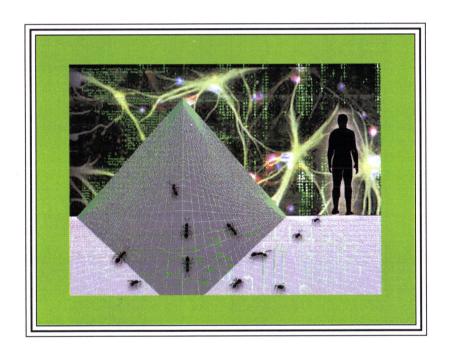


Universidade de Évora

Departamento de Gestão de Empresas

Mestrado em Organização e Sistemas de Informação Dissertação de Mestrado

As Organizações como Sistemas Complexos Adaptativos Formigas e Empresas - A Analogia



Apresentada por Lic^a Virginia Maria Vieira Sesinando Rebelo

Orientador

Profa. Doutora Palmira Celeste Semião de Lacerda

Évora 2004

Esta dissertação não inclui as críticas feitas pelo júri

*AS Organizações como Sistemas Complexos Adaptativos

Formigas e Empresas - A Analogia

Dissertação apresentada à

Universidade de Évora

para a obtenção do grau de

Mestre em Organização e Sistemas de Informação

Orientadora:

Professora Doutora

Palmira Celeste Semião de Lacerda



149 366

Évora 2004

Esta dissertação não inclui as críticas feitas pelo júri

Aos meus queridos filhos e marido

João , Tiago e Vítor

Em gratidão pelo apoio no dia a dia do meu viver e na conquista de novos horizontes...

Elevo os meus olhos para os montes: de onde me virá o socorro?

O meu socorro vem do Senhor, que fez o céu e a terra.

Não deixará vacilar o teu pé: aquele que te guarda não tosquenejará.

Eis que não tosquenejará nem dormirá o guarda de Israel.

O Senhor é quem te guarda: o Senhor é a tua sombra à tua direita.

O sol não te molestará de dia nem a lua de noite.

O Senhor te guardará de todo o mal: ele guardará a tua alma.

O Senhor guardará a tua entrada e a tua saída, desde agora e para sempre.

Salmo 121

Desejo expressar a minha sincera e profunda gratidão para as seguintes pessoas e instituições que contribuíram de forma directa e indirecta para a realização deste trabalho.

- > A Deus pelo dom da vida.
- Professora Doutora Palmira Lacerda pelas suas valiosas orientações. Por toda a dedicação e incentivos permanentes, tanto no aspecto profissional como pessoal. Pelas dicas valiosas e por provocar insistente e fraternalmente a dúvida, tão necessária para quem busca algo além da via comum.
- Professor Doutor Jaacques Pasteels da Université Libre de Bruxelles pela sua disponibilidade.
- Investigador João Cappas e Sousa do Museu de Insectos Sociais de Vila Ruiva pelas informações prestadas.
- Engº Vitorino Ramos do IST, Universidade Técnica de Lisboa por toda a informação disponibilizada.
- PT Comunicações nomeadamente à minha Direcção, a qual me possibilitou as deslocações a Évora no âmbito do Mestrado durante 2 anos.
- > Todos os familiares e amigos pessoais.
- > Companheiros e Professores do Mestrado pelo convívio passado.
- > Aos 5 mosqueteiros (Xana, Carlos, Silvia, Nuno e Fernando) pelos bons momentos vividos na nossa metamorfose.

O presente trabalho visa a análise de correspondências entre organizações sociais, colónias de formigas, organizações humanas e a cibenética.

As colónias de formigas, as organizações empresariais, funcionam como sistemas, capazes de se adaptar e colaborar, com a capacidade de se auto-organizarem, o que leva a uma aproximação teórica destes sistemas, que pode resultar numa nova luz para as estratégias das empresas.

Em suma, pode-se afirmar que as Teorias da Complexidade, ajudam a compreender a envolvente organizacional e promovem um novo modelo de pensamento estratégico, holístico e interdisciplinar.

A complexificação das instituições e das tecnologias exigem soluções alternativas de gestão, das quais não pode ser dissociada a biologia como elemento diferenciador e determinante nas estratégias organizacionais.

The present work refers to the analysis of relationships between social organizations, ant colonies, human organizations and cybernetics.

Ant colonies and enterprise organizations work as systems, capable of adapting and collaborating, able to self-organize, leading to a theoretic approximation of these systems, which may shed new light on enterprise strategies.

In short, one can state that Complexity Theories help understandorganizational intricacies and promote a new model for strategic, holistic and interdisciplinary thought.

As institutions and machinery become more complex, alternative solutions have to be contemplated so that these can be managed.

Índice

Agradecimentos Resumo Abstract	
I – INTRODUCÃO	. 11
1.1. Escolha do Tema	.11 .14 .14 .15 .15
II – A DINÂMICA DAS ORGANIZAÇÕES	. 20
2.1. As Organizações e Sistemas 2.2. Organizações Sociais 2.2.1. Sociedade Hominídea 2.3. Comportamento Social 2.4. Os Alicerces da Sociedade de Informação	28 32 36
III - SISTEMAS COMPLEXOS ADAPTATIVOS (SCA)	42
3.1. Novas Perspectivas Organizacionais	49 49 50
IV – O "Complexo" mundo das Formigas	53
4.1. Características Gerais 4.2. Metodología 4.3. Descrição da espécie observada 4.4. Castas das Formigas Messor Capitatus 4.5. Fundação de uma colónia Messor Capitatus 4.6. Interpretação das observações registadas 4.6.1. Observações em formigueiro artificial 4.6.2. Observações do formigueiro em campo aberto	65 67 68 69 69
V – Analogias	80
VI - CONCLUSÃO	09
6.1. Limitações	
7. BIBLIOGRAFIA	96
ANEXO 1 – FICHA DE OBSERVAÇÕES	
ANEXO 2 - IMAGENS DE OBSERVAÇÕES DE CAMPO(EM CD)	. 105

Índice de Figuras

Figura	21-1	Etapas da evolução do homem	29
_			44
			54
		Fases da Metamorfose da Formiga	55
			55
		Odoldo ddo ionnigdo	57
		YOU HUDOIGI	58
-		Eddonia do local para a nova colonia	58
		A Chamma comoga a por co coas cros minimum	59
		Intoio das douvidades fora de formigaen e	59
		Colorida 100 printerios mecos de vidas	
Figura	4.9 -	Colorid Coli Iliaio de o dilectici	60
Figura 4	4.10 -	Saida das obreiras	60
			65
Figura 4	4.12 -	Estrutura do Formigueiro Artificial	39
Figura 4	4.13 -	Introdução do obstáculo no trilho	71
Figura 4	4 14 -	Formação do novo trilho	71
Figura 4	4 15 -	Descoberta do caminho óptimo	72
		Entrada do formigueiro destruída	72
			73

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO



1.1. Escolha do Tema

É a admiração o espanto que leva os homens a filosofar. Eles admiram-se das coisas estranhas que se deparam: depois avançam pouco a pouco e começam por se questionar o porquê da diferença, e partem em busca de um novo mundo...Admirável ou não!

A antropologia tem como seu objectivo o estudo da humanidade como um todo, e nenhuma outra ciência pesquisa sistematicamente todas as manifestações do ser humano e das suas actividades de modo tão unificado. É um objectivo extremamente amplo, visando o homem como expressão global - biopsicocultural -, isto é, o homem como ser biológico pensante, produtor de culturas/comportamentos, participante na sociedade, tentando, assim, chegar à compreensão da existência humana.

Para melhor compreender este "jogo de xadrez" complexo que é o homem inserido numa sociedade dita da informação e todo o seu meio envolvente, onde as regras do jogo são definidas, em que: o saber, a descoberta, a inovação, a mudança são os motores de um novo domínio antropológico. Em que a antropologia se relaciona com outras ciências, trocando, assim, conhecimento e experiência, para uma melhor compreensão dos factos.

Actualmente, fenómenos como programação de computadores, aprendizagem, inteligência natural, inteligência artificial, construção de ambientes virtuais, entre outros, são percebidos de múltiplos enfoques, tarefa que implica uma mudança radical de disposição e postura de trabalho, já que passa pela exigência de pensar e operar de forma integrada. Integração, unidade, parceria são palavras-chave da interdisciplinaridade.

O tratamento interdisciplinar, transdisciplinar e multidisciplinar do conhecimento é capaz de assegurar que as aplicações do desenvolvimento industrial e da inovação tecnológica se harmonizem com a ética de respeito e responsabilidade para com o homem e o meio em que vive.

A interdisciplinaridade enquanto aspiração emergente de superação da racionalidade científica positivista, aparece como entendimento de uma nova forma de institucionalizar a produção do conhecimento nos espaços da pesquisa, na articulação de novos paradigmas curriculares; nas determinações do domínio das investigações, na constituição das linguagens partilhadas, nas pluralidades dos saberes, nas possibilidades de trocas de experiências e nos modos de realização de parcerias.

A interdisciplinaridade tem que respeitar o território de cada campo do conhecimento, bem como distinguir os pontos que os unem e que os diferenciam. Essa é a condição necessária para detectar as áreas onde se possa estabelecer as conexões possíveis. Como salienta Gusdorf, cada especialista deve ter consciência dos seus próprios mas deve transcender a sua própria especialidade para as contribuições das outras disciplinas (NICOLESCU B., 1999).

Qualquer empresa que esteja no seio de um sector de actividade competitivo tem que saber olhar à sua volta para todo um conjunto de factores, indicadores e situações. Com tal grau de incerteza em relação à evolução da economia, as organizações têm que criar estruturas para enfrentar estes factores de encontro ao seu principal objectivo: subsistir, para isto, têm de saber auxiliar-se de todas as disciplinas: umas mais naturais como as previsões nem sempre certas mas sempre escutadas dos economistas, outras menos óbvias como a psicologia e a sociologia ou a antropologia.

Aprende-se durante a vida que a ordem reina no Universo, que os planetas descrevem movimentos regulares e, que toda a matéria segue ordenadamente o seu destino, traçado pelas leis naturais. A ciência é exacta e aos olhos de um cientista, munido com a sua sofisticada aparelhagem e as suas fórmulas

rigorosas, o mundo se revela como uma enciclopédia aberta, onde simplesmente se as folhas se abrem.

A história da humanidade é feita de ciclos: construção, destruição, recessão, recuperação, constata-se finalmente que, abandonados a si próprios, todos os sistemas ordenados se degradam ao longo do tempo: as casas ficam em ruínas, os alimentos apodrecem, os automóveis enferrujam. Por outras palavras, o tempo é o obreiro da desordem, da destruição. Quando se observa estruturas ordenadas, como um relógio ou uma ponte, deduz-se que elas foram desenhadas e concebidas por alguém, um criador.

Mas como conseguiu a natureza produzir os seres vivos - as estruturas mais sofisticadas e complexas que existem? Como conseguem os insectos sociais, como as formigas, realizar tarefas tão complexas que exigem um elevado grau de coordenação, sem que haja ninguém a coordená-los? Como consegue o cérebro aprender, sem que ninguém o ensine? Finalmente, quem é que num mercado está a coordenar todos os vendedores e compradores de um determinado produto, para estabelecer o seu preço?

De acordo com Edgar Morin, as organizações geram as suas próprias auto organizações, as quais se apoiam em várias disciplinas. Também este trabalho tem uma abordagem interdisciplinar, em que o conhecimento é múltiplo e divisível e onde todos têm algo, muito ou pouco, a aprender com/de todos. Também se opta por uma abordagem sistémica, a qual encontra a sua identidade nas diferentes disciplinas, reogarnizando alguns dos seus elementos (MORIN, 1997).

Com tanto cientista por aí em busca de vida e inteligência extraterrenas, fica-se até meio constrangido, ao pensar que se procura o contrário: inteligência intraterrena, dentro ou sobre a terra. Mas, assim como nenhum cientista "sério" espera encontrar "marcianos verdes", ninguém procura formigas com complexo de não serem cigarras!

1.2. Motivação

Eu nasci no campo, em miúda encantava-me ver as longas fileiras de formigas que uma após outra delicadamente se cumprimentavam em filas intermináveis e que para mim se movimentavam sem qualquer sentido.

Abandonei o campo e fui para a cidade. Quando parecia ter-me esquecido das formigas que acompanharam a minha infância encontrei na minha casa um longo carreiro de formigas minúsculas. Tal como as formigas da minha infância também estas se cumprimentavam uma a uma. Apesar do incomodo que normalmente qualquer insecto causa fiquei de novo a contemplá-las, reminiscência da infância ou atracção por uma organização que não entendia como se perpetuava tão eficazmente. Comecei a ler e a estudar tudo o que se prendia com estes pequenos insectos, soube que "as minhas formigas" da cidade eram afinal, a tão formiga *Argentina cujos* carreiros se estendem para lá de 5000 Km de extensão.

"Maquinalmente" peguei no primeiro insecticida e quando me preparava para exterminar aqueles incómodos insectos parei e observei, descobri um "Admirável Mundo Novo". Habituada a estudar o comportamento e a cultura humana não sabia o que me atraía para aquela realidade. Compreendi mais tarde, talvez, por trabalhar numa empresa de elevado nível tecnológico que dia a dia ia descobrindo analogias entre duas realidades aparentemente tão distintas.

1.3. Objectivos

"uma vez que a inteligência do sistema surge a partir de sua interação com o meio ambiente, ela não precisa ser pré-programada. Comportamentos inteligentes, mais complexos, surgem a partir de uma multiplicidade de comportamentos simples" (TEIXEIRA, 1998).

