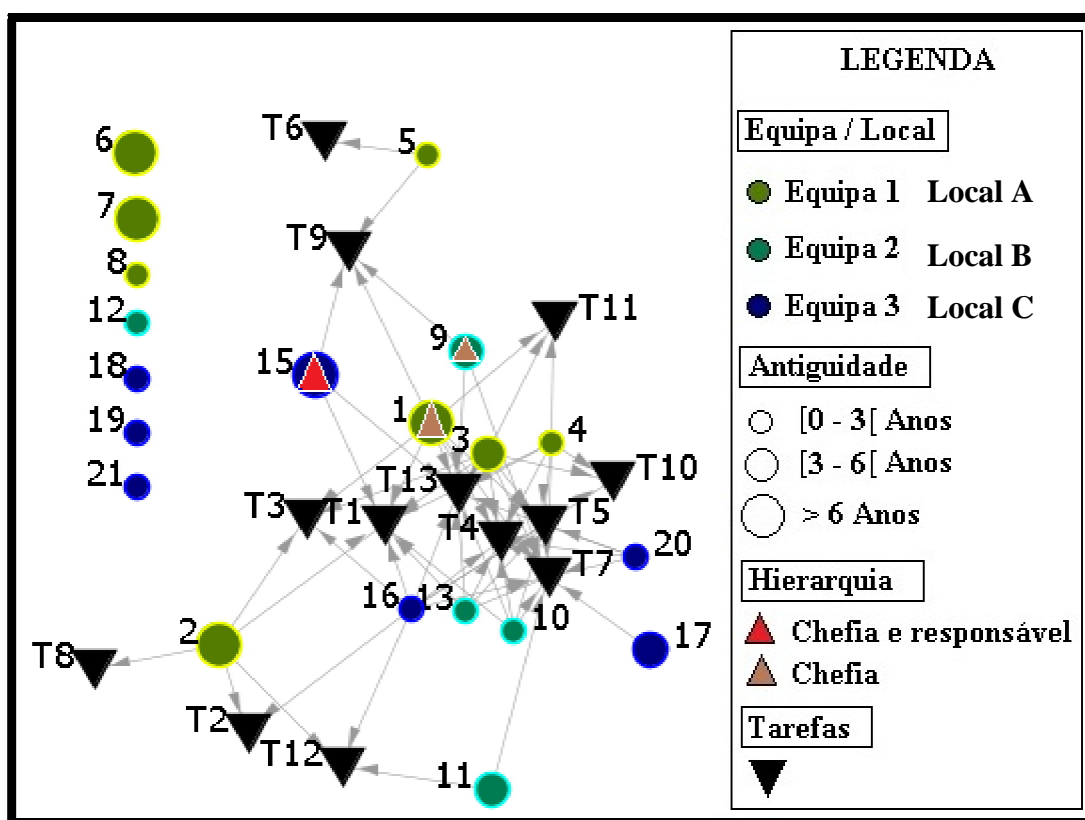


Figura 32. Mapeamento da rede de conhecimentos (quem sabe oque?).

Análise visual á rede da figura 32 (aspectos principais):

- A rede mapeada na figura 32 é uma rede de dois modos, pois há duas naturezas diferentes de nós (pessoas e tarefas).
- Os nós 6, 7, 8, 12, 18, 19 e 21, não têm qualquer ligação a nenhuma das 13 tarefas, o que significa que ninguém no Grupo 1, nomeou estes nós como possível ajuda para nenhuma das 13 tarefas. Nesta rede, são nós isolados.
- Por exemplo o nó 2 é nomeado, pelos restantes nós do Grupo 1, como possível ajuda para as tarefas T1, T2, T3, T8 e T12.
- Por exemplo, as tarefas T8 e T6 têm o menor grau de entrada (1), logo são claramente tarefas críticas.

Análise quantitativa á rede da figura 32 (aspectos principais):

Na tabela 30, são apresentados os resultados, do mapeamento da rede de quem sabe oque. Nesta tabela é apresentado o grau de entrada absoluto para cada tarefa, e o grau de saída absoluto, para os nós, nomeados como possíveis ajuda em função de cada tarefa.

**Tabela 30: Grau de entrada para nós e tarefas, para o mapeamento da rede da figura 32 (quem sabe oque?).**

Tarefas	Grau de entrada ( $d_i$ )	Nós	Grau de saída ( $d_i$ )
T1	8	1	8
T2	2	2	5
T3	4	3	8
T4	7	4	7
T5	7	5	2
T6	1	9	3
T7	10	10	5
T8	1	11	2
T9	4	13	5
T10	3	15	3
T11	3	16	9
T12	3	17	1
T13	9	20	4

Interpretação da tabela 30 (aspectos principais):

- Por exemplo, a tarefa 1 (T1), tem grau total de entrada de 8, o que significa que há oito nós no Grupo 1, que sabem dar suporte a esta tarefa.

- A tarefa com o menor grau de entrada é a tarefa T6, com uma nomeação apenas, o que significa que apenas um nó no Grupo 1, sabe dar suporte a esta tarefa. Esta tarefa é considerada crítica, bem como o nó que dá suporte a esta. Verifica-se aqui um caso de total exclusividade.
- A tarefa com o maior grau absoluto de entrada (10) é a tarefa T7. Significa que há 10 nós a dar suporte a esta tarefa, logo é considerada a tarefa menos crítica da rede.
- O nó com o maior grau de saída (9) é o nó 16, o que significa que este nó foi nomeado como sendo um nó que sabe dar suporte a 9 tarefas diferentes.
- O nó com o menor grau de saída (1) é o nó 17. Isto significa que este nó foi nomeado apenas uma vez, para dar suporte uma tarefa.

Na tabela 31, são apresentados os 5 primeiros nós mais nomeados, em função de cada tarefa. Nesta tabela, as células têm a cor de cada uma das 3 equipas do Grupo 1, fornecendo assim uma visão mais clara, de qual a equipa que mais nomeada, em função do contexto do mapeamento da rede de quem sabe o que.

**Tabela 31: Classificação dos 5 primeiros nós para o mapeamento da rede da figura 32 (quem sabe o que?).**

Tarefa	Classificação				
	1º	2º	3º	4º	5º
	Nó (Actor)	Nó (Actor)	Nó (Actor)	Nó (Actor)	Nó (Actor)
T1	2	1	16	3	15
T2	2	16	////	////	////
T3	3	16	2	1	////
T4	4	3	13	16	20
T5	1	3	4	13	16
T6	5	////	////	////	////
T7	4	3	13	16	20
T8	2	////	////	////	////
T9	5	15	1	9	////
T10	4	3	16	////	////
T11	4	1	3	////	////
T12	2	11	16	////	////
T13	4	16	3	13	20

Interpretação da tabela 31 (aspectos principais):

- Na tabela 31, as cores (Verde → Equipa 1; Azul claro → Equipa 2 e Azul escuro → Equipa 3), indicam as respectivas equipas a que os actores identificados (1, 2, 3, ..., 20) pertencem.

- Claramente que a equipa que mais se destaca nos primeiros 5 lugares é a Equipa 1, especialmente no primeiro lugar, o que significa que é a equipa onde há mais conhecimento acerca das 13 tarefas a que o Grupo 1, dá suporte.
- A Equipa 3 é claramente a equipa com a menor participação nos primeiros 5 lugares.
- Por exemplo, a tarefa 6, como já identificada anteriormente como sendo a tarefa com menor grau de entrada (1), é uma tarefa, onde apenas o nó 5 da Equipa 1, é nomeado pelo Grupo 1, como possível ajuda, o que quer dizer que este nó detém total exclusividade no suporte a esta tarefa. O mesmo se passa quanto á tarefa 8, onde apenas o nó 2 da Equipa 1, é nomeado para dar suporte.

De seguida, é apresentada uma tabela (Tabela 32) onde figuram as tarefas e elementos considerados críticos. Esta tabela é criada baseada em 3 pontos:

- 1- Quais as tarefas, que têm menos de 5 nós nomeados como possíveis ajudas? – (são as tarefas: T2, T3, T6, T8, T9, T10, T11 e T12).
- 2- Para cada uma dessas tarefas, verificar, quais os nós mais votados, das equipas nomeadas (por exemplo para a T6, o único nó nomeado é o nó 5 da Equipa 1).
- 3- Para finalizar, definir a criticidade, dos nós presentes, em função da nomeação para cada tarefa, e definir a criticidade de cada tarefa, em função da quantidade de nós que dão suporte á mesma, onde ambos (nós e tarefas) estão caracterizados através de um jogo de cores.

**Tabela 32: Classificação da criticidade de tarefas e nós, para o mapeamento da rede da figura 32 (quem sabe oque?).**

Tarefa crítica / classificação		Nó (Actor) crítico / classificação			
		1º	2º	3º	4º
2º	T2	2	16	-----	-----
4º	T3	3	16	2	1
1º	T6	5	-----	-----	-----
1º	T8	2	-----	-----	-----
4º	T9	5	15	1	9
3º	T10	4	3	16	-----
3º	T11	4	1	3	-----
3º	T12	2	11	16	-----

Interpretação da tabela 32 (aspectos principais):

- Por exemplo, a tarefa T6, tem criticidade máxima (célula a vermelho), pois conforme se pode verificar na tabela 31, apenas um nó foi nomeado como possível ajuda de suporte a essa tarefa (nó 5), o que imediatamente faz com que o nó 5 seja também considerado como nó com criticidade máxima.
- Por exemplo, a tarefa T3, tem a criticidade mais baixa da tabela 32, pois tem 4 nós que foram nomeados como possível ajuda, para dar suporte (Tabela 31). O nó 3, tem criticidade máxima relativamente a essa tarefa, pois foi o nó que mais foi nomeado como possível ajuda para dar suporte a essa tarefa, seguindo-se dos nós 16, 2 e 1.
- Os nós, 2 e 16, são claramente os nós que mais vezes aparecem, como possível ajuda na maioria das tarefas.

### Matriz de Risco

Para uma interpretação mais clara e imediata, e com base numa técnica clássica de análise do risco presente na ISO 31010 (Matriz de Risco), é apresentada na figura 33, a matriz de risco, onde relaciona a criticidade das tarefas com a criticidade dos actores. Esta matriz é construída com base nos resultados obtidos através da tabela 30, numa escala de criticidade de 0-10 e tendo como critérios para definir tarefas críticas: a tarefa que tem o menor numero de elementos que a possam executar, e para definir actores críticos: o actor que tem executa o maior número de tarefas. Nesta figura os actores são caracterizados como por exemplo, o actor E12 (E= elemento; 1= equipa 1; 2= actor numero 2).

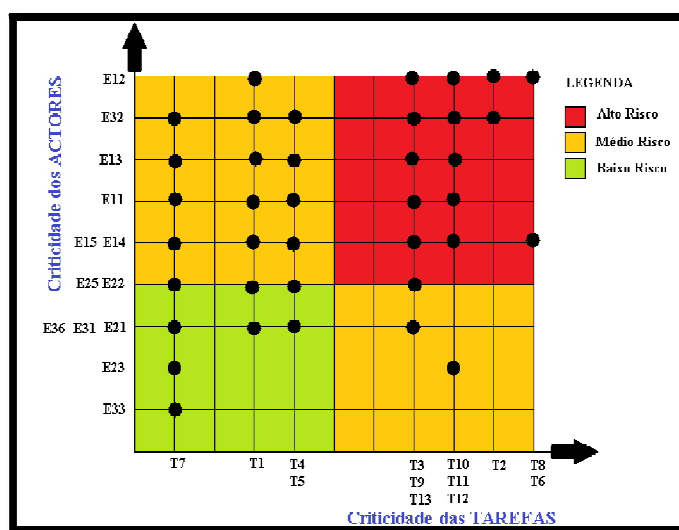


Figura 33. Matriz de Risco - Actores e Tarefas Críticas.

#### 4.4.5 Análise dos graus de comunicação do Grupo 1

No que diz respeito, á rede de quem comunica com quem, e em função dos três graus de comunicação (raramente, alguma frequência e muita frequência), e da rede de quem nunca comunica com quem, é apresentado na tabela 33, a estatística, do número de nós e respostas, que praticam estes graus de comunicação.

**Tabela 33: Estatística das respostas, para graus de comunicação no Grupo 1.**

<b>Comunicação</b>	<b>Quantidade de nós que praticam</b>	<b>Quantidade de respostas</b>
<b>Nunca</b>	21	144
<b>Raramente</b>	21	107
<b>Alguma frequência</b>	21	74
<b>Muita frequência</b>	11	13

Interpretação da tabela 33 (aspectos principais):

- Todos os elementos do Grupo 1 praticam dois graus de comunicação (raramente e alguma frequência), e responderam que nunca comunicam pelo menos uma vez com um nó da rede do Grupo 1.
- Cerca de metade dos nós (11) do Grupo 1, comunica com muita frequência.
- O maior número de respostas observado foi para a comunicação nula – (nunca), com 43 % das respostas.
- Cerca de 32 % das respostas obtidas foram para o grau de comunicação – raramente.
- Mais de 70 %, das respostas, concentram-se na comunicação nula e no grau de comunicação – raramente.
- Apenas cerca de 25 %, das respostas, foram para os graus de comunicação – alguma frequência e muita frequência.

Ma tabela 34 são apresentados os resultados, das densidades de ligação, entre equipas e faixas de antiguidades, para os 3 graus de comunicação (raramente, alguma frequência e muita frequência), e o tipo de comunicação nula (quem nunca comunica com quem?).