Tendo por base a organização de uma colónia de formigas, o presente trabalho tem como objectivo central, a análise de correspondência entre dois tipos de

organizações sociais distintas, as colónias de formigas e as organizações empresariais.

Ou seja, neste trabalho procura-se analisar a organização das colónias de formigas e analisar similitudes entre elas, que analogamente podem ser transportadas e aplicadas nas organizações empresariais.

Com este trabalho pretende-se atingir quatro objectivos específicos:

- 1. Identificar semelhanças/correspondências entre a lógica da estrutura organizacional da colónia e a da organização empresarial;
- 2. A partir da observação directa de uma colónia de formigas, analisar estruturas comportamentais idênticas a estruturas antropológicas.
- 3. Compreender como se comportam em regra os elementos que compõem as organizações num cenário de crise; e,
- 4. identificar diversos cruzamentos de lógicas organizacionais, também identificados no desenvolvimento cibernético.

1.4. Hipóteses

- 1. Similitude entre colónias de formigas, organizações empresariais, cibernética e redes virtuais; e,
- 2. adaptabilidade das organizações empresariais a ambientes imprevisíveis; colónias de formigas *versus* empresas.

1.5. Fases de desenvolvimento do trabalho

Para alcançar os objectivos deste trabalho a investigação foi feita em várias etapas, com metodologias adequadas segundo os objectivos de cada uma.

Na primeira etapa, foi efectuada uma pesquisa bibliográfica sobre o modo de organização das colónias de formigas. Posteriormente, validou-se a análise bibliográfica através de observações em formigueiros, concretamente, no Museu de Insectos Sociais em Vila Ruiva e na análise do terreno pela observação de uma colónia no seu habitat natural.

A segunda fase, consistiu na análise do estado da arte, com base nos trabalhos publicados de investigadores portugueses e estrangeiros, em que se procurou reunir os principais desenvolvimentos teóricos e científicos sobre a temática das colónias de formigas como sistemas complexos adaptativos.

Finalmente na terceira fase foram analisadas as estruturas computacionais e as similitudes entre os diferentes tipos de organizações sociais.

1.6. Resultados Esperados

Independentemente do tipo de negócio ou de qualquer organização humana, o principal problema dos gestores actuais é a inexistência de um "bocadinho de loucura". Vive-se numa época em que a criatividade e a paixão pelo conhecimento/informação vale ouro. São "tempos loucos" que obrigam a empresas "loucas". Contudo esta é uma evidência que as teorias de gestão persistem em ignorar. As empresas têm de perceber, de uma vez por todas, que estão a competir num mundo insano. Por isso, devem criar um estado de revolução permanente, saltando para além dos modelos teóricos tais como: o empowerment, a reengenharia, a qualidade total, entre outros.

As mudanças acontecem cada vez mais rapidamente, no cenário mundial, nacional, regional, local e organizacional, como consequência do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, que colocam no mercado cada vez mais globalizado e competitivo, tecnologias que afectam as organizações, quer no que respeita às estruturas quer às próprias teorias de gestão.

Neste cenário, é preciso encarar e dominar as tecnologias de observação e de aplicação, para passar além da visão contemplativa das novas possibilidades

de compreensão e de adaptação ao novo mundo dos negócios. Olhai os lírios do campo, mas olhai também para as formigas e suas estratégias bem sucedidas! Hoje, tecnologia "barata" e disponível existe para se adequar a qualquer tipo de estratégia. Aceitar estas tecnologias sem medo, é a primeira regra do negócio: adaptar-se ou extinguir-se!

CAPÍTULO II

A Dinâmica das Organizações

2.1. As Organizações e Sistemas

A noção de organização detém, um papel fundamental na transformação da história da Biologia, através de Cuvier com a passagem de uma ciência meramente classificativa de caracteres morfológicos, a uma ciência dos mecanismos de funcionamento. A partir do momento em que a relação órgão-função foi estabelecida, a noção de organização, com a sua dupla implicação estrutural e funcional, tornou-se uma das noções fundamentais para a descrição dos organismos vivos na sua diversidade (ATLAN 1992).

É assim no que respeita a qualquer indivíduo: reconhecem-se numerosos níveis ditos de organização, uns englobando os outros, desde o nível celular, até ao indivíduo por inteiro, passando pelos órgãos, pelos aparelhos e pelos sistemas.

Ao olhar o mundo constata-se, um pouco por todo o lado organizações de diferentes tipos, tamanhos e origens. O conceito de organização como facto, consiste "no estado de um corpo vivo ou de um ser estruturado, tal que permite o seu bom funcionamento" e como acção, é "a intervenção do cálculo racional e da vontade, quer para manter uma ordem e os meios de uma finalidade, quer para os organizar e os fazer funcionar" (BIROU, 1973).

Organização também pode ser definida como uma acção colectiva na perseguição da realização de uma missão comum; uma maneira muito engraçada de dizer que um grupo de elementos se reúne sob uma bandeira distinta para realizar certos produtos ou serviços (MINTZBERG, 1981).

Numa terceira definição de organização adopta-se a proposta por Edgar Morin segundo a qual, a organização é a disposição de relações entre componentes ou indivíduos, que produz uma unidade complexa ou sistema, dotada de

qualidades desconhecidas ao nível dos componentes ou indivíduos. A organização liga, de modo inter-relacional, elementos, acontecimentos ou indivíduos diversos que, a partir daí, se tornam os componentes de um todo. Garante solidariedade e solidez relativa a estas ligações, e portanto assegura ao sistema uma certa possibilidade de duração apesar das perturbações aleatórias. Portanto a organização: transforma, produz, liga, mantém (MORIN, 1997).

A definição de organização, proposta por Morin, revela-se bastante interessante sobretudo porque realça o conceito de unidade complexa ou sistema. Todos os objectos-chave da Física, da Biologia, da Economia, da Gestão, da Sociologia, da Astronomia e da Antropologia entre outras, sejam eles átomos, moléculas, células, organismos, sociedades, astros e galáxias, constituem sistemas.

No seguimento das diferentes definições pode assumir-se que uma organização social consiste na "coordenação e articulação das estruturas sociais, das instituições, das funções, das forças e das relações sociais mais importantes, de forma a permitir o bom funcionamento da sociedade" (BIROU, 1973). É diferente de uma estrutura social, por indicar uma estruturação e formas de relação que resultam da intervenção passada, ou actual da razão, ou seja, procura manter uma ordem prevista e desejada previamente" (BIROU, 1973).

No âmbito da psicologia das organizações, a organização refere-se à coordenação de actividades de um certo número de elementos, que visam a obtenção de determinados objectivos. Uma organização é definida como "a aliança de grupos de interesse, partilhando uma base comum de recursos na tentativa de cumprir uma missão comum, dependendo de um contexto mais vasto" (MILES, 1980). Numa outra perspectiva, a organização consiste num "lugar social de relações individuais e colectivas" (SAINSAULIEU, 1987).

A concepção sistémica da organização evidencia sistemas auto-regulados para tratar certas categorias de incidentes, sistemas capazes de aprender e

construir organizações adaptativas, de transformar incertezas em oportunidades. Sistemas em que a desordem é "apenas" uma eventual ocasião de inovação (LACERDA, 2002). Assim, assumindo uma perspectiva sistémica no campo das organizações pode-se adoptar a definição de organização proposta por Le Moigne como toda a estrutura que possui capacidade de transformar, produzir, ligar e manter ou seja como um sistema uno e múltiplo (LE MOIGNE, 1996).

Porém, tendo em conta a abordagem sistémica, mais do que isso, uma organização diz respeito ao modo como as partes compõem um todo se encontram dispostas, de modo a executar as funções que a ela se destinam. Estas partes articulam-se formando a estrutura do sistema, o qual inclui mecanismos, através dos quais a rede de relações e interacções no interior do sistema é regulado, assegurando a sua sobrevivência. (VON BERTALANFY, 1998)

No caso particular das empresas, estas começaram a ser entendidas como sistemas por influência dos trabalhos desenvolvidos na Biologia por Ludwig Von Bertalanffy. A Gestão incorporou, assim, o conceito de sistema aberto, definido como um todo organizado, composto por subsistemas e integrado num macrosistema ambiental. Apesar de considerar o papel das sinergias e das interacções com o meio, a abordagem sistémica das empresas interpreta o seu comportamento como um processo cibernético de ajustamento sucessivo ao meio para atingir um equilíbrio previamente definido.

A abordagem sistémica, reúne os elementos abaixo indicados:

- Valores, objectivos, cultura;
- Indivíduos/Elementos;
- Conhecimento e tecnologia; e,
- Integração conjunta sob a forma de planificação e de gestão.

Esta abordagem, é no entanto, muito mais abrangente porque numa organização humana (e passando a redundância), as pessoas pensam, sentem

e decidem, de modo a atingir objectivos, eles próprios inseridos numa cultura organizacional. Esta abordagem não é só a modificação de uma organização, mas implica, também, uma intervenção e é nesta dualidade, modificar/intervir, que a organização se torna verdadeiramente um sistema (BERTRAND et al 1994).

A diferença entre a teoria organizacional e a abordagem sistémica, assenta fundamentalmente na permanente evolução do conjunto de conhecimentos, inspirados na Sociologia, na Antropologia, na Filosofia, na Psicologia, na Economia, na Comunicação, na Ciência Política, nas Matemáticas. Enquanto a abordagem sistémica, particularmente, intervencionista, possui, naturalmente uma característica eminentemente prática, de mudança nas organizações (BERTRAND et al 1994).

A abordagem sistémica face à cibernética aparenta uma abordagem analítica porque pretende construir sistemas e deste modo, assume-se como um "pensamento" algorítmico. A importância da informação que flui em qualquer sistema, posiciona-a directamente na cibernética e no campo das tecnologias de informação. Sendo por excelência a Cibernética a ciência da teoria da comunicação e controlo que se ocupa particularmente do estudo comparativo dos sistemas de controlo automático nos organismos vivos, tal como nas tecnologias de informação e comunicação (WIENER, 1988).

A "cibernética" e o campo correlato da engenharia de sistemas foram os precursores da visão "holística" da ciência. O holismo, que se opõe ao reducionismo, encara os sistemas como conjuntos de inter-relações. Citam-se como exemplos clássicos de sistemas holísticos as colónias de abelhas e de formigas. Numa óptica reducionista dir-se-ia que uma colónia é uma colecção de diferentes tipos de um mesmo insecto. Não sendo incorrecto, uma colónia não é tão-somente uma colecção de insectos, porque possui uma complexidade intrínseca que pode passar totalmente despercebida ao observar apenas as partes, mas não o todo. A "simples" observação de um insecto social, levaria alguém a afirmar: "não é grande não é inteligente, logo não tem interesse."

Contudo, qualquer colónia de formigas, constituída por essas pequenas partes, pode executar, de facto, projectos de engenharia, de recolha de alimentos, de defesa e de garante da sua própria reprodução (sobrevivência da espécie). Neste sentido, pode afirmar-se que "o todo é maior que a soma de suas partes" ou que o efeito sinérgico é uma manifestação holística. Muitos outros exemplos poderiam ser apontados com semelhanças a programas de computador, como por exemplo uma sinfonia de Mozart. O que na realidade se sabe é que um programa não é composto meramente de uma colecção de "uns" e "zeros" e que uma sinfonia não é apenas um mero conjunto de notas musicais aleatoriamente dispostas, ou seja, os padrões são tão importantes quanto as partes.

Contudo, grande parte do pensamento humano decorre de ordens, mesmo que inconscientes, de comando e de controlo, donde resultam reacções estritamente reducionistas. Sempre que ocorre um problema ou um desafio, o ser humano procura enfrentá-lo analisando as diferentes partes envolventes.

Qualquer organização deve então ser encarada, como um sistema social dinâmico, o qual se integra num meio complexo e dinâmico e se sujeita às modificações e intervenções inerentes à própria complexidade do meio.

Jöel Rosnay, no Macroscópio introduz um instrumento de observação que permite observar o demasiado grande, o lento e o muito complexo, caracterizando todas as organizações e sistemas que o ser humano desfruta (Rosnay, 1995).

Quadro 3.1 - Instrumentos de Observação

Instrumento	Objecto observado	Exemplos
Microscópio	Infinitamente pequeno	Átomo, célula
Telescópio	Infinitamente grande	Constelação
Macroscópio	Infinitamente complexo	Sociedade,cidade,
		organização, economia

Fonte: Rosnay (1995), Adaptado

O macroscópio é um instrumento interdisciplinar, que reúne diferentes métodos e conceitos de trabalho oriundos de várias disciplinas como: sociologia, antropologia, matemática, física, psicologia, economia, entre outras. Pelo facto, de utilizar diferentes disciplinas socorre-se do mais relevante em diferentes áreas do conhecimento. Assim, o macroscópio pode considerar-se como uma nova abordagem de observação das organizações no sentido metodológico porque permite reunir e organizar os conhecimentos com vista a uma maior eficácia da acção" (BERTRAND et al 1994).

A análise de uma organização coloca a questão de saber até que ponto se deve olhar o todo ou apenas as partes envolvidas na questão em estudo? A realidade evidencia que qualquer análise obriga à observação tanto das partes como do todo, porque as partes se interligam entre si dando origem ao próprio todo.