**Tabela 34: Densidades de ligação entre equipas dos 3 graus de comunicação e comunicação nula no Grupo 1.**

<b>Nunca</b>			
<b>De \ Para</b>	<b>Equipa 1</b>	<b>Equipa 2</b>	<b>Equipa 3</b>
<b>Equipa 1</b>	0.429	0.388	0.286
<b>Equipa 2</b>	0.438	0.267	0.357
<b>Equipa 3</b>	0.321	0.357	0.190
<b>Raramente</b>			
<b>De \ Para</b>	<b>Equipa 1</b>	<b>Equipa 2</b>	<b>Equipa 3</b>
<b>Equipa 1</b>	0.268	0.292	0.268
<b>Equipa 2</b>	0.186	0.433	0.214
<b>Equipa 3</b>	0.196	0.190	0.310
<b>Alguma Frequência</b>			
<b>De \ Para</b>	<b>Equipa 1</b>	<b>Equipa 2</b>	<b>Equipa 3</b>
<b>Equipa 1</b>	0.232	0.186	0.107
<b>Equipa 2</b>	0.271	0.267	0.000
<b>Equipa 3</b>	0.107	0.048	0.410
<b>Muita Frequência</b>			
<b>De \ Para</b>	<b>Equipa 1</b>	<b>Equipa 2</b>	<b>Equipa 3</b>
<b>Equipa 1</b>	0.071	0.021	0.000
<b>Equipa 2</b>	0.021	0.033	0.000
<b>Equipa 3</b>	0.036	0.000	0.095

Interpretação da tabela 34 (aspectos principais):

- A densidade de comunicação nula, de maior valor, ocorre na Equipa 1 (42.9 %), e o menor valor ocorre na Equipa 3 (19 %).
- O grau de comunicação – raramente, com maior valor (34.4 %) ocorre dos nós antigos para os nós antigos, e o menor valor (43.3 %) ocorre na Equipa 2, e o de menor valor (26.1 %) ocorre na Equipa 1.
- O grau de comunicação – alguma frequência, com maior valor (41 %) ocorre na Equipa 3, e o de menor valor (23.2 %), ocorre na Equipa 1.
- O grau de comunicação – muita frequência, com maior valor (9.5 %) ocorre na Equipa 3, e o de menor valor (3.3 %), ocorre na Equipa 2.
- O maior valor para a densidade de comunicação nula é de 43.8 %, e ocorre de Equipa 2, para a Equipa 1, e o menor valor é de 19 %, e ocorre dentro da Equipa 3.
- O maior valor para, o grau de comunicação – raramente, é de 43.3 %, e ocorre dentro da Equipa 2, e o menor valor é de 18.6 %, e ocorre da Equipa 2, para a Equipa 1.

- O maior valor, para o grau de comunicação – alguma frequência, é de 41 %, e ocorre dentro da Equipa 3, e o menor valor é de 0 %, e ocorre da Equipa 2, para a Equipa 3.
- O maior valor, para o grau de comunicação – muita frequência, é de 9.5 %, e ocorre dentro da Equipa 3, e o menor valor é de 0%, e ocorre das equipas 1, 2 e 3, para as equipas 3, 3 e 2, respectivamente.

**Tabela 35: Densidades de ligação entre antiguidades, dos 3 graus de comunicação, e comunicação nula, no Grupo 1.**

Nunca		
De \ Para	Novos	Antigos
Novos	0.234	0.355
Antigos	0.436	0.311
Raramente		
De \ Para	Novos	Antigos
Novos	0.191	0.236
Antigos	0.264	0.344
Alguma Frequência		
De \ Para	Novos	Antigos
Novos	0.200	0.210
Antigos	0.118	0.178
Muita Frequência		
De \ Para	Novos	Antigos
Novos	0.027	0.036
Antigos	0.009	0.056

Interpretação da tabela 35 (aspectos principais):

- A densidade de comunicação nula, entre os elementos novos é de 23.4 %, e entre os elementos antigos é de 31.1 %, o que significa que este tipo de comunicação é maior entre os mais antigos.
- O grau de comunicação – raramente, entre os elementos novos é de 19.1 %, e entre os elementos antigos é de 34.4 %, o que significa que este grau de comunicação é maior entre os mais antigos.
- O grau de comunicação – alguma frequência, entre os elementos novos é de 20 %, e entre os elementos antigos é de 17.8 %, o que significa que este grau de comunicação é maior entre os mais novos.

- O grau de comunicação – muita frequência, entre os elementos novos é de 2.7 %, e entre os elementos antigos é de 5.6 %, o que significa que este grau de comunicação é maior entre os mais antigos.
- A densidade de comunicação nula, com maior valor (43.6 %), ocorre dos nós mais antigos para os mais novos, e com menor valor (23.4 %) ocorre dos nós novos para os novos.
- O grau de comunicação – raramente, com maior valor (34.4 %) ocorre dos nós antigos para os nós antigos, e o menor valor (19.1 %) ocorre dos nós novos para os nós novos.
- O grau de comunicação – alguma frequência, com maior valor (21 %) ocorre dos nós novos para os nós antigos, e o menor valor (11.8 %) ocorre dos nós antigos para os nós novos.
- O grau de comunicação – muita frequência, com maior valor (21 %) ocorre dos nós novos para os nós antigos, e o menor valor (5.6 %) ocorre dos nós antigos para os nós antigos, e o menor valor (0.9 %), ocorre dos mais antigos para os mais novos.

Na tabela 36 é apresentado, um resumo do mapeamento das redes anteriormente analisadas, realçando pontos mais concretos, tais como:

- O elemento mais ou menos conhecido, ou o elemento que mais ou menos conhece, na organização.
- O elemento que mais comunica, e o elemento que menos comunica.
- Os elementos, que mais e menos foram nomeados para dar suporte em função de uma tarefa específica.

Esta tabela (Tabela 36) permite uma fácil e imediata interpretação, dos principais resultados obtidos ao longo de toda a intervenção no Grupo 1.

Os valores aqui apresentados são valores globais para o Grupo 1. Por exemplo, a Equipa 1, é a equipa que mais comunica (quem comunica com quem?) no global, podendo não ser a equipa que mais comunica entre si, ou para o exterior, mas sim no global.

**Tabela 36: Resumo geral do mapeamento das redes analisadas.**

<b>Conhecimento (quem conhece quem?)</b>			
	<b>Nós</b>	<b>Equipas</b>	<b>Faixa de Antiguidade</b>
Mais conhecido (a)	1, 9, 15, 21	1	Antigos
Menos conhecido (a)	18, 19	3	Novos
Mais conhece	1, 9, 15, 21	1	Antigos
Menos conhece	18, 19	3	Novos
<b>Comunicação (quem comunica com quem?)</b>			
	<b>Nós</b>	<b>Equipas</b>	<b>Faixa de Antiguidade</b>
Mais comunica	3	1	Antigos
Menos comunica	19	3	Novos
<b>Comunicação nula (quem nunca comunica com quem?)</b>			
	<b>Nós</b>	<b>Equipas</b>	<b>Faixa de Antiguidade</b>
Mais nomeado (a)	6, 7	1	Novos
Menos nomeado (a)	2, 3	3	Antigos
<b>Comunicação com muita frequência (quem comunica com quem com muita frequência?)</b>			
	<b>Nós</b>	<b>Equipas</b>	<b>Faixa de Antiguidade</b>
Mais nomeado (a)	2	3	Antigos
Menos nomeado (a)	4, 15	2	Novos
<b>Conhecimentos (quem sabe oque?)</b>			
	<b>Nós</b>	<b>Equipas</b>	<b>Tarefas</b>
Mais suporte	16	1	T1, T4, T7, T13
Menos suporte	17	2	T6, T8
Mais solicitado (a)	2	1	T7
Menos solicitado (a)	6	2	T6
Mais crítico (a)	2, 5	2	T6, T8
Menos crítico (a)	6	1	T1, T4, T7, T13

#### **4.5 Acções desenvolvidas e resultados obtidos**

Após analisados os resultados obtidos, foram tomadas algumas medidas pela administração do Grupo 1. Essencialmente essas medidas focaram-se, na tentativa de eliminação (tanto quanto o possível), da forte tendência, e em alguns casos, já não sendo apenas tendência, mas sim facto consumado, da existência da exclusividade, no que diz respeito ao suporte de certas tarefas, por parte de certos elementos do Grupo 1.