Ao fazer a analogia entre uma organização empresarial e o corpo humano, denota-se que qualquer empresa comporta-se como um organismo vivo que funciona através de sub-sistemas, cada um destes é em si um sistema, ou seja, um conjunto de processos integrados, que interagem de modo eficiente e cuja eficácia mede o bom funcionamento dos processos, garantindo, assim, o regular funcionamento da organização. Na realidade, a análise do corpo humano evidencia um macro sistema em perfeito equilíbrio, por princípio, que composto de vários sub-sistemas (nervoso, respiratório, digestivo, locomotor, etc.), cada um deles com os seus processos de e para funcionamento. Se em alguma etapa do processo existe algum mau funcionamento, o sistema gera entropia. Um novo equilíbrio, ou um estado saudável do organismo, só é encontrado se o mesmo dispuser dos mecanismos de auto-regulação e autoregeneração que contrariem a tendência de entropia crescente inevitável em qualquer sistema. Por outro lado, a interligação estreita entre os diversos subsistemas formam o sistema geral que influem os processos no seu todo. A relação estabelecida é multiunívoca e dinâmica sendo o equilíbrio do macro sistema dado pela integração dos sub-sistemas que o compõem e, por via destes todos os processos os quais, são controlados por um sub-sistema centralizador, o cérebro.

O modo de funcionamento dos seres humanos, ou vivos em geral, podem em grande ser decalcados para as empresas, sobretudo quando encaradas numa perspectiva holística. O órgão de comando "dirigente", "gestor" ou "líder" deve ter uma visão sistémica sem privilegiar processos, sem priorizar e identificar qualquer entropia no sistema, desmistificar "poderes" potencialmente geradores de conflitos e tentar encontrar equilíbrios pontuais, uma vez que as empresas são sistemas dinâmicos. Assim o macro sistema conduzirá a empresas previsivelmente "lucrativas" sob todos os aspectos.

2.2. Organizações Sociais

A organização social é o padrão de relações entre elementos observáveis numa população em uma determinada época. Cada um dos padrões de organização social que se podem reconhecer é uma fase social.

A natureza dinâmica da organização social, resulta da interacção entre comportamento social, o ambiente presente e a história da espécie. Podem existir diferenças de organização social dentro de uma mesma espécie. Devemos falar sempre da organização social de uma população, e não de uma espécie.

Segundo Deag, a organização social tem quatro aspectos principais: demografia populacional, a dispersão populacional e comportamento de espaçamento, o comportamento social intra-grupo e, a mudança dessas características com o passar do tempo. A demografia populacional é a estatística da população e das sociedades/grupos em que vivem os animais. A dispersão populacional e o comportamento de espaçamento, mostram de que forma os animais se distribuem espacialmente e os mecanismos envolvidos nessa divisão de espaça. O comportamento territorial é um exemplo de comportamento de espaçamento. O comportamento social intra-grupo consiste no comportamento social observável entre os membros de um grupo. A mudança destas características ao longo do tempo verifica-se, tanto a nível individual, como a nível das populações (DEAG, 1981).

Qualquer organização é dinâmica, pois o relacionamento de um elemento com outros membros do grupo, está sempre a mudar, da mesma forma que muda o relacionamento entre grupos.

Uma das maiores mudanças na organização social, ocorre durante a formação de novas sociedades. Existem diferentes tipos de agrupamentos, grupos anónimos, agregações e sociedades.

As sociedades são agrupamentos de seres vivos que têm as seguintes características: o grupo é constituído por um determinado conjunto de seres, de uma única espécie (a integridade do grupo pode estar baseada em odores, visão, ou por audição, entre muitos outros elementos identificativos). No caso concreto das sociedades animais há uma nítida atracção entre os membros do grupo, eles podem dispersar-se para algumas actividades, mas voltam-se a reunir depois; os membros do grupo comunicam entre si; há um alto nível de cooperação, frequentemente com divisão do trabalho, especializando-se em tarefas; a actividade dos membros é frequentemente sincronizada, especialmente durante a alimentação, descanso, deslocamento e acasalamento (DEAG, 1981).

Em sociedades grandes, como a das formigas, a identificação de indivíduos não é possível e a cooperação nestes casos, baseia-se no reconhecimento de castas, na habilidade de distinguir os elementos que executam as diversas tarefas (WILSON, 1975).

A nível das sociedades humanas, constata-se que as mesmas surgem como um grupo familiar, ou como um grupo de indivíduos adultos, que se juntam e cooperam. Numa sociedade os indivíduos tendem a especializar-se nas suas tarefas, de que resulta uma divisão de trabalho. Os vários membros especializam o seu comportamento de modo a aumentar a eficiência da sociedade, o que lhes traz vantagens individuais. Existe um mecanismo complexo de comunicação, envolvendo o mecanismo de reconhecimento de outros membros da sociedade e de fortalecimento das relações entre os membros, o que possibilita discriminar os estranhos.

A vida em sociedade traz muitas vantagens, protecção contra predadores (mais indivíduos para dar o alarme), maior eficiência na alimentação, maior eficiência na reprodução, melhor divisão de trabalho. Muitos seres vivos só conseguem ter sucesso na criação da prole através da cooperação entre elementos, como é o caso das formigas.

O valor da cooperação é claro nas espécies mais avançadas de térmitas, onde milhões de operários se empenham na construção de enormes ninhos e galerias. A forma das estruturas que criam, permite ter no seu interior condições de temperatura, humidade e oxigenação que favorecem a criação da prole e o crescimento do fungo de que se alimentam.

As consequências da vida social não são contudo, sempre benéficas, porque as estratégias de competição têm custos e vantagens. Do mesmo modo que uma posição hierárquica também pode comportar vantagens e desvantagens, nomeadamente na selecção sexual, onde actua a chamada competição social. Para muitos seres vivos, a sociedade é o ambiente social, parte do quadro geral, dentro do qual se examina e avalia o comportamento. As sociedades variam muito conforme o tipo de animal e espécie, verificando-se dentro de uma mesma espécie diferentes tipos de organização das sociedades, em simultâneo, ou adaptativas conforme as estações do ano, a localização, entre outros condicionalismos.

2.2.1. Sociedade Hominídea

Etimologicamente anthropos significa homem, logia significa estudo. Da junção desses dois morfemas, emerge o significado da palavra antropologia (estudo do homem). Dado o significado desta ciência, é possível inferir o seu objectivo, ou seja, tentar compreender o homem como um todo, abrangendo aspectos biológicos, psicológicos, sociais e culturais.

Em breves traços, pode-se enumerar os níveis de evolução humana com as seguintes categorias: macacos antropóides, Australophitecos, Homo habilis, Homo erectus erecto, Homo de Neandertal e Homo Sapiens.

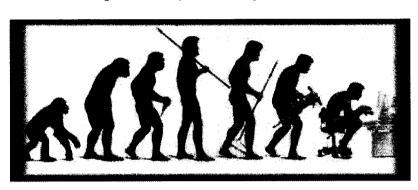


Figura 2.1 - Etapas da evolução do homem

Fonte: http://www.escolavesper.com.br/evol/evo.htm

Após a origem do homem e a sua permanência como espécie, emergiram as diferenças entre os próprios indivíduos da mesma comunidade e de sobretudo, de comunidades diferentes. Diversos factores potenciaram a emergência das diferenças como: a selecção natural, a mutação, o isolamento e o património genético. Assim, sobreviveram os que possuíam melhor capacidade de adaptação ao meio em que estavam inseridos.

A caça, pode considerar-se das primeiras actividades culturais, porque se configura como um artefacto imprescindível ao homem. Os antepassados préhistóricos, sentiram as primeiras necessidades de conviverem em comunidade e de desenvolverem a linguagem, com suas primeiras interacções sociais (cooperação). Na verdade, os seres humanos nascem com língua e laringe, a linguagem, não é uma técnica em si mesma, porque qualquer ser humano tem competência para a palavra, que actualiza com a idade, sem necessidade de aprendizagem especializada. Esta evidência verifica-se nas imensas sociedades "sem escrita" que continuam a existir no nosso planeta (DEBRAY, 2003)

Nessas condições, e com as novas descobertas aos poucos o homem substituiu "instintos" e, simultaneamente, "aproveitou" o cérebro, passando a

abrigar quase o dobro do número de células neurológicas, em relação às que antes possuía.

A cultura gerou necessidades específicas que levaram o homem a uma cognição cada vez mais elaborada. Essas necessidades desdobraram-se na articulação de gestos, na linguagem, na escrita e nos utensílios que foram se complexificando à medida que o grau de desenvolvimento aumentava. Neste processo destaca-se, entre muitas outras coisas, o paleolítico com o homem nómada caçador e colector de grãos com o auxílio de objectos de pedras lascadas, o neolítico, com a manufactura de metais como cobre, bronze e ferro e sobretudo, a sedentarização e o desenvolvimento de pequenas "aldeias", vulgo tribos, até às grandes metrópoles de hoje.

No processo de "instalação" do Homem no planeta surgiu naturalmente um processo de complexificação o qual, no terceiro milénio da História actual ainda não é aceite de forma concordante, no mundo académico e científico. Contudo, e na verdade, uma comunidade correspondia a uma população circunscrita a uma determinada área, em comum partilhavam problemas, alegrias e muitas situações diversas. O alargamento destas comunidades deu origem a novas situações, em que era preciso pensar como: o meio físico, a vida, as tradições, os usos e os costumes, e a própria origem étnica. Na verdade, o aparecimento das povoações incrementou e acelerou a actividade de permuta, ou dito de outro modo a negociação de produtos. Para negociar sementes era necessária a comparação de pesos ou de capacidades. Esta nova actividade suscitou a necessidade de métodos que aferissem a justeza dos negócios efectuados e neste processo surge a necessidade de saber contar, medir e calcular volumes. O camponês tinha de saber identificar as sementes e as épocas de sementeira e colheita e é assim que se encontram nos povos com uma estrutura social muito distante da era actual, registos do tempo e relacionados com eles, conhecimentos, do movimento do Sol, da Lua e das estrelas. Este conhecimento atingiu pela primeira vez, um carácter científico com o desenvolvimento da agricultura e do comércio. O calendário mais antigo que se conhece foi concebido no Egipto entre 4245 e 4242 antes de Cristo, baseou-se na observação do céu, fixou o ritmo das estações e estabeleceu as ligações entre as variações da vegetação com as fases da Lua.

A fixação das "populações" e, de certo modo, a divisão do trabalho, propiciaram maior disponibilidade de tempo, a qual foi aproveitada por alguns na especialização de ofícios através do desenvolvimento de técnicas de fabricação de instrumentos e de armas. As tribos que anteriormente produziam quase inteiramente a totalidade dos bens necessários à sua subsistência, passaram a trocar entre si os produtos cultivados e fabricados. A desoberta das técnicas de fundição e de manufactura, primeiro do cobre, depois do bronze, estimulou fortemente a actividade comercial, de onde esultou o estabelecimento de ligações entre localidades afastadas centenas de quilómetros. Esta actividade comercial promoveu e desenvolveu, por um lado, a formação de linguagens entre povoações, essenciais para os processos de transacção de bens e produtos e, por outro, complexificou a estrutura das sociedades, o que gerou a necessidade de concepção de mecanismos de controlo. Assim, e porque as limitações da memória humana restringem o grau de sofisticação numérica, para que uma sociedade se desenvolva necessita de uma escrita que actue como suporte material da matemática e que vá para além do simples cálculo. A necessidade de preservar os vestígios das transacções eram determinantes para a preservação e desenvolvimento das sociedades, donde surgiram a matemática e a escrita em simultâneo, e cujos destinos têm sempre permanecido ligados (LACERDA, 2000).

A história humana mostra o homem num processo de aculturação, criando novas indústrias e novas economias as quais, estão na génese da própria da capacidade de sobrevivência. Com a cultura o homem seguiu seu ciclo de evolução, não possuindo excessos de defesas intrínsecas, mas sim, externas ao seu ambiente biológico. Em conjunto com a aprendizagem cultural emerge também toda uma herança social, transmitida, não pelos genes, mas pelas tradições herdadas de geração em geração.

Ao pensar o Homem como estrutura biológica denota-se um sistema nervoso complexo onde se inclui o cérebro e a espinal medula. Estas estruturas

compensam; em parte, a falta de dotes corporais nos humanos e convertemnos efectivamente em seres "superiores" em relação ao restante mundo animal. Com elas, surgem o carácter inteligível que permite criar, inventar e descobrir prodígios como: o fogo, a roupa, as habitações, os trens, os aviões, os telescópios, os revólveres, entre tantos outros que é impossível enumerar exaustivamente. Não obstante, convém salientar que, a maioria dos seres vivos possui sistema nervoso, como por exemplo os *Platelmintos, nematelmintos, artrópodes*, os crustáceos e todos os mamíferos. Contudo, o homem foi o único ser dotado pela natureza com uma especificidade de cérebro que lhe permite realizar e desenvolver "culturas".

O Homem assume-se como o sujeito da História entrosado e empenhado que no fim se pauta por um maior e melhor conhecimento do homem como um todo!

2.3. Comportamento Social

O comportamento social animal envolve obviamente comunicação ou seja, transferência de informação de um ser para o outro. Esta ocorre por meio de sinais, sons, odores entre outros, dependendo a coesão do grupo, da capacidade de comunicação dos elementos que o compõem.

A comunicação pode envolver qualquer um dos sentidos, tomar várias formas e transferir informação de muitos tipos. Por exemplo, pode utilizar o olfacto, como no caso dos caminhos marcados pelas feromas das formigas, do cantar dos pássaros ou dos próprios sons emitidos pelas baleias.

Admite-se que ocorre comunicação sempre que o comportamento de um animal, altera a probabilidade de comportamento de um outro da mesma espécie (DEAG, 1981).

Entre as diversas funções da comunicação, conhecem-se entre outras a informação sobre o que rodeia um organismo ou uma espécie, o ecossistema em que vive, no qual se inclui o ambiente físico e as outras organizações com

as quais tem de conviver - ambiente - , o estado fisiológico do emissor quer a nível interno quer sobre a localização, identidade, sexo, e reconhecimento de grupo – odor, coordenação do comportamento e disponibilidade de cooperação. Tipicamente, a informação trocada é uma mensagem sobre o ambiente ou o estado fisiológico do emissor a qual, consegue na ausência de ruído, ser descodificada pelo receptor acerca das suas intenções. Um sinal pode ser uma estrutura, uma substância química, ou um evento comportamental, que tenha sido adaptado para servir de comunicação. Nem sempre o sinal é dirigido a um indivíduo específico no entanto, é aceite que os sinais tenham origem em comportamentos de situações não sociais, que gradualmente assumem funções de comunicação (DEAG, 1981). Contudo, interacção social entre animais não é um processo contínuo. Mesmo quando vivem em sociedade, existem períodos de actividade solitária, na qual, não se processa qualquer comunicação "um outro".

No caso das formigas estas formigas comunicam essencialmente pelas antenas. No entanto, este tipo de comunicação antenal aparenta ao ser humano uma forma de comunicação muito elementar. A observação dos formigueiros denota que quando duas formigas não conseguem descodificar uma mensagem uma recorre ao exemplo e à acção directa, e à força obrigando-as a seguir o caminho que terão de percorrer, ensinam-lhes o que devem fazer, se necessário em regime presencial. Contudo, na maior parte da organização dos formigueiros desde a construção do ninho à própria divisão do trabalho, observa-se uma eficácia organizacional que apenas encontra explicação ao admitir-se a capacidade de comunicação entre as formigas e o delineamento de um plano comum.

A forma mais comum de comunicação entre as formigas é através de substâncias químicas voláteis (odores) e de substâncias solúveis (sabores). Quando essas substâncias são produzidas pelos indivíduos para se comunicarem com outros indivíduos da mesma espécie, elas são denominadas feromonas. As formigas possuem glândulas exócrinas especializadas que segregam as feromonas de forma controlada. Os insectos sociais dependem muito das substâncias químicas para a comunicação e para a defesa.

Existem várias feromonas: feromona de alarme, que se dispersa rapidamente no ar, a uma distância relativamente grande (aproximadamente 60 cm) alertando as companheiras de algum perigo, não persistindo caso a emergência seja de curta duração (por exemplo, usado pelas formigas cortadeiras, que exibem glândulas mandibulares que o produzem). Muitas espécies de formigas utilizam trilhas químicas na colecta de alimentos, com feromonas de recrutamento, depositando nas trilhas feromonas incrivelmente potentes, embora quando não renovados, a sua persistência varie entre as espécies. As territoriais, que são secreções utilizadas para marcar os territórios de uso exclusivo da colónia; as de reconhecimento individual, que são substâncias voláteis de diversas origens sobre o seu corpo como sinal de reconhecimento; as iniciadores, que ao serem detectados por um indivíduo, induzem um processo fisiológico que o transforma de algum modo. Em muitas espécies de formigas, a Rainha as segrega para inibir o desenvolvimento dos ovários das obreiras e dessa forma mantê-las estéreis, funcionando assim como uma forma de controle do desenvolvimento social.

Embora o odor, através da feromonas, seja o principal mecanismo de comunicação entre as formigas, esta pode ocorrer através de outros mecanismos como por exemplo a visão e a audição. Por exemplo, a formiga do género *Myrmecocystus*, realiza batalhas ritualizadas com obreiras de ninhos vizinhos; cada formiga realiza uma dança na frente do inimigo, na qual eleva o abdómen dando a aparência de um indivíduo maior. Através desta dança intimida o inimigo e recruta mais companheiras do seu ninho. A colónia que recrutar maior número de obreiras para dançar é a ganhadora.

Pela comunicação sonora emitem um som ao friccionar uma região específica do abdómen, com uma saliência cuticular presente nesta área. As formigas percebem os sinais sonoros através de receptores especiais que se encontram nas suas patas.

As observações no terreno evidenciam entre as obreiras um contacto boca a boca (trofalaxia) no qual ocorre a troca de alimento, precedido de um contacto mútuo com as antenas (anteneo). Com estes contactos uma formiga cede

alimento a outra. A análise efectuada não permite no entanto concluir que estes sentidos se limitem apenas às antenas, desconhecendo-se as reacções a nível do corpo.

A integração das sociedades de insectos depende muito da troca de alimento e dos comportamentos mútuos de trofalaxia a qual, ajuda a distribuição de alimentos a partilha de odores e o disseminar das feromonas pela colónia. Todos os membros de uma colónia partilham do mesmo suprimento de comida, através do fluxo de permuta de alimento, que circula pela colónia. É quase certo que esta partilha mútua de alimentos, seja uma fonte de odor comum à colónia e do qual todos os membros da sociedade são portadores. Este odor funciona como um distintivo que diferencia os membros dos não membros, ou os "amigos" dos "inimigos", pertencentes a outra colónia, ou outra espécie. É o caso de uma formiga que após ficar fora da colónia por um determinado período de tempo provoca um comportamento agressivo ao retornar à colónia.

Instinto e aprendizagem, sustentam que os instintos são inatos e não dependem da expressão, enquanto a aprendizagem é o oposto, um comportamento totalmente adquirido como resultado da experiência própria de cada do indivíduo. Actualmente considera-se que instinto e aprendizagem são distinções bastante artificiais, não se podendo inferir que o comportamento estereotipado seja instintivo e consequentemente, inato (CARTHY, 1980). No entanto, muitos padrões comportamentais, como as características morfológicas, são muito resistentes a alterações por factores ambientais. A experiência de um animal pode resultar numa mudança radical de certos tipos de comportamento em determinadas situações, o que resulta num processo de aprendizagem. Todo o comportamento depende de factores ambientais, de um tipo ou de outro.

Independentemente do ser animal o comportamento instintivo é reconhecidamente inflexível e moldado pela adaptação para o ser. Por outro lado, o comportamento envolve aprendizagem pela experiência, o que permite maior integração entre o comportamento individual e o ambiente. Como o ambiente é dinâmico o comportamento assume-se como uma parte vital da adaptação ao meio. A aprendizagem pode definir-se como uma mudança

adaptativa no comportamento de um indivíduo como resultado de um conjunto de experiências (CARTHY, 1980). Neste sentido, o processo de aprendizagem permite que a informação não contida nos genes, possa passar de geração para geração.

O grande objectivo de qualquer indivíduo é conseguir reproduzir-se o mais possível, de forma a assegurar a continuidade da espécie (DAWKINS, 1976).

Diversos autores defendem que existe uma evolução das formigas ao longo do tempo, cujas marcas continuam de espécie em espécie. As formigas terão, impelidas por certas circunstâncias, passado da vida terrícola, sua existência primitiva, à vida arborícola e do regime entomófago, no qual foram predadoras e onde só se alimentavam da carne de outro insectos, ao regime afidícola, ou seja pastoral e então ao fungícola, que é o mesmo que dizer agrícola e vegetariano. Ao recapitular a história do homem muitas são as afinidades que se encontram entre as espécies aparentemente tão distintas. Mas na verdade também o homem de caçador a pastor e depois a agricultor.

É talvez este um dos motivos que torna tão torna tão estimulante a observação, a comparação e a analogia entre duas espécies que à primeira vista nada têm em comum e que afinal contemplam tantas afinidades num mundo virtual. Nestas evoluções, estão sempre presentes três estágios, a conquista, a defesa e a organização (MAETERLINCK,s/d).

2.4. Os Alicerces da Sociedade de Informação

Por analogia (com o ponto anterior), pode-se perguntar qual o efeito da sociedade da informação sobre a criatividade individual! Há vantagens óbvias nesse tipo de sociedade - basta pensar na biologia ou na economia, entre outras ciências. A realidade evidencia a existência de informação e de ruído. A questão que não gera consenso no mundo académico e científico é exactamente como diferenciá-los. Claramente, isso requer cada vez mais conhecimento e um senso crítico desenvolvido. O verdadeiro precisa de ser distinguido do falso, o possível do impossível, mas como?

A subsistência das espécies, com a consequente adaptabilidade do meio revela uma estória de organização de sucesso. Olhando para trás e desfolhando "o livro" de cada uma delas o que se verifica, é que de uma forma não consciente, é a existência de uma extraordinária capacidade de transmissão de informação, descodificada por um processo intrínseco de interpretação, traduzido em comunicação.

O incremento dos processos de negociação, o escoamento de excedentes de produção e a necessidade crescente de permutas, de produtos e serviços, "obrigou o homem" a pesquisar formas mais fiáveis e rápidas de comunicação e transmissão de informação. A invenção do telefone pode considerar-se como o verdadeiro alicerce do processamento, tratamento, e transmissão de informação que caracterizam a actual sociedade de informação. Neste processo de desenvolvimento é indissociável o nome de Claude E. Shannon, que embora não tivesse qualquer tipo de pretensões de carácter científico, por se limitar apenas a melhorar a comunicação nas linhas telefónicas da Bell, acabou por ser o verdadeiro "pai" da Teoria da Informação, embora ele nunca a tenha reconhecido como tal.

Shannon utilizou a matemática para estabelecer os fundamentos da comunicação, que viriam a tornar-se uma das bases para o desenvolvimento da informática: o problema fundamental da comunicação é o de conseguir reproduzir num ponto, exacta ou aproximadamente, a mensagem seleccionada noutro ponto (SHANNON, 1949).

Um sistema de comunicação, para que possa funcionar tem de ser composto por: uma fonte de informação, que produz a mensagem, ou sequência de mensagens, a serem comunicadas ao terminal de recepção; um transmissor, que opera sobre a mensagem de uma forma que produz um sinal passível de ser transmitido pelo canal; um canal, que é meramente o meio utilizado para transmitir o sinal do emissor para o receptor; um receptor, que faz o processo inverso do transmissor, reconstruindo a mensagem a partir do sinal e um destinatário, que é a pessoa, ou coisa, à qual a mensagem se destina. Este sistema é passível de entropia como qualquer outro a qual, se traduz em ruído,

ou seja, interferência ou distorção, que altera a mensagem de modo imprevisível durante a sua transmissão e consequentemente na recepção.

Para estudar os problemas que afectam os sistemas de comunicação, Claude E. Shannon representou cada um dos elementos envolvidos no processo, como entidades matemáticas. Para demonstrar a sua teoria, classificou o sistema de comunicação em três categorias principais: (1) o sistema discreto que se caracteriza por um sinal sonoro e uma mensagem estabelecida numa sequência de símbolos codificados, sendo um exemplo os símbolos usados no telégrafo; (2) o sistema contínuo que implica um sinal e uma mensagem transmitida de modo continuado, como os utilizados na rádio e na televisão; e, (3) o sistema misto, que combina as características das duas outras categorias (SHANNON, 1949). O sistema discreto tem aplicações em diversas áreas, para além da comunicação, como por exemplo, a cibernética.

Shannon demonstrou que todas as mensagens podem ser codificadas de forma a não serem afectadas pelo *ruído* e que uma comunicação perfeita é tecnicamente possível. A única limitação a fazer parte da equação é a quantidade de transmissão de informação do canal, ou seja, a sua capacidade de negociar informação.

Apesar das limitações actualmente identificadas na sua teoria, na verdade ela constitui-se como o motor propulsor de todo o desenvolvimento informático que caracterizou a 2ª metade do Século XX e continua como um marco no início deste milénio. Na verdade, comunicar já foi um conceito associado ao transporte de objectos físicos. Hoje este conceito extravasa largamente a definição em questão, porque actualmente comunicar é transmitir ideias, sentimentos, emoções, decisões em suma, a base de todo o desenvolvimento das relações humanas. Nesta perspectiva, a comunicação dentro de uma empresa é um elemento que faz parte integrante da sua vida e do seu funcionamento, não se podendo abordar a comunicação global isolada do contexto mais vasto em que ela se insere: o da própria organização.

Sintetizando pode-se considerar que existem três principais modos de comunicação: o inter-grupos, isto é, a forma mais básica de comunicação entre dois ou mais elementos, sendo estes simultaneamente emissor e receptor, numa alternância de papéis que leva a uma certa imprevisibilidade; o modo de comunicação de massas, que é caracterizado por um emissor que organiza, elabora e difunde a informação para uma audiência basicamente passiva, somente receptora; e por fim, o modo de comunicação organizacional, caracterizado pela sua comunicação ser dentro de uma estrutura visando um objectivo comum. Engloba a comunicação interpessoal, mas com certos limites, já que esta tem de se adaptar aos interesses da estrutura principal.

Face a estas perspectivas a comunicação não é simples nem complicada somente complexa porque, representa um campo multidisciplinar, quer a nível teórico, quer metodológico.

Sem comunicação não existe organização logo é determinante para o bom funcionamento de qualquer e empresa assim, os sistemas de comunicação têm de ser devidamente planeados e acompanhados, porque garantem a todos a informação necessária para a execução das suas funções, e para o próprio desenvolvimento da empresa. Neste sentido, a comunicação é um conceito simultaneamente operacional e estratégico. Estratégico, quando utilizado sistematicamente como instrumento de divulgação, operacional na medida em que utiliza um grande número de técnicas e ferramentas de influência dos comportamentos.