Relativamente ao ponto acima mencionado, foram tomadas as principais medidas:

- Criação de um share de rede acessível a todos os elementos do Grupo 1, de mapeamento automático (assim que inicia a sessão de trabalho), com a finalidade de conter todas as instruções de trabalho (processos de suporte as 13 tarefas), mais actualizadas possíveis,

relativamente, a todas as tarefas que o grupo é responsável por dar suporte, especialmente às tarefas consideradas críticas (após identificação das mesmas no capítulo anterior). Estas instruções (*step-by-step*) de trabalho foram solicitadas aos elementos que detinham a exclusividade, ou quase exclusividade dessas tarefas, ou seja, os elementos identificados como mais conhecedores das tarefas consideradas críticas.

- Além das ferramentas de comunicação mais tradicionais empregues no Grupo 1 (correio electrónico e telefone), foi criado um canal de comunicação adicional. Esse canal, também de iniciação automática (imediatamente após início da sessão de trabalho), chamado *Communicator*, tem com o objectivo de se tornar o principal canal de comunicação entre todos os elementos do Grupo 1. O *Communicator* tem como finalidade, a criação de uma conversa em grupo, em tempo real, onde se fazem questões, pedidos de ajuda e se dão sugestões de melhoria, acerca dos procedimentos de suporte às várias tarefas.
- Promoção de reuniões obrigatórias, por webcam, pelo menos uma reunião de 2 em 2 meses entre todas as 3 equipas do Grupo 1, para actualizar procedimentos e fomentar o grau de conhecimento entre elementos do grupo.

Quanto aos elementos, que foram identificados, como os mais solicitados para ajudar, através do mapeamento da rede de quem comunica com quem, foram também tomadas algumas medidas tais como:

- Foram atribuídas bolsas de formação externas a estes elementos, em função das tarefas em que foram considerados *experts*, com o objectivo de aumentarem os seus *skills* profissionais, e posteriormente divulgarem a todos os elementos do Grupo 1.
- Após a criação das instruções de trabalho, relativamente às tarefas consideradas críticas, estes elementos, foram “libertados” de algumas tarefas consideradas menos críticas, ficando a cargo destes, somente as tarefas em que são considerados mais *experts*, com o objectivo de otimizar procedimentos, para posteriormente divulgarem aos restantes elementos do Grupo 1.

Outras acções foram tomadas no sentido de tentar perceber qual a razão que poderá estar na origem a que certos elementos, principalmente com antiguidade considerável, a estarem aparentemente desintegrados do grupo, no que diz respeito, á comunicação e partilha do conhecimento.

Relativamente, á execução de tarefas, foi feita uma comparação com a antes da intervenção, e o depois da intervenção e da tomada de medidas de melhoramento e de correcção. O período analisado antes da intervenção, é referente ao mês de Outubro de 2012, e o período analisado depois da intervenção é referente ao mês de Dezembro de 2012.

Ponto de situação relativo a tarefas em fila de espera antes da intervenção (Outubro de 2012):

**Tabela 37: Ponto de situação relativo ao tempo de espera de execução de tarefas antes da intervenção.**

Criticidade	Volume Total	SLA (horas)	SLA Observado (horas)				Média
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	
<b>T6</b>	35	4	12	11	9	10	<b>10,5</b>
<b>T8</b>	67	5	8	6	7	9	<b>7,5</b>
<b>T2</b>	88	4	13	19	9	8	<b>12,25</b>
<b>T10</b>	213	8	16	18	14	19	<b>16,75</b>
<b>T11</b>	128	7	8	13	9	11	<b>10,25</b>
<b>T12</b>	82	4	6	4	5	5	<b>5</b>
<b>T3</b>	57	2	5	7	3	4	<b>4,75</b>
<b>T9</b>	41	1	2	4	3	2	<b>2,75</b>

Interpretação da tabela 37 (aspectos principais):

- Por exemplo, em relação á tarefa T6, houve ao longo do período analisado (Semana 1, Semana 2, Semana 3, Semana 4) do mês de Outubro de 2012, um total de 35 incidentes reportados (Volume Total). Esta tarefa (T6), tem um tempo limite de resolução (SLA (horas)), de 4 horas (caso exceda este tempo limite de resolução, está-se perante uma situação de incumprimento). Ao longo da Semana 1, o tempo máximo que um dos 35 incidente reportados relativos á tarefa T6, teve a aguardar em fila de espera, até ao inicio da sua resolução (inicio da aquisição desta tarefa por um colaborador do Grupo 1), foi de 12 horas (SLA Observado (horas)), o que imediatamente se verifica, que está em incumprimento em relação ao SLA admitido (4 horas).
- Todas as tarefas indicadas na tabela 37 estão em incumprimento médio semanal (Média), relativamente ao seu tempo admissível para resolução.
- O tempo limite de resolução (SLA (horas)), de cada uma das tarefas indicadas na tabela 37, varia em função do grau de complexidade e dependência de outras entidades, para a sua resolução.

Ponto de situação relativo a tarefas em fila de espera após a intervenção (Dezembro de 2012):

**Tabela 38: Ponto de situação relativo ao tempo de espera de execução de tarefas após a intervenção e implementação de acções de correcção e/ou melhoria.**

Criticidade	Volume Total	SLA (horas)	SLA Observado (horas)					
			Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Média	Optim (%)
<b>T6</b>	27	4	4	5	2	3	<b>3,5</b>	<b>36,8</b>
<b>T8</b>	45	5	3	1	3	4	<b>2,75</b>	<b>20,6</b>
<b>T2</b>	87	4	2	4	5	4	<b>3,75</b>	<b>45,9</b>
<b>T10</b>	198	8	6	6	5	3	<b>5</b>	<b>83,8</b>
<b>T11</b>	86	7	3	4	2	2	<b>2,75</b>	<b>28,2</b>
<b>T12</b>	73	4	2	0	2	3	<b>1,75</b>	<b>8,8</b>
<b>T3</b>	61	2	2	1	2	1	<b>1,5</b>	<b>7,1</b>
<b>T9</b>	52	1	1	0	0	2	<b>0,75</b>	<b>2,1</b>

Interpretação da tabela 38 (aspectos principais):

- Verifica-se uma mudança radical, quanto às tarefas que se encontram em fila de espera para posterior execução por parte dos elementos do Grupo 1. A implementação de acções de melhoria e/ou correcção, foram sem dúvida (para o período analisado), de uma elevada eficácia.
- De notar a capacidade de optimização em cerca de 84 %, para a tarefa T10, relativamente ao seu tempo médio de espera.
- Todas as tarefas indicadas na tabela 38 tiveram melhorias consideráveis, relativamente ao cumprimento do SLA acordado (SLA (horas)).
- De notar também, que estes resultados terão de ser posteriormente confrontados com a qualidade da resolução das tarefas (reabertura ou não, das tarefas dadas como resolvidas, procedimento entregue á equipa da Gestão da Qualidade – Administração do Grupo 1).

Na figura 34, são apresentados os resultados do antes e depois da intervenção. Nesta figura, é notável a melhoria em termos de não exclusividade de tarefas, e a participação de quase todos os elementos na execução de todas as tarefas que o Grupo 1, é responsável. É de referir também que a criticidade das tarefas que se encontravam em Alto Risco, passaram a estar apenas em Risco Médio ou Baixo Risco.

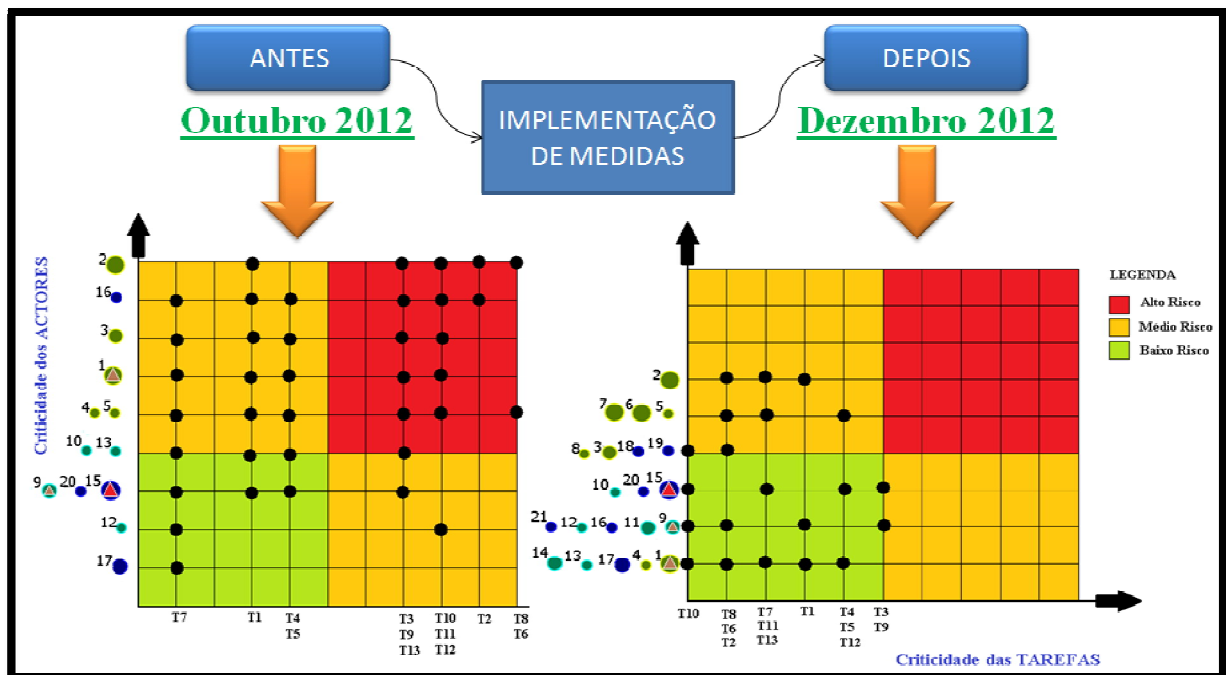


Figura 34: Matriz de Risco – Antes e Depois da Intervenção

Interpretação da figura 34 (aspectos principais):

- Elementos de elevada antiguidade, nomeadamente, os elementos 6 e 7 da equipa 1, aparecem como elementos que participam na resolução de tarefas, facto que antes não se verificava.
- Não existem tarefas com Alto Risco, o que faz que não existam colaboradores com exclusividade, logo com base neste critério deixa de haver actores com criticidade de Alto Risco.
- A tarefa T10 é a tarefa que apresenta uma melhoria elevada relativamente a todas as outras (Tabela 38).

## Capítulo 5 – Considerações finais

### 5.1 Conclusões

A análise e gestão do risco em organizações têm cada vez mais importância nos dias de hoje. Com a crescente necessidade de efectuar reestruturações em organizações com vista a otimizar os processos e recursos, de forma a tentar eliminar ou minimizar riscos para um mínimo aceitável, a aplicação de técnicas adequadas é cada vez mais necessário. Neste sentido todas as técnicas que produzam resultados na previsão e identificação do risco são úteis, para a ajuda na tomada de decisões. Função do tipo de risco que se pretende identificar, a aplicação da técnica adequada, é determinante para obter a informação correcta. Com a realização deste trabalho pretende-se contribuir para a relevância que o tema da análise do risco tem, particularmente quando se emprega uma técnica de análise do risco – análise de redes sociais -, menos conhecida e utilizada no contexto da análise do risco em organizações. Relativamente ao caso de estudo, através da aplicação da técnica de análise de redes de grafos, foi possível apurar aspectos que nunca antes foram detectados e quantificados no Grupo 1, essencialmente, quanto á percepção do grupo, relativamente a quem sabe oque, e a quem comunica com quem sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia. Um outro aspecto com grande importância, é que esta análise ajudou a cimentar, ou a comprovar factos que antes já tinham sido levantados de forma superficial, mas nunca antes quantificados, essencialmente, no que diz respeito á produtividade de certos elementos no Grupo 1. Através da aplicação desta técnica - análise de redes sociais -, foi possível identificar que certos elementos do Grupo 1 são muito solicitados, na prestação de ajuda a outros elementos do grupo, relativamente á prestação de ajuda, a um número considerável de tarefas, o que faz com que estes elementos, que prestam ajuda ou são solicitados a tal, tenham de certa forma registos de produtividade bem mais baixos do que os outros. A aplicação desta técnica, após a divulgação e interpretação dos resultados, permitiu (até com algum espanto por parte dos elementos do Grupo 1), identificar as falhas existentes relativamente ao cumprimento dos objectivos da administração (algo que até então não fora quantificado), bem como na optimização desses mesmos objectivos.

## 5.2 Trabalhos Futuros

A análise de redes sociais, como técnica de análise do risco em organizações, tem ainda um longo percurso a percorrer, nomeadamente no que diz respeito ao processo da recolha da informação. Tratando-se desde já como uma desvantagem, tal como foi abordado no capítulo 2, investigadores desta área, estão a desenvolver novos métodos de aquisição da informação necessária, tentando maximizar o quanto possível, a veracidade dessa informação recolhida, sem que esta esteja, de alguma forma condicionada, á envolvência que este processo de recolha acarreta. De acordo com vários investigadores nesta área, recolher a informação necessária, da maneira mais discreta possível, produz resultados mais fiáveis, do que quando previamente se anuncia que uma dada organização vai estar sujeita a um exercício de recolha de informação necessária como um processo de avaliação da mesma, quando se trata de analisar a interacção dinâmica entre entidades (pessoas), numa organização.