CAPÍTULO III

Sistemas Complexos Adaptativos (SCA)

"Já não existem motivos para temer o Caos, quando pensamos no futuro. Agora, o Caos é o útero de onde surge a vida" (Rivas 1989).

3.1. Novas Perspectivas Organizacionais

Consequentemente, e uma vez, mais à semelhança das organizações biológicas, também as organizações sociais são susceptíveis de evolução. Isto é, adaptação, crescimento, reprodução ou extinção, ou seja, comportam-se como sistemas complexos adaptativos. Qualquer uma destas etapas está dependente dos processos de decisão, os quais são tomados em ambiente de turbulência e devem utilizar como suporte os modelos instrumentais resultantes dos novos desenvolvimentos teóricos sobre complexidade (LACERDA, 2003)

Quando Lorenz, estudou e denominou como efeito borboleta os fenómenos climatéricos cujo desfecho tem condições completamente imprevisíveis, estava certamente longe de imaginar que este efeito seria tão marcadamente ligado à gestão das empresas e à imprevisabilidade que caracteriza os "negócios" nos dias de hoje (LORENZ, 1993).

A Teoria do Caos ocupa-se dos sistemas não-lineares, que resultam de formulações matemáticas precisas. A sua evolução, apesar de imprevisível, resulta da sua própria definição. Os sistemas complexos adaptativos partilham algumas das características dos sistemas não-lineares mas são bastante diferentes. Nos SCA cada agente obedece a um conjunto de regras e objectivos, e desse processo dinâmico de ajustamento resulta a complexidade. Este processo pode acabar por conduzir a um processo de auto organização e assim emerge a ordem dos caos.

Funcionando as empresas como sistemas e tendo como base da interacção entre os indivíduos que fazem parte delas, dinâmicas complexas, elas podem

¹ Adiante designado por SCA

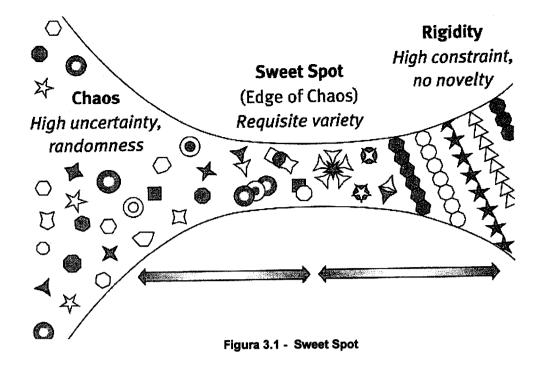
vistas como sistemas complexos. Vários autores defendem desde os anos 90, que as empresas são sistemas complexos adaptativos.

A abordagem da empresa enquanto sistema complexo adaptativo, abre caminho a uma nova visão da própria gestão da empresa. Se durante décadas, se procura aumentar a previsibilidade, muitas vezes através de um rígido planeamento e controlo de todos os cenários, hoje surge a ideia de que de um pouco de caos, pode surgir afinal, algo de positivo. Os activos humanos assumem aqui um papel preponderante, pois é das interacções entre eles que resultam os processos criativos e inovadores.

Existem diferentes abordagens sobre os SCA, para Murray Gell-Mann e John Holland estes sistemas são conjuntos de agentes cibernéticos que agem de forma mecanicista, com base em regras e esquemas de decisão. Para Ilya Prigogine, Stuart Kauffman e Brian Goodwin, que têm uma perspectiva mais radical, é importante a emergência de novas formas e o carácter imprevisível desse processo.

O estudo das relações entre complexidade e adaptação, e como esta adaptação gera complexidade, é conhecido como o estudo dos SCA. Nas últimas décadas, cientistas oriundos da física, da biologia, da informática e da economia têm vindo a construir uma nova abordagem para estudar estes sistemas, que são tão fascinantes como complexos.

Do ponto de vista dos SCA's, todos os sistemas auto-organizacionais se posicionam entre dois pólos: demasiada ordem e demasiada desordem. A investigação dos SCA relativamente a este problema mostrou que todos os sistemas complexos têm o seu *sweet spot* — o ponto entre o excesso de desordem e ordem excessiva, (...) onde sistema está com a sua capacidade máxima de resposta à variedade da sua envolvência, mas também suficientemente estruturado para agir e auto-perpetuar-se.



Fonte: Clippinger, Henry (1999) The Biology of Business, San Francisco, Jossey-Bass Publishers, pág. 9

Neste contexto a capacidade dos gestores passaria então por entender e aplicar os princípios e mecanismos dos SCA, no modo como podem ser utilizados para gerir organizações de maneira a que elas se encontrem sempre neste *sweet spot* (O ponto de equilíbrio entre a desordem excessiva e a ordem excessiva)

Este sistema oferece um novo quadro mental numa base cientifica para gerir em complexidade usando princípios de auto-organização. Segundo John H. Holland, a adaptação origina um tipo de complexidade que vem dificultar a resolução de alguns dos problemas mais importantes do nosso mundo, como a desertificação dos centros das grandes cidades, a S.I.D.A., as doenças mentais ou a sustentabilidade ecológica (HOLLAND, 1997). Só compreendendo a dinâmica dos SCA é que este autor considera ser possível resolver estes problemas, por exemplo, é necessário compreender os ecossistemas antes de se poder intervir neles.

Os SCA diferem da maior parte dos sistemas já estudados, pelas características únicas que exibem, como a coerência perante a mudança, através da acção condicional e da antecipação e a ausência aparente de um comando central. O grande enigma deste tipo de sistemas complexos é a

coerência face à mudança. Isto coloca ao mesmo nível, a economia, a Internet e os embriões em desenvolvimento, pois apresentam problemas semelhantes, como por exemplo, as balanças comerciais, os vírus de computador, ou as deficiências genéticas. O comportamento dos SCA é regido por princípios gerais, os quais quando encontrados fornecem pistas para a resolução de problemas pendentes (HOLLAND, 1997).

Todos os SCA são, sem excepção, constituídos por um grande número de elementos activos diversificados, quer na forma quer na capacidade, denominados agentes (HOLLAND, 1997). Os agentes de sistemas diferentes, ou mesmo dentro de um mesmo sistema, apresentam diferenças reais. Holland defende a imaginação e o comportamento de um agente determinado por um conjunto de regras estímulo-resposta. Estas regras são típicas e simples: se o estimulo, s, ocorre então resposta r; para se definir o conjunto de regras de estímulo-resposta possíveis para um dado agente, é preciso descrever os estímulos que esse agente pode receber e as respostas que pode dar. Por exemplo, para os agentes de uma economia, as empresas, os estímulos podem ser matérias-primas ou capital, entre outros e as respostas podem ser os bens produzidos. Uma vez definida a gama de estímulos possíveis e o conjunto de respostas permitidas para um dado agente, ficam determinados os tipos de regras que esse agente pode ter. Depois, observando a actuação sequencial dessas regras, é possível chegar aos comportamentos acessíveis ao agente. Neste processo surge a adaptação.

A coerência e a persistência de cada sistema dependem de numerosas interacções, da agregação de diversos elementos e da adaptação ou aprendizagem.

De um modo geral qualquer SCA tem sete elementos básicos, quatro propriedades e três mecanismos comuns. Para além dos SCA, não se conhecem outros sistemas complexos em que estes elementos estejam todos presentes em simultâneo (HOLLAND, 1997).

Uma das propriedades é a agregação, entendida em dois sentidos. Por um lado, é uma forma normal de simplificar sistemas complexos, ou seja, agregam-

se "coisas" semelhantes em categorias e depois tratam-se os elementos de cada categoria como equivalentes. Por outro liga-se à emergência de comportamentos complexos em larga escala, partindo das interacções agregadas de agentes menos complexos, que podem actuar como agentes a um nível mais elevado, ou seja, como meta-agentes.

A marcação é um dos mecanismos dos SCA. Este mecanismo facilita a formação de agregados. A marcação é um mecanismo de agregação e delimitação de fronteiras nos SCA. Ela é usada para manipular simetrias. As simetrias são comuns, permitindo ignorar certos pormenores e dirigir a atenção para outros. As marcações facilitam assim a interacção selectiva, ou seja, os agentes conseguem distinguir entre agentes, ou entre objectos, que de outra forma não seriam distinguíveis. Quando as interacções estão bem estabelecidas, apoiadas em marcações, são uma base sólida de filtragem, especialização e cooperação, conduzindo ao aparecimento de meta-agentes que persistem para além dos seus componentes, que estão sempre a mudar. As marcações estão assim na origem da organização hierárquica, agente/meta-agente/metameta-agente/, comum aos SCA.

Outra propriedade dos SCA é a não-linearidade, ou seja, não é possível obterse um valor para o todo, somando os valores das partes. As interacções não lineares tornam, quase sempre, o comportamento do agregado diferente, do que seria de prever quando se soma ou se calcula a média.

Os SCA também têm como propriedade os fluxos, um exemplo de fluxos, são os próprios ecossistemas, em que os nós, as ligações e os recursos são respectivamente, as espécies, as interacções da teia alimentar e as substâncias orgânicas. Os nós são processadores, ou seja, agentes, e as ligações são interacções possíveis. Os fluxos variam ao longo do tempo e os nós e as ligações podem aparecer e desaparecer, conforme os agentes se adaptam ou não. Os fluxos e as redes são assim padrões que reflectem adaptações em mudança, conforme o tempo passa e a experiência se acumula.

As marcações têm consequências especialmente sobre as grandes ligações, pois "os processos de adaptação que modificam os SCA, favorecem as marcações que medeiam interacções úteis e desfavorecem as marcações que conduzem a problemas de funcionamento. Isto é, os agentes com marcações úteis expandem-se, enquanto os agentes com marcações associadas a mau funcionamento deixam de existir" (HOLLAND, 1997)

Os fluxos têm duas propriedades essenciais para os SCA: o efeito multiplicativo e o efeito de reciclagem, ou seja, o efeito dos ciclos nas redes, que pode aumentar a produção de uma rede e ter grandes consequências em redes com muitos ciclos. Por exemplo, uma floresta tropical tem uma grande capacidade para captar e reciclar recursos críticos.

A diversidade é outro elemento básico dos SCA. A diversidade nos SCA não é acidental nem aleatória. A persistência de qualquer agente individual, quer se trate de um organismo, um neurónio ou uma empresa, depende do contexto oferecido pelos outros agentes. Cada tipo de agente ocupa um nicho definido pelas interacções que se centram nesse agente. Ao retirar um tipo de agente do sistema, gera-se uma desordem, respondendo o sistema com uma cadeia de adaptações que resultam num novo agente que preenche essa própria entropia. "O novo agente vai ocupar o mesmo nicho que o agente eliminado e fornece a maioria das interacções em falta" (HOLLAND, 1997).

Os SCA são evolutivos, a adaptabilidade gera a própria diversidade nos SCA, onde cada nova adaptação abre a porta a outras interacções e a outros nichos. A adaptabilidade por antecipação gera dois tipos de modelos internos: os tácitos e os evidentes. Os modelos internos tácitos prescrevem uma acção corrente, perante uma previsão implícita de um dado estado desejado no futuro. Os evidentes são usados como base para explorações explícitas, mas internas, de alternativas; num processo também conhecido como antevisão de cenários.

A evolução pode favorecer os modelos internos eficazes, eliminando os ineficazes, pois as hipóteses de sobrevivência de um organismo são

aumentadas pelas previsões, implícitas ou explicitas, que o modelo proporciona. Desta forma, as variantes de um modelo ficam sujeitas a selecção e a adaptação progressiva.

Outro elemento básico dos SCA é o mecanismo dos blocos constituintes. A utilização de blocos para gerar modelos internos é uma característica universal dos SCA. Para um modelo ser útil, tem de existir alguma repetição das situações modeladas. Como o conceito de reutilização significa repetição, é possível terem-se repetições mesmo perante situações novas. Através da utilização recorrente de blocos, adquire-se experiência, mesmo que os blocos nunca apareçam na mesma combinação exacta. Por exemplo, uma «cara humana» pode ser facilmente identificada através de blocos que a constituem como os olhos, a boca, o nariz e outros, mesmo que todas as caras sejam diferentes. "Quando o modelo é tácito o processo de descoberta e combinação dos blocos tem normalmente lugar à escala de tempo da evolução biológica; quando o modelo é evidente, a escala temporal poderá ser inferior em algumas ordens de grandeza" (HOLLAND, 1997).

As organizações em geral evoluem, passam por etapas como a adaptação, o crescimento, a reprodução ou a extinção, ou seja, comportam-se como sistemas complexos adaptativos. Cada etapa depende dos processos de decisão que acontecem durante a vida desse sistema.

A adaptação é uma componente intrínseca dos SCA, ela ésine qua non dos SCA. No sentido biológico, adaptação é um processo através do qual um organismo se ajusta ao seu ambiente. A experiência conduz a tais alterações na estrutura do organismo que, este acaba por tirar o melhor partido do ambiente que o rodeia para atingir os seus próprios fins. Num sentido mais alargado, a aprendizagem e os processos ligados a ela, fazem parte da adaptação. Neste sentido, a adaptação aplica-se a todos os agentes dos SCA, independentemente das diferentes escalas de tempo e dos diferentes processos dos SCA.

Quando um padrão de interacções é perturbado pela extinção de agentes, depressa se recompõe, embora os novos agentes possam diferir, ao nível do pormenor, dos anteriores. Um exemplo desta situação é o mimetismo nos animais. Por exemplo, na América do Norte a borboleta real é marcada por um padrão preto e cor de laranja que salta à vista, voando contudo em campo aberto, ao contrário de outras borboletas que são mais discretas em termos de padrões e que voam de esconderijo em esconderijo, confundindo-se o mais possível com a paisagem, para iludirem os predadores. A borboleta real acumula no seu corpo um alcalóide ácido produzido por uma planta e os pássaros aprendem depressa que isso lhes prova o vómito, deixando assim de as perseguir. Uma segunda borboleta, a vice-rei, tem um padrão de asas quase idêntico à real, mas não possui a acidez. Ela imita apenas a borboleta real e adquire assim uma defesa dos predadores, que não a distinguem da borboleta real.

Analogamente, os SCA parecem incluir determinados pontos-chaves, nos quais pequenas alterações das entradas, podem produzir grandes mudanças direccionadas. Conseguindo descobrir esses pontos-chaves, estão abertas as portas a soluções para os problemas mais complexos (HOLLAND, 1997).

3.2. Exemplos de SCA

3.2.1. Uma organização social

As organizações sociais (humanas) apresentam uma coordenação centralizada aparentemente estável contudo, num qualquer momento de crise se não se comportarem como SCA só podem ter como resultado a sua própria extinção (governo de um país, presidente de uma empresa, etc).

3.2.2. Os formigueiros

Um exemplo de excelência, de um sistema complexo adaptativo, é um formigueiro. Ele é um sistema distribuído, constituído por um grande número de elementos ou agentes, as formigas, distintos, interagindo (quase sempre localmente) entre si de acordo com determinadas regras e formando uma teia

caleidóscopica de conexões simultâneas. O formigueiro apresenta-se como uma comunidade avançada, com maturidade e um surpreendente grau de adaptabilidade. O formigueiro, comporta-se como um sistema, em que o todo é superior à soma das partes.

Também nos formigueiros se verifica efeito borboleta, um único elemento pode influenciar toda a população onde interage, e pequenas perturbações que surgiram pelo acaso podem potencialmente crescer desmesuradamente ao ponto de mudar radicalmente a dinâmica do sistema. Cada formiga é única e tem liberdade na forma como reage ao ambiente e a outros agentes com quem comunica, usando um conjunto de regras, e eventualmente uma "memória", para determinar essa interacção, o chamado modelo interno.

As propriedades que caracterizam um SCA são visivelmente identificadas nos formigueiros concretamente a nível de: (1) agregação — através do armazenamento de sementes. (2) adaptabilidade — adequabilidade a acontecimentos e situações imprevistas. (3) marcação — através da utilização de feromonas. (4) blocos constituintes — rotina sistemática de tarefas.

3.2.3. A cibernética

A cibernética, desenvolvida por Wiener, tem por objecto o estudo da autoregulação dos sistemas. Na sua estrutura e funcionamento, enquanto sistemas abertos o princípio fundamental é o da manutenção da ordem no interior dos sistemas, daqui advém a necessidade dos sistemas se autoregularem no sentido de manter a ordem e combater o caos, processo que se designa por regulação e implica a recepção e o processamento de informação do output sobre o estado do sistema (feedback) e posteriormente a entrada dessa informação no sistema para que este corrija os erros (retroacção).

CAPÍTULO IV

O "Complexo" Mundo das Formigas

Na década de 30 do século passado antes de Shannon ou Wiener, "No Admirável Mundo Novo", Aldous Huxley concebe uma sociedade totalmente assente em "tecnologia" perfeitamente estratificada, estruturada e organizada, como na concepção do mundo de Newton, com a fiabilidade de um mecanismo de relógio.

No Admirável Mundo Novo, cada membro da organização, era uma peça de engrenagem, onde tudo se encaixa na perfeição. Logo no seu "nascimento" cada ser estava "destinado" e condicionado a um tipo de tarefa específico com elevadíssimos níveis de especialização.

Olhar um carreiro de formigas, tentar acompanhar o seu percurso, o modo como mantêm a "sua organização" a capacidade de subsistência e perpetuação da espécie, "leva-nos" ao Admirável Mundo Novo e a toda uma série de analogias entre o homem, a formiga e ao espectacular desenvolvimento tecnológico que a humanidade tem assistido nas últimas décadas.

Tal como os cavalos as formigas também se abatem, mas ao contrário do homem as formigas não choram!

4.1. Características Gerais

O nome formiga deriva de "ácido fórmico" (ácido que é produzido por algumas espécies de formigas). Em quase todos os cantos do mundo encontram-se formigas elas representam 20% da biomassa do planeta. Recentemente foi descoberta uma supercolónia de formigas na Europa (formiga argentina), a qual se estende por 5.793 quilómetros, indo desde a riviera italiana, ao longo do litoral, até o noroeste da Espanha. A colónia é formada por biliões de insectos, do tipo argentino, vivendo em milhões de formigueiros que cooperam uns com os outros.

Cabeça Tronco Abdómen
Papo Estômago Obreira

Olho Composto Médula

Tubo Digestivo

Macho

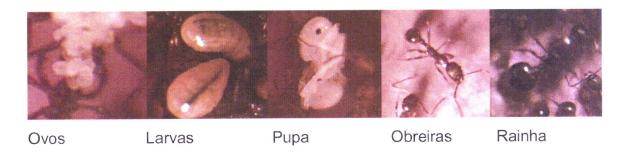
Figura 4.1 - Morfologia da Formiga

Fonte: (http://bmeissner.blog.uol.com.br 4 Abril, 2004)

As formigas fazem parte do Reino Animalia. O qual se divide em vários ramos ou filos. O Filo Arthropoda representa uma grande maioria dos indivíduos do reino animal. Os representantes deste filo apresentam em comum as seguintes características gerais: patas articuladas, exoesqueleto duro formado de quitina, corpo segmentado.

As formigas podem ser classificadas em oito séries principais: as *Dorilinas*, as *Cerapaquinas*, as *Ponerinas*, as *Leptonilinas*, as *Pseudomírminas*, as *Mirmicinas*, as *Dolicoderinas* e as *Formicinas*. Só as *Pseudomírcinas* e as *Formicinas* são cosmopolitas, as restantes são tropicais ou subtropicais. Aparentemente as *Ponerinas* foram antepassados comuns de todas as todas. As formigas à semelhança do homem encontram-se espalhadas por quase todo o planeta.

Figura 4.2 - Fases da Metamorfose da Formiga



Fonte: (http://www.antcam.com/pics/species/index.html 22 Maio, 2004)

O ciclo de vida das formigas de um modo geral decompõem-se em: ovo - larva - pupa – adulto. À medida que a formiga cresce ela sofre mutações periódicas, transformando-se fisicamente, ou seja, passa por processos de metamorfose entre os diferentes estádios até à idade adulta. Qualquer colónia de formigas é formada por diferentes tipos de indivíduos adultos. Cada um dos quais integra uma das quatro castas: Rainha, (sexo feminino), operária (sexo feminino), soldado (sexo feminino) e macho (sexo masculino).

FORMIGAS

RAINHA SOLDADO OPERÁRIA

Figura 4.3 - Castas das formigas

Fonte: (http://www.etall.hpg.ig.com.br/formapi.htm 26 Julho, 2004)

Uma colónia de formigas pode conter uma ou várias Rainhas, sendo respectivamente classificada como monogínica ou poligínica. As Rainhas são reprodutivamente férteis, fecundadas por um ou vários machos, e cuja tarefa se

centra na procriação. Os ovos, podem ser férteis (fecundados ou não), ou tróficos (ovos inférteis). Dos ovos férteis não fecundados, emergem os machos e dos ovos fecundados emergem as fêmeas, que segundo a alimentação posterior se convertem em Rainhas ou obreiras. Os ovos tróficos, podem ser colocados por obreiras de algumas espécies, e servem de alimento para as larvas da colónia.

As obreiras ou operárias, são normalmente fêmeas estéreis, sem capacidade de reprodução plena, podendo contudo, gerar ovos tróficos ou não fecundados, dos quais resultam os machos. As obreiras similares em aparência e tamanho são ditas monomórficas (mono= uma; morfo= forma); aquelas que apresentam formas e tamanhos distintos são polimórficas (poli= muitas; morfo= forma).

Em alguns casos, existe uma casta de obreiras muito diferenciada, que é a dos soldados, formada por elementos maiores que as demais obreiras, com mandíbulas muito desenvolvidas e cabeças muito grandes.

Aparentemente as colónias de formigas não têm administração, funcionam de forma completamente diferente do modo como trabalham os seres humanos. Não há controlo central. Explicitamente ninguém recebe nem dá ordens para fazer esta ou aquela tarefa. Nenhum indivíduo sabe o que deve ser feito para levar a bom termo qualquer tarefa da colónia. "cada formiga abre o seu caminho arranhando e picando através do minúsculo mundo de sua vizinhança imediata. As formigas se encontram, se separam, vão cuidar dos seus afazeres. De certa maneira, esses pequenos eventos criam um padrão que engendra o comportamento coordenado das colónias" (GORDON, 1999).

Os indivíduos sexualmente activos, providos de asas para o voo nupcial que leva à cópula, aparecem só na época reprodutiva. As fêmeas aladas são virgens e ainda não foram fecundadas; elas são morfologicamente idênticas às Rainhas, só que ainda possuem asas. Os machos, também alados, têm cabeças muito menores que as das Rainhas, são pouco activos e a única função é copular com a Rainhas virgens. Os machos copulam uma só vez depois perecem. Cada fêmea tem cinco ou mais machos, que leva às vezes

em seu voo e que fazem turnos, depois do que, derrubados ao solo, perecem ao cabo de algumas horas. A fêmea fecundada, desce, procura abrigo na erva, desprende as asas, limpa o tórax e começa a escavar no solo um quarto subterrâneo para fundar uma nova colónia.

Figura 4.4 - Voo Nupcial

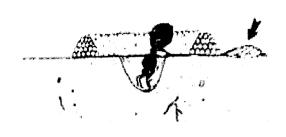
Fonte: (http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html 1 de Junho, 2004)

Não se conhece o mecanismo de coordenação que permite que machos e fêmeas, de diferentes ninhos, saiam para o voo nupcial ao mesmo tempo e se reunam em lugar específico para a cópula, que em geral se realiza a certa altura do solo em pleno voo.

A maioria das formigas constrói um tipo de ninho particular à sua espécie. Mas uma mesma espécie, pode construir mais de um tipo de ninho, dependendo das condições climáticas da região que habita, das facilidades que oferece o ecossistema ou da própria estação do ano. Os ninhos podem classificar-se segundo a distribuição espacial em monodômicos (um só ninho) e polidômicos (uma mesma colónia utiliza vários ninhos de uma vez). Outra classificação, segundo o ambiente em que são construídos, em ninhos arbóreos (nas árvores), superficiais (acima do solo) e subterrâneos (dentro do solo).

Qualquer colónia abriga outros insectos ou animais, que habitam a câmara de lixo dos ninhos, alimentando-se dos alimentos deixados pelas formigas dos próprios excrementos. Outros, utilizando odores que os confundem com as crias das formigas, são alimentados pelas obreiras, como larvas de formigas.

Figura 4.5 - Escolha do local para a nova colónia



Fonte: (http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html 1 de Junho, 2004)

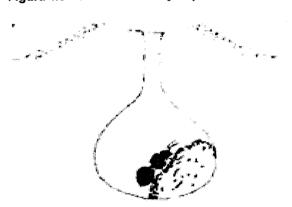


Figura 4.6 - A Rainha começa a por os seus ovos

Fonte: (http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html 1 de Junho, 2004)

A Rainha escolhe o local para a nova colónia e inicia a escavação da primeira câmara do colónia. A seta indica que a Rainha perde definitivamente as asas, ficando estas no chão. A futura Rainha cava uma galeria com suas mandíbulas e patas e uma pequena câmara. Fecha depois a entrada do ninho e começa a colocar seus primeiros ovos. (Fig. 4.6)

Com as primeiras larvas, a Rainha produz ovos tróficos, isto é, ovos estéreis que são utilizados apenas para a alimentação das larvas. Com o nascimento das primeiras obreiras, estas abrem a entrada do ninho, ajudam a Rainha na sua alimentação e noutros cuidados necessários à sobrevivência das crias.

Figura 4.7 - Inicio das actividades fora do formigueiro



Fonte: (http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html 1 de Junho, 2004)

De facto com as primeiras obreiras a colónia está pronta a iniciar as actividades exteriores. Estas dedicam-se à colecta de alimentos para as larvas e a para a Rainha, de modo a que, esta produza mais ovos e consequentemente mais obreiras. Esta fase pode durar entre um a vários anos.

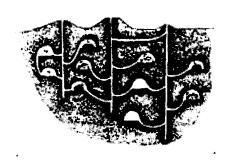
Quando a colónia alcança seu estado de maturidade, ou seja dispõe de um número auto suficiente de obreiras, variável de acordo com a espécie, a Rainha recomeça a produzir ovos dos quais emergem machos e fêmeas, os quais se diferenciam entre si, através do tipo de alimento que consomem. As fêmeas sexuadas são diferenciadas das outras obreiras através do tipo de alimento que recebem. Os ciclos de reprodução repetem-se regularmente dependendo das condições da colónia.

Após os primeiros meses de vida, a jovem colónia cresce e aprofunda-se no solo. São várias as câmaras e crescem os canais que as ligam à superfície.