Espera-se ainda, que com a realização deste trabalho seja mais um pequeno contributo, para a divulgação das potencialidades que esta técnica pode apresentar, sempre que seja em ambiente que possa ser aplicável, ou ainda, como complemento de outras técnicas empregues no exercício de uma análise do risco numa organização.

## **Anexo**

## Anexo A - Questionário dirigido colaboradores do Grupo 1.

### Questionário

<b>Identificação:</b>	<b>Equipa a que pertence:</b>	<b>Localização geográfica:</b>	<b>Antiguidade:</b>	<b>Posição hierárquica</b>
Nome: _____ _____	Equipa 1: <input type="checkbox"/> Equipa 2: <input type="checkbox"/> Equipa 3: <input type="checkbox"/>	Local 1: <input type="checkbox"/> Local 2: <input type="checkbox"/> Local 3: <input type="checkbox"/>	Anos: _____	Responsável: <input type="checkbox"/> Chefe: <input type="checkbox"/> Colaborador: <input type="checkbox"/>

### Questão 1

1. Contacto esta pessoa para pedir ajuda ou opinião sobre assuntos de trabalho no dia-a-dia:

	Não conheço	Nunca	Raramente	Regularmente	Muita frequência
A1					
A2					
A3					
A4					
A5					
A6					
A7					
A8					
A9					
A10					
A11					
A12					
A13					
A14					
A15					
A16					
A17					
A18					
A19					
A20					
A21					

### Questão 2

1. A pessoa, que eu acho mais capaz, de me ajudar a resolver tarefas de  $\langle T (n_i) \rangle$ , é:

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
A1													
A2													
A3													
A4													
A5													
A6													
A7													
A8													
A9													
A10													
A11													
A12													
A13													
A14													
A15													
A16													
A17													
A18													
A19													
A20													
A21													

## Referências Bibliográficas

AGNARSSON, G.; GREENLAW, R., *Graph Theory: Modeling, Applications, and Algorithms*, Pearson Instock, 2006.

ALBA, Richard D. *A graph-theoretic definition of a sociometric clique*. *Journal of Mathematical Sociology*, 3: 113-126, 1973.

ALBERT R.; BARABÁSI Albert L. *Emergence of Scaling in Random Networks*, Science 286 1999.

BARABÁSI, Albert L. *Linked: How Everything Is Connected to Everything Else and What It Means*. PLUME, 2003.

BARRY, Wellman. *Networks as Personal Communities*. Pp. 130-184 in Wellman and Berkowitz (Eds.) *Social Structures: A Network Approach*. New York: Cambridge University Press, 1988.

BARRY, Wellman. *The community question: The intimate networks of East Yorkers*, *American Journal of Sociology*, 84: 1201-31, 1979.

BERNSTEIN, P.L.; *Against the gods: The remarkable Story of Risk*, John Wiley & Sons, 1998

BONDY, J.A.; MURTY, U.S.R., *Graph Theory and applications*, 1976.

BORGATTI, S. P.; EVERETT, Martin; FREEMAN, Linton C. *UCINET IV Version 1.0 User's Guide*. Columbia, SC: Analytic Technologies, 1992.

BORGATTI, S. P.; FOSTER, C. P. *The network paradigm in organizational research: A review and typology*. *Journal of Management*, 2003.

BORGATTI, S.P.; HALGIN, D. *Analyzing Affiliation Networks*. In Carrington, P. and Scott, J. *The Sage Handbook of Social Network Analysis*. Sage Publications, 2011.

BORGATTI, S. P. *Identifying sets of key players in a social network*. Computational, Mathematical and Organizational Theory, 12 (1): 21-34, 2006.

BORGATTI, S. P.; MOLINA, J. L. *Toward ethical guidelines for network research in Organizations*. Social Networks, v.27, n. 2, p. 107-117, 2005.

BROWN, R.; DUGUID, G. *Organizational learning and communities of practice: Toward a unified view of working, learning, and innovation*. Organization Science, 2 (1), 40-57, 1991.

CARRINGTON, Peter; SCOTT, John; WASSERMAN, Stanley. *Models and Methods in Social Network Analysis - Structural Analysis in the Social Sciences*. Cambridge University Press, 2005.

CASOS – Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems, Carnegie Mellon University, Pennsylvania, USA.

CHAPMAN, Robert J. *Simple Tools and Techniques for Enterprise Risk Management*. 2<sup>th</sup> Edition. John Wiley & Sons, 2011.

CHAMBERS, D.; WILSON, P.; THOMPSON, C.; HARDEN, M. *Social Network Analysis in Healthcare Settings: A Systematic Scoping Review*, Enrico Coiera, University of New South Wales, Australia, 2012.

COLLINS, S.; YASSINE, A.; BORGATTI, S. P. *Evaluating Product Development Systems Using Network Analysis*. Systems Engineering Journal, 12 (1): 55 – 68, 2008.

CROSS, R.; BORGATTI, S. P.; PARKER, A. *Beyond answers: Dimensions of the advice network*, Social Networks, 2001.

CROSS, R.; PARKER, A. *The Hidden Power of social Networks: Understanding How Work Really Gets Done in Organizations*. Boston: Harvard Business School Press, 2004.

CROSS, R.; THOMAS, R. J. *Driving Results Through Social Networks: How Top Organizations Leverage Networks for Performance and Growth*. 2009.

DESMOS – Depto. De Estudios Sobre Movimientos Sociales. Nisen, Jorge Durand, Universidad de Guadalajara. Massey, Douglas S., Princeton University. Office of Population Research.

DIONNE, G.; Risk management: History, definition and critique, HEC Montreal, 2013

DUNCAN, W.R; A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMI Publications, Newtown Square, USA, 1996.

ECCLES, Robert G.; NOHRIA, Nitin. *Networks and Organizations – Structure, forma, and action*. Harvard Business School Press, 1992.

EDWARD, Peters.; BOWEN, Paul. Risk Management in Project Organizations. Butterworth – Heinemann, 2005.

EVERETT, M. G.; BORGATTI, S. P. *The dual-projection approach for two-mode networks*. Social Networks, 2012.

EVERETT, M. G.; FREEMAN, L.; BORGATTI, S. P. UCINET 6 for Windows Software for Social Network Analysis – USER'S GUIDE, 2002.

FORSÉ, M.; DEGENNE, A. *Introducing Social Networks*. SAGE Publications, 1994.

FRAME. J Davidson. *Managing Risk in Organizations: A Guide for Managers*. Jossey Bass Publications, 2003.

FRANCOISE, Lorrain; WHITE, Harrison C. The structural equivalence of individuals in social networks, *Journal of Mathematical Sociology*, 1: 49-80, 1971.

FREEMAN, Linton C. *Connections*, INSNA – International Network for Social Network Analysis. 1978.

FREEMAN, Linton C. *The Development of Social Network Analysis: A study in the sociology of science*. Canada: Vancouver, BC Canada, Empirical Press, 2004.