Figura 4.8 - Colónia nos primeiros meses de vida



Figura 4.9 - Colónia com mais de 3 anos



Fonte:(http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html 1 de Junho, 2004)

Qualquer colónia encerra em si uma divisão do trabalho essencialmente entre quem pode procriar e não pode. Dentro de cada colónia existem dois grandes grupos: as obreiras que trabalham no interior da colónia, cuidam da Rainha e empilham os alimentos em armazéns, e, as obreiras externas, que se deslocam entre o exterior do ninho e as câmaras mais próximas da entrada da colónia, e quase nunca descem até às zonas mais profundas da colónia. As obreiras externas representam normalmente cerca de 25% da população total de uma colónia. Em muitas espécies, as obreiras trabalham primeiro como internas (dentro do ninho) passando posteriormente a obreiras externas.

D. Gordon (1999), verificou que qualquer colónia tem uma rotina diária, cumprindo regularmente as suas tarefas fora da colónia segundo uma sequência igual todos os dias, que se inicia com o nascer do sol.

Figura 4.10 - Saida das obreiras



Fonte:(http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html 1 de Junho, 2004)

Nos processos de rotina verifica-se que primeiro saem as obreiras de manutenção, em pequenos grupos, e as patrulheiras. Algumas vezes é necessário limparem a entrada do colónia, que taparam no final do dia anterior ou que ficou tapado devido à terra trazida pelo vento ou pela chuva. As patrulheiras colocam-se na entrada da colónia, onde se apercebem dos odores (paisagem química). Elas tendem a andar em ziguezague, investigam e interagem mais do que as outras castas, param frequentemente e examinam o terreno. Inicialmente todos os seus movimentos se processam em torno da colónia dispersando-se pouco a pouco para maiores .Em muitas colónias verifica-se a existência de trilhos lineares, enquanto outras traçam várias secções em torno da colónia (GORDON, 1991).

A colecta de alimentos em qualquer colónia são muito semelhantes. Contudo, não aparentam ser manobras tácticas mas apenas resultado de um processo químico, ou seja, das feromonas. O local onde realiza a sua actividade forrageira não parece importar muito, acabando sempre por uma parte delas trazer fragmentos não comestíveis, que logo serão deitados fora. O modo como as trilhas forrageiras mudam de dia para dia, está provavelmente relacionado com a comida que as patrulheiras encontram nas suas buscas no inicio do dia.

O estudo cientifico das colónias de formigas evidencia uma evolução do comportamento, dependente da interacção que estabelecem dentro das populações. Tal como nos homens a vida das colónias evoluiu ao longo dos anos. Se uma colónia de formigas age de determinada maneira tende a produzir uma prole maior e, se a variação de comportamento é transmissível, ao cabo de muitas gerações o tipo mais bem sucedido estará mais representado na população do que o menos bem sucedido. O comportamento de qualquer colónia, a forma como obtém recursos e os utiliza, contribui para a sua reprodução e perpetuação.

À semelhança dos seres humanos as colónias de formigas detêm uma organização com hierarquias e tarefas especificas. Deste modo, a actividade forrageira, em termos de gestão a capacidade produtiva instalada, determina

as hipóteses de reprodução e sobrevivência. Qualquer comportamento que reduza a probabilidade uma colónia estar entre as poucas que se reproduzem poderia, se fosse transmissível, ser seleccionado.

Estes padrões de comportamento (forrageiro) constituem uma organização em rede, onde todas as tarefas estão englobadas. Esta organização emerge dos modos como os indivíduos reagem ao seu ambiente e das suas interacções com os outros. As respostas das formigas assumem-se como padrões comportamentais, os quais se encontram numa densa teia de trajectórias fisiológicas, onde o corpo é um produto da interacção de genes e de ambiente, à medida que a espécie se desenvolve e "traça o seu rumo".

As colónias desempenham uma sequência ordenada, previsível, de tarefas a cada dia. Mas quando há necessidades de mais indivíduos para executar uma tarefa, como por exemplo reparar o formigueiro, ou se surge um novo alimento que precisa de ser recolhido, aparecem formigas para fazer o trabalho e a rotina diária estende-se para acomodar as novas condições.

A organização interna da colónia também determina o desenvolvimento e o próprio ordenamento do território, assumindo-se à semelhança das cidades como uma rede de interacções e de relações entre os membros que a compõem.

À semelhança das sociedades humanas as formigas desencadeiam estratégias de conquista ou manutenção de território como: guerras declaradas, ataques fulminantes, levantamentos em massa, guerras de emboscada, de surpresa, de invasão disfarçada, guerras encarniçadas e de extermínio, guerras incoerentes, e cercos organizados (MAETERLINCK s/d).

MAETERLINCK cita as observações de Huber, onde não consegue retirar uma ilação da hierarquia da organização, uma vez que apenas observou que em situações de conflito as vencedoras adoptam as vencidas convertendo-se estas em voluntárias apesar de se poderem movimentar com a mesma liberdade que as próprias raptoras, mantendo-se fiéis até à morte. Do mesmo modo H. Kutter

ao observar as formigas *Strongilonatus Alpini*, verificou que nas suas expedições contra as *Tetramorium Coespitum*, enviavam as escravas para o combate, sem tomar parte da luta, limitando-se a vigiar e a intimidar o inimigo com a sua presença. Estas duas espécies, inimigas hereditárias, quando o homem as coloca em condições normais, não se atacam e até se aliam, demonstrando assim, uma enorme capacidade de flexibilidade e adaptabilidade ao meio (MAETERLINCK s/d).

A análise das colónias de formigas evidencia sempre uma divisão de trabalho associado a uma dinâmica continua com os seus processos de auto organização ajustados à mudança.

4.2. Metodologia

O objectivo desta componente de trabalho de campo, foi observar in loco o funcionamento de uma colónia de formigas e a(s) forma(s) como a colónia reage à perturbação da sua actividade diária normal.

De forma a se conseguirem observações mais completas e detalhadas, de um ser que é pequeno em tamanho e que constrói o seu ninho debaixo do chão, optou-se por realizar observações em formigueiros naturais e artificiais, em dois locais diferentes.

A observação de um formigueiro artificial, permitiu uma integração no dia a dia de uma colónia de formigas, com um grande nível de detalhe; a observação de um formigueiro natural, em campo aberto, permitiu por sua vez, confirmar as observações sobre a actividade das formigas do formigueiro artificial e realizar duas experiências, com o intuito de observar como reagiam e se adaptavam as formigas, a:

1 – Delineamento de um novo caminho óptimo face à presença de obstáculos;
 e,

2 – Capacidade de auto-organização num contexto de crise (destruição parcial do formigueiro)

O formigueiro artificial, objecto deste estudo, encontra-se no Museu dos Insectos Sociais em Vila Ruiva, no Alentejo. A colónia seleccionada para observações, tem cerca de 9 anos e é da espécie *Messor Capitatus*. Neste formigueiro foram realizadas diversas observações, durante o ano de 2003 com maior grau de incidência nos dias 26 e 27 de Julho e 15 e 16 de Setembro e 5 e 6 de Novembro.

Após as observações no formigueiro artificial tentou-se encontrar a mesma espécie em campo aberto. Foram encontradas colónias de formigas da espécie *Messor Capitatus* na Serra d' Ossa, concelho de Redondo. Os formigueiros forma devidamente assinalados de forma a poder fazer uma observação continuada dos mesmos (algumas das imagens destes formigueiros encontram-se em anexo nesta dissertação em formato CD) Estas observações decorreram entre Maio e Julho de 2004.

O material utilizado no trabalho de campo consistiu em:

- Canetas
- Câmara de vídeo
- Cronómetro
- Enxada
- Fichas de observações
- Lanterna
- Pinça
- Lupa
- Saco plástico transparente para recolha temporária de formigas

Tendo como base preocupações com o rigor das observações, foi criada uma matriz de observação, que permitiu realizar observações em diferentes horas do dia, temperaturas, ambientes, meses do ano, de forma a minimizar o

impacto de variáveis como a intensidade da luz solar, condições climatéricas, no normal funcionamento das colónias de formigas.

As experiências realizadas tiveram como objectivo, analisar a forma como uma colónia de formigas reage a eventos não expectáveis. Num primeiro ensaio , colocou-se um obstáculo num dos trilhos usados pelas formigas, de modo a impedi-las de prosseguir nesse caminho. O segundo ensaio constou, na destruição de uma das entradas do formigueiro. Esta entrada foi meramente aleatória.

Foram feitas gravações em vídeo durante as observações do formigueiro no campo, para se ficar com registos que possibilitassem posteriormente uma análise mais detalhada, por forma a encontrarem-se novos dados e a confirmar as observações feitas *in loco*. Estas gravações, depois de editadas, seguindo um critério de relevância para este estudo de campo e de qualidade de imagem, resultaram num filme com a duração aproximada de quatro minutos.

4.3. Descrição da espécie observada



Figura 4.11 - Formigas Messor Capitatus

Fonte: (http://www.lamarabunta.org/4images/categories.php 26 Julho, 2004)

As *Messor Capitatus* são originárias de países de clima seco estas formigas, chegam a armazenar, em grandes formigueiros, mais de um hectolitro de grãos.

Os ninhos são subterrâneos, geralmente escavados em terrenos barrentos. Apresentam, quando ainda novos (1 a 3 anos), uma só entrada. Os ninhos adultos podem ocupar uma área de 5 m2 e fundura de 4 mts, possuem várias entradas ou olheiros dispersos. Os corredores apresentam uma secção circular. As câmaras de criação ou creches e os armazéns de sementes apresentam formas esféricas, elípticas, que por vezes se alongam. As paredes internas de todo o ninho são minuciosamente polidas. As câmaras superficiais geralmente estão destinadas para a armazenagem das sementes que vão entrando para o ninho. Por vezes, estas câmaras servem de creches para casulos, quando aí se encontre sempre que a temperatura seja propicia ao seu desenvolvimento.

As câmaras intermédias destinam-se ao armazenamento de grãos cuidadosamente seleccionados ou crivados. Porém, nos ninhos novos podem servir cumulativamente de armazéns de lixo, porque a entrada apresenta-se, na maior parte do ano fechada.

As câmaras mais profundas estão destinadas à procriação e contemplam creches que podem estar ligadas a pequenas despensas ou terem acesso rápido a um ou mais armazéns. A Rainha encontra-se sempre numa câmara profunda junto à criação nova. Em ninhos novos esta encontra-se na última câmara.

O exterior do ninho altera o seu aspecto conforme as alterações climáticas, como por exemplo: em Setembro — Outubro nos ninhos adultos (+ de 3 anos), toda a área externa é perfurada por orifícios esféricos ou alongados que fazem lembrar um crivo. No Inverno as entradas são levantadas para evitar a inundação do formigueiro pelas águas da chuva, e oscilações térmicas.

As obreiras forram interiormente os ninhos com uma secreção pigidial (um tipo de feromona); branca que tem um odor a iodo e que quando seco, constitui um revestimento muito impermeável resistente a três dias de chuva violenta. Nos casos em que se verifique inundação e que o revestimento perca a sua

eficácia, o formigueiro é abandonado sendo no entanto, transportadas as crias e as provisões acomodadas.

Para os seus trabalhos no exterior do ninho, as formigas constróem pistas onde se orientam graças à secreção pigidial, cada uma deixa um traço perfumado no solo e as colunas de formigas seguem esta pista.

Um ninho jovem contém só obreiras pequenas: as grandes só aparecem a partir do 2º ano. No 3º ano, o ninho é considerado adulto e surgem as formas aladas. Estas formas aladas, no Mediterrâneo enxameiam de Setembro a Outubro.

Tal como nos outros ninhos de insectos sociais, esta colónia de formigas regista uma evolução constante, enquanto a sociedade se mantém. À semelhança das grandes cidades vão-se constituindo subúrbios, ou seja, algumas partes antigas do ninho que acumulam terra ou detritos e ordenam o território para outras direcções com a consequente alteração total da estrutura inicial do formigueiro.

4.4. Castas das Formigas Messor Capitatus

À semelhança das respectivas espécies de formigas também as *Messor Capitatus* também se dividem em quatro castas: Rainha, obreiras, soldados, e machos. Nestas colónias existem os habitantes permanentes e os temporários. Nos temporários enquadram-se os machos e as Rainhas Aladas, as quais partem para construção dos seus próprios ninhos após fecundadas. Esta estratégia é um dos factores de sucesso da organização porque permite uma expansão continua da espécie.

Em cada colónia a obreira é a casta mais numerosa. Apresentam-se em grande diversidade de tamanhos que podem ir de 3,8 mm a 13mm. A distinção das formigas obreiras não se faz apenas pelo seu tamanho, mas também pelas funções que executam as quais, estão perfeitamente ajustadas A sua constituição física.

As formigas soldado distinguem-se das obreiras por apresentarem uma cabeça desproporcional em relação ao corpo, estas formigas desempenham tarefas específicas dentro da colónia, dispõem da capacidade de produzir ovos para alimentação e para produção de ovos de machos, transportam as sementes para o formigueiro, descascam-nas e trituram-nas.

As obreiras pequenas e médias encarregam-se da criação e de tarefas mais minuciosas.

Em qualquer formigueiro encontram-se três tipos de ovos: ovos fecundados; ovos não fecundados (originam apenas indivíduos machos); e, ovos do tipo alimentar, que se destinam apenas á alimentação da Rainha ou das crias.

4.5. Fundação de uma colónia Messor Capitatus

Uma colónia de formigas *Messor Capitatus* inicia-se quando uma nuvem de jovens formigas aladas voa do ninho. Depois do acasalamento, os machos morrem. As fêmeas arrastadas pelo vento dispersam-se e pousam no chão onde se desembaraçam das suas asas por uma linha de ruptura. Cada Rainha escava um túnel e uma pequena câmara onde se fecha.