FREEMAN, Linton C.; WHITE, Douglas R.; ROMNEY, A. Kimball. *Research Methods in Social Network Analysis*. Geroge Mason University Press, 1989.

GROSS, L.J.; YELLEN, J. , *Handbook of graph theory – discrete mathematics and its applications*, CRC Press, Middletown New Jersey, 2003.

HANNEMAN, Robert A.;RIDDLE, Mark. *Introduction to social network methods*. Riverside, CA: University of California, Riverside 2005.

HARARY, F. *Graph Theory*. 3 ed., New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1972.

HELDMAN, Kim.; *Project manager's spotlight on risk management*, Neil Edde-SEIBEX, Marina Village Parkway, Alameda, California, 2005.

HUBBARD, D.W.; *The Failure of Risk Management: Why It's Broken and How to Fix It*, John Wiley & Sons, 2009, New Jersey.

HUBBARD, D.W.; *How to measure anything: finding the value of "intangibles" in business*, John Wiley & Sons, 2007, New Jersey.

JOHNSON-CRAMER, M.; PARISE, S.; CROSS, R. *Managing Change Through Networks and Values: How a Relational View of Culture Can Facilitate Large Scale Change*. *California Management Review* 49 (3) pp. 85-109, 2007.

KENDRICK, T.; *Identifying and Managing Project Risk Essential Tools for Failure-Proofing Your Project*, 2009.

KILDUFF, M.; TSAI, W. *Social Networks and Organizations*. SAGE Publications, 2003.

KNOKE, David. *Political Networks: The Structural Perspective*. Cambridge University Press, 1994.

KRACKHARDT, D.; BLYTHE, J.; MCGRATH, C. *Connections*, 1994.

MANSKI, Charles F. *Identification Problems in the Social Sciences*. Harvard College, 1995.

MCDANIELS, T., SMALL, M.J.; Risk analysis and society - *an interdisciplinary characterization of the field*. Cambridge University Press, 2004.

MASSEY, D. S. *Patterns and Processes of International Migration in the 21<sup>st</sup> Century*. Pennsylvania: University of Pennsylvania, 2003.

MERNA, Tony; AL-THANI, Faisal F. *Corporate Risk Management*. 2<sup>th</sup> Edition. John Wiley & Sons, 2011.

MOLINA, José Luís; BORGATTI, Steven. *Ethical and Strategic Issues in Organizational Social Network Analysis*. Journal of Applied Behavioral Science. 39 (3): 337-350, 2003.

MONAHAN, Gregory. *Enterprise Risk Management: A Methodology for Achieving Strategic Objectives*. John Wiley & Sons, 2008.

MUN, Jonathan. *Applied Risk Analysis: Moving Beyond Uncertainty in Business*. John Wiley & Sons Publications, 2004.

NEWMAN, Mark E. J. *Networks: An Introduction*. OXFORD university Press, 2010.

PARISE, Salvatore.; CROSS, Rob.; DAVENPORT, Thomas. *It's Not What But Who You Know: How Organizational Network Analysis Can Help Address Knowledge Loss Crises*, University of Virginia publications, 2005.

PARKER, A. ; CROSS, R. ; WALSH, D. *Improving collaboration with social network analysis - leveraging knowledge in the informal organization*, Knowledge Management Review, v. 4, n. 2, May/June 2001.

PRELL, Christina. *Social Network Analysis: History, Theory and Methodology*. SAGE Publications, 2012.

SCHMITZ, Eber Assis; ALENCAR, Antonio Juarez. *Análise de Risco em Gerência de Projectos*. Brasport, 2006.

SCOTT, Jonh; CARRINGTON, Peter. *The Sage Handbook of Social Network Analysis*. SAGE Publications, 2011.

SCOTT, John. *Social Network Analysis a handbook*. 2<sup>th</sup> Edition, 2000.

SOBRAL, José. *TPM - Manutenção Produtiva Total*. ISEL, 2011.

VACHA, F.J., Applied Integrity and Reliability Consulting, *Is Risk Based Inspection the Right Approach for You?*, 2002.

VALENTE, H.; *Network models of the diffusion of innovations*. Hampton Press, 1995.

WASSERMAN, Stanley; FAUST, Katherine. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. 8<sup>th</sup> Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

WASSERMAN, Stanley; GALASKIEWICZ, Joseph. *Advances in Social Network Analysis: Research in the Social and Behavioral Sciences*. SAGE Publications, 1994.

WATTS D. J.; STROGATZ S. H. *Collective dynamics of 'small-world' networks*, Nature393 1998.

WILEY, Ltd – *Foundations of Risk Analysis, A knowledge and Decision-Oriented Perspective*: Terje Aven, University of Stavanger, Norway.SI.2003.

WILSON, R., *Introduction to Graph Theory*, Fourth Edition, Addison-Wesley Copyright, 1996.

YANG, S.; KNOKE, D. *Social Network Analysis*. SAGE Publications, 2007.

## Webgrafia

APRENDE.COM.PT – Site do projecto de investigação: Comunidades, Aprendizagem e Comunicação Online. “Manual Introdutório á Análise de Redes Sociais” Disponível em:

<<http://www.aprende.com.pt/fotos/editor2/Manual%20ARS%20%5BTrad%5D.pdf>>.

Acedido em 20 Setembro de 2012.

BORGATTI, Steve. “What is social network analysis?”. Disponível em:

<<http://www.analytictech.com/networks/whatis.htm>>.

Acedido em 15 Setembro de 2012.

BORGATTI, Steve. “Social Network Analysis”. Disponível em:

<<https://sites.google.com/site/steveborgatti/home>>.

Acedido em 10 Setembro de 2012.

CARLSON, Amy; MANKTELOW, James. – Essential Skills for an excellent career. “Risk Analysis – Evaluating and managing Risks”. Disponível em:

<[http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC\\_07.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_07.htm)>.

Acedido em 25 Setembro de 2012.

CASOS - Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems, Carnegie Mellon University, Pennsylvania, USA. “ORA - Organizational Risk Analyzer”. Disponível em: <<http://www.casos.cs.cmu.edu/>>.

Acedido em 5 Setembro de 2012.

CASOS - Center for Computational Analysis of Social and Organizational Systems, Carnegie Mellon University, Pennsylvania, USA. BioWar: Overview. “A City Scale Multi-Agent Network Model of the Impact of Weaponized Biological Diseases”. Disponível em:

<<http://www.casos.cs.cmu.edu/projects/biowar/>>.

Acedido em 10 Setembro de 2012.

CHRISTAKIS, Nicholas A. “The Cristakis Lab - Harvard University”. Disponível em:

<<http://christakis.med.harvard.edu/index.html>>.

Acedido em 20 Outubro de 2012.

CHRISTAKIS, Nicholas A. “How social networks predict epidemics”. Disponível em:

<<http://www.youtube.com/watch?v=L-dPxGLesE4>>.

Acedido em 8 Outubro de 2012.

CROSS, Rob. “Research, consulting and leading organizations”. Disponível em:

<<http://www.robcross.org/>>.

Acedido em 11 Outubro de 2012.

COSO - *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*. Disponível

em: <<http://www.coso.org/>>.

Acedido em 11 Dezembro de 2012.

DAGNINO, Ricardo. Risco: “O conceito e sua aplicação, 2008”. Disponível em : <

<http://www.slideshare.net/ricardosdag/risco-o-conceito-e-sua-aplicao>>.

Acedido em 14 Outubro de 2012.

ENISA, European Network and information Security Agency.

Disponível em: <<http://www.enisa.europa.eu>>

Acedido em 20 Outubro de 2012.

ENISA: 2007-2008 ad hoc Working Group on Risk Assessment/Risk Management

Disponível em: <<http://www.enisa.europa.eu>>

Acedido em 20 Outubro de 2012.

FREEMAN, Linton C. “The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science”. Disponível em: <<http://moreno.ss.uci.edu/>>

Acedido em 20 Outubro de 2012.

GABINESKI, Regis. “Como elaborar uma análise de riscos?”. Disponível em:

<<http://www.testexpert.com.br/?q=node/235>>.

Acedido em 18 Setembro de 2012.

GETTING TO ZERO - A Campaign to Reduce Healthcare-Associated Infections.”Predicting Epidemics using Social Network Analysis”. Disponível em:

<<http://vecnamed.blogspot.pt/2010/09/predicting-epidemics-using-social.html>>.

Acedido em 8 Outubro de 2012.

GIORGOS Cheliotis: Social Network Analysis – Concept and Methods

Disponível em:< <http://www.slideshare.net/gcheliotis/social-network-analysis-3273045>>

Acedido em 20 Dezembro de 2012.

GUARNIERI, Fernando. “ Análise de Redes Sociais”. Disponível em:

<<http://www.slideshare.net/fhguarnieri/anlise-de-redes-sociais-teoria-e-prtica>>.

Acedido em 14 Setembro de 2012.

ICS – Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa. “Análise de redes sociais”.

Disponível em: <<http://www.ics.ul.pt/posgraduacao/escolasdeverao.php?id=9>>.

Acedido em 18 Setembro de 2012.

INSNA – International Network for Social Network Analysis. Disponível em:

<<http://www.insna.org/>>.

Acedido em 12 Setembro de 2012.

ISO - International Organization for Standardization. Disponível em:

< <http://www.iso.org/iso/home.htm>>

Acedido em 15 Setembro de 2012.

KRACKHARDT, D. “Social Network Analysis, A Brief Introduction”. Disponível em:

<<http://www.orgnet.com/sna.html>>.

Acedido em 10 Setembro de 2012.

KREBS, Valdis. Kstoolkit – Social Network Analysis.“Social Network Analysis – A Brief Description”. Disponível em: <<http://www.kstoolkit.org/Social+Network+Analysis>>.

Acedido em 12 Outubro de 2012.

MALIMA Consultoria –“Análise de Risco: o que se diz, o que se faz, e o que realmente é ”.  
Disponível em: <<http://www.malima.com.br/analise-de-risco-se-diz-se-faz-realmente-e/>>.  
Acedido em 18 Setembro de 2012.

MIT - A new approach to risk analysis with a focus on organizational risk factors.  
Disponível em: < <http://dspace.mit.edu/handle/1721.1/32467> >  
Acedido em 15 Outubro de 2012.

NCBI - National Center for Biotechnology Information. “Tracing epidemiology”.  
Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3324755/>>.  
Acedido em 8 Outubro de 2012.

NUPACE - Nashville Urban Partnership Academic Center of Excellence.“ Analysing the Network Structure of Organizations Addressing Youth Violence in Nashville, TN”.  
Disponível em :  
<<http://www.nupace.info/research/documents/NUPACEUAAYearOneRevised.pdf>>.  
Acedido em 7 Outubro de 2012.

SRA - *The Society for Risk Analysis*.  
Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3324755/>>.  
Acedido em 10 Outubro de 2012.

PASSMORE, David L. “Research, Training & Development of Social Network Analysis”.  
Disponível em: <<http://train.ed.psu.edu/>>.  
Acedido em 15 Outubro de 2012.

PELTIER, Thomas R. “Introduction to Risk Analysis”. Disponível em:  
<[http://www.infosectoday.com/Articles/Intro\\_Risk\\_Analysis.htm](http://www.infosectoday.com/Articles/Intro_Risk_Analysis.htm)>.  
Acedido em 21 Setembro de 2012.

PROCESS CHARTS Frank Bunker, Lillian Moller Gilbreth (1921): Disponível em:  
<[http://openlibrary.org/books/OL24983025M/Process\\_charts](http://openlibrary.org/books/OL24983025M/Process_charts)>  
Acedido em 22 Dezembro de 2012.

PLOS – Computational Biology - A peer-reviewed, open access journal. “Dynamics and Control of Diseases in Networks with Community Structure”. Disponível em:

<<http://www.ploscompbiol.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pcbi.1000736>>.

Acedido em 8 Outubro de 2012.

PWC - A practical guide to risk assessment.

Disponível em: <<http://www.pwc.com/us/en/issues/enterprise-risk-management>>

Acedido em 11 Outubro de 2012.

RECORDED FUTURE - Unlock the Predictive Power of the Web. “OBAMA in the media”.

Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=5etSid8G6EU>>. Acedido em 7 Outubro de 2012.

RISCO (Administração). Disponível em:

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Risco\\_%28administra%C3%A7%C3%A3o%29](http://pt.wikipedia.org/wiki/Risco_%28administra%C3%A7%C3%A3o%29)>.

Acedido em 17 Setembro de 2012.

RISK ANALYSIS, Evaluating and Managing Risks.

Disponível em : <[http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC\\_07.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_07.htm)>

Acedido em 22 Novembro de 2012.

ROOT – SECURE. “Análise de Risco”. Disponível em: <<http://www.root-secure.com/index.php?lang=pt&sec=consultoria2>>.

Acedido em 15 Setembro de 2012.

SAPO. “O Mundo visto daqui”. Disponível em:

<<http://noticias.sapo.pt/pesquisa/?q=%22O+mundo+visto+daqui%22&doSearch=OK>>.

Acedido em 7 Outubro de 2012.

SAS – Software analysis solutions “The power to know”. Disponível em:

<<http://www.sas.com>>.

Acedido em 18 Setembro de 2012.

SHRIVER, Robert F.; WOLD, Geoffrey H. “*Risk Analysis Techniques* - The risk analysis process provides the foundation for the entire recovery planning effort”. Disponível em: <[http://www.drj.com/new2dr/w3\\_030.htm](http://www.drj.com/new2dr/w3_030.htm)>.

Acedido em 22 Setembro de 2012.

SOCIAL NETWORK ANALYSIS. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Social\\_network\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Social_network_analysis)>.

Acedido em 10 Setembro de 2012.

SUNBELT - Social Network Analysis Conference - Disponível em: < <http://www.insna.org/sunbelt/current.html> >.

Acedido em 20 Outubro de 2012.

WASSERMAN, Stanley. “Network Science”. Disponível em: <<http://mypage.iu.edu/~stanwass/>>.

Acedido em 20 Outubro de 2012.