Sem alimentos tem de sustentar-se com o que leva no estômago e depois com a reabsorção dos próprios músculos das asas. Começa a pôr ovos e destes nascem pequenas larvas que ela alimenta. Ao fim de 8 a 9 meses aparecem as primeiras obreiras que procuram alimentos (sementes) para a Rainha e para novas crias.

4.6. Interpretação das observações registadas

4.6.1. Observações em formigueiro artificial

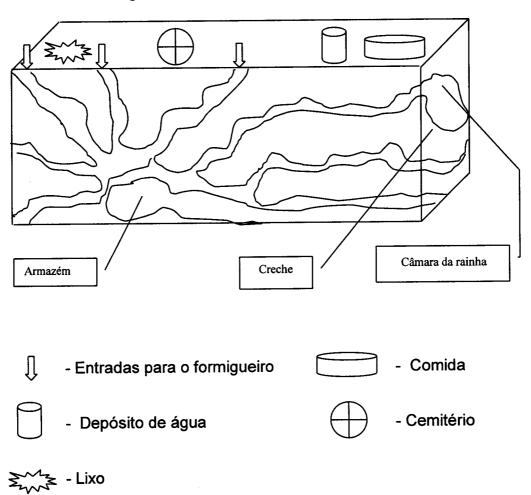


Figura 4.12 - Estrutura do Formigueiro Artificial

O formigueiro artificial observado tem aproximadamente a configuração indicada, na fig. 4.12., 1,5 mts de comprimento por um metro de altura com uma largura de 80 cm. Construído em vidro com cerca de 2mm de espessura, os túneis foram concebidos em gesso. A parte superior do formigueiro é de terra onde se encontra a comida, a lixeira, a água, e o cemitério, onde as "bocas" do formigueiro têm acesso directo.

Foi possível observar a colónia de formigas em toda a sua plenitude. Durante as observações, verificou-se que as formigas concentravam-se principalmente

no trilho da entrada da colónia e o armazém de alimentos. Com o auxilio de uma lupa e de uma lanterna, foi possível observar a câmara da Rainha e verificar a sua actividade continua, postura de ovos.

O formigueiro artificial observado contempla uma colónia com cerca de 9 anos, e uma Rainha com aproximadamente 10 anos, não foi possível quantificar o numero total de formigas que constituem a colónia.

4.6.2. Observações do formigueiro em campo aberto

Após a recolha de informação e tratamento de dados no formigueiro artificial partiu-se para o trabalho de campo para observar este tipo de formigas no seu habitat natural. O formigueiro identificado apresentava diversas entradas a observação de todas as câmaras obrigava à destruição total do mesmo. Como a destruição do formigueiro, iria perturbar o normal funcionamento da colónia de formigas e impossibilitar a realização de experiências, não se optou por essa acção. Foi possível identificar três entradas para o formigueiro, na área examinada.

Durante as observações, foram realizados dois ensaios conforme descrito anteriormente. No primeiro ensaio foi colocado um obstáculo num carreiro com grande actividade e observadas as reacções comportamentais das formigas face ao mesmo (conforme indica a seta na fig.4.13).

Figura 4.13 - Introdução do obstáculo no trilho

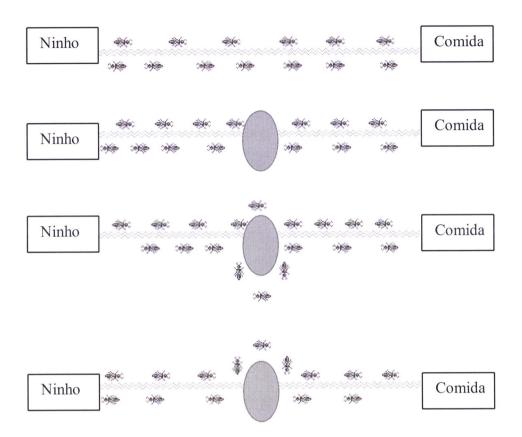


Face a este obstáculo inicialmente as formigas aparentavam desorientação e ausência de instruções para o desempenho das suas tarefas. Nos breves instantes seguintes, algumas formigas optaram por tentar subir o obstáculo ou contorná-lo procurando soluções alternativas. Verificou-se que pela libertação de feromonas rapidamente um numero significativo de formigas seleccionou um mesmo trilho. Breves instantes após a maioria das formigas tinha optado por o mesmo trilho alternativo formando um novo carreiro (caminho óptimo).

Figura 4.14 - Formação do novo trilho



Figura 4.15 - Descoberta do caminho óptimo



O segundo ensaio consistiu em destruir uma das entradas do formigueiro de modo a observar a capacidade de auto-organização e auto-adaptação num contexto de crise.

Figura 4.16 - Entrada do formigueiro destruída



Após a identificação das várias entradas do formigueiro, foi seleccionada a que aparentava ser mais fácil de destruir e possivelmente provocaria menor danos na colónia. Com a ajuda do material de campo, procedeu-se à referida destruição. Embora tenha sido perfeitamente aleatória a selecção da entrada esta conduzia ao armazém da colónia, o qual ficou totalmente a céu aberto.

O impacto imediato foi uma total aparente descoordenação das formigas. Estas circulavam em todas as direcções tropeçando umas nas outras e sem qualquer orientação mas apenas por breves instantes, porque de imediato foi despoletado um "alarme" na colónia e surgiram de imediato as formigas soldados, facilmente identificáveis pelas suas características corporais. Estas formigas estabelecem tácticas para actuar face aos possíveis intrusos e libertam caminhos para que as obreiras possam transportar a maior quantidade possível de alimentos armazenados (conforme indica a seta na fig.4.17).



Figura 4.17 - Transporte dos alimentos

O formigueiro foi delimitado e tentou-se preservar ao máximo as condições iniciais, apesar, da crise ocorrida. Dado que este ensaio tinha como objectivo analisar a capacidade de adaptação em contexto de crise, para possíveis analogias com o ser humano, voltou-se várias vezes ao mesmo local para

análise da zona de catástrofe. Após várias observações verifica-se que a colónia se mantinha no mesmo local mas que a zona destruída não teve qualquer alteração tendo-se constatado contudo uma nova entrada na colónia que possivelmente conduziria ao novo armazém.

CAPÍTULO V

ANALOGIAS

A analogia é uma semelhança estabelecida pela imaginação entre dois ou mais objectos de pensamento diferentes. Ela é no entanto, uma associação, uma correspondência, um elo, que se pretende encontrar entre eles.

A abordagem sistémica utiliza também o raciocínio analógico o qual, se fundamenta num modo de pensamento, pautado pelas relações de similitude entre diferentes objectos. Esta forma de pensamento é utilizada com o intuito de demonstrar relações, entre objectos diferentes, e que não se apresentam explicitamente assinaladas (BERTRAND et al 1994).

A acumulação de conhecimento a nível profissional conjugada com o interesse fascinante do "encantador" mundo das formigas permite evidenciar um conjunto de analogias entre os seres humanos, formigas e/ou organizações porque afinal, em comum surgem os factores genéticos os quais, são determinantes em qualquer organização. Deste modo, após a análise empírica, evidencia-se um conjunto de analogias que aparentam ser mais pertinentes no contexto organizacional. Sabendo contudo, e como afirma Carlos Fiolhais as analogias são tão úteis como enganadoras e as analogias não substituem equivalências (FIOLHAIS, 1994). Apesar das limitações que se sabem subjacentes às ilações extraídas apresenta-se um conjunto de analogias entre estas organizações que se afiguram como mais pertinentes:

1 - A sedentarização do homem marca o inicio das primeiras organizações humanas. A divisão do trabalho é universal e pode ser encontrada em todas as sociedades do presente e passado. Com a divisão do trabalho o Homem libertou tempo para o desenvolvimento de actividades alternativas o que permitiu, o desenvolvimento de diversos ramos da ciência como a Astronomia, a Física, a Matemática e fundamentalmente a Filosofia como um modo de pensar que se pode afirmar como estando na *Géneses* de todo o desenvolvimento da humanidade.

De há longos anos até aos dias de hoje cientistas e investigadores reclamam para o Homem o papel importantíssimo da divisão do trabalho e a influência deste nos níveis de produtividade.

Contudo, qualquer observação não muito detalhada de comportamento dos insectos sociais evidencia uma divisão de tarefas em tudo comum ao mundo dos negócios. Estes especializam-se em determinadas tarefas, mas têm uma divisão de tarefas flexível, que permite alcançar óptimos resultados. Numa colónia de formigas, por exemplo, segundo Deborah Gordon existe troca de tarefas (GORDON, 1999). Embora a lista de ocupações entre povos de tecnologias simples não seja grande, trabalhos e tarefas são distribuídos aos vários tipos de pessoas. À medida que os indivíduos crescem, adquirem capacidades que permitem o ajustamento a tarefas especificas e consequentemente a níveis de produção.

2 - A sobrevivência de qualquer espécie depende da capacidade de adaptação ao meio e consequentemente da não extinção da mesma. A sobrevivência e a consolidação da conquista de territórios obriga necessariamente ao delineamento de estratégias que protejam e mantenham a organização a salvo de todos os possíveis predadores. Esta prática verifica-se na generalidade das organizações vivas onde impera a competição, a cooperação ou uma simbiose entre ambas. As formigas independentemente da espécie a que pertencem têm como objectivo, ou missão, a manutenção ou defesa do território onde se encontram. Nesta defesa e para manutenção do mesmo se necessário desencadeiam guerras, emboscadas, levantamentos de massa, invasão ou extermínio entre outros.

A observação das estratégias de combate das formigas e a sua utilização pela componente humana encontra-se pela primeira vez em Sun Tzu o qual, salientou as semelhanças entre os exércitos e as colónias de formigas. O modelo de exército de Sun Tzu assenta naquilo a que ele chamava organização natural (TZU, 2001). A organização natural tem três características: (i) existe para servir um determinado objectivo, está centrada na informação e é completamente flexível e adaptável; (ii) também os exércitos concebidos por Sun Tzu estavam centrados na informação; e, (iii) eles eram

criados para responder a oportunidades específicas e, uma vez cumprido o objectivo, eram desfeitos. Este modelo de equipas temporárias, funciona tão bem, que ainda hoje continua a ser proposto pelos teóricos da gestão como modelo organizacional do futuro. A ideia central de Sun Tzu era de que as batalhas ganham-se pela organização ou pessoa, que tiver a melhor estratégia competitiva e que cometa menos erros. A colónia de formigas existe com a finalidade de fornecer alimento e abrigo aos membros da colónia. Uma colónia é totalmente flexível, baseada na sua necessidade de alimento e de abrigo, e pode mudar rapidamente de local, ou método, para tirar o melhor proveito de qualquer oportunidade recém descoberta. Entre as formigas existe um "perfeito" sistema de informação/comunicação sobre novas fontes de alimento, que transmitem rapidamente ao resto dos elementos da organização. Este é também um dos factores que podem contribuir para o sucesso organizacional a nível das empresas, ou seja, a capacidade de adaptação à mudança.

3 - As colónias de formigas comportam-se como organizações com hierarquias perfeitamente definidas e perfeita distribuição de tarefas com total interiorizarão das rotinas que garantem o normal funcionamento da organização. Aparentemente as colónias não têm um comando central, mas têm uma unidade de poder, a Rainha, que garante a coesão do grupo.

Tal como o homem cada formiga está programada para morrer. Individualmente cada uma é uma célula da organização mantendo-se a colónia enquanto esta mantiver capacidade de auto-renovação e auto-regeneração. Não se podendo afirmar que a colónia tenha um ciclo de vida. A organização colónia não desenvolve mecanismos de criatividade porque mantém níveis de equilíbrio seguros resultado de um excelente "doseamento" entre ordem e entropia.

Tal como nas colónias de formigas também as empresas não estão programadas para morrer, os indivíduos que a compõem sim. Deste modo a organização não se extingue enquanto mantiver capacidade de auto-renovação e auto-regeneração e adaptação. Mas ao contrário das formigas cada ser humano não nasce "programado" para executar tarefas específicas. Embora

sejam muitas as sociedades onde ocorrem a existência de castas o que delimita à nascença as actividades que poderão desempenhar no estado adulto e nestas sociedades "o soberano" não é questionável.

4 - No traçado de trilhos ou caminhos também se encontram analogias interessantes entre o homem e a formiga. Em ambos os casos, os caminhos traçam-se segundo um processo que aparenta uma forma de comunicação indirecta. No caso do Homem, na maioria dos casos aparecem por uma questão de necessidade, unindo lugares ou povoações e, naturalmente, procurando fazê-lo reduzindo distâncias, garantindo segurança ou constituindo uma experiência agradável. No essencial, a formação de um caminho é um problema de optimização que aparentemente surge como um processo caótico e não linear. Numa primeira fase, os caminhos surgem de forma aleatória, como resultado de várias passagens de pessoas que deste modo sem qualquer tipo de comunicação directa estabelecem. pelo temporariamente a passagem, mesmo que não seja a mais curta, é pelo menos a mais conveniente, pela facilidade de acesso que em si comporta. Trata-se de facto, de um delineamento de percursos com ausência total de mapas ou cartografias, ou seja, a emergência de um processo natural de experiência ambiental.

Nas formigas a formação de caminhos baseia-se num processo de deposição/evaporação de feromona. A feromona é constituída por um químico (odor), que tem simultaneamente a propriedade de ser agradável para as formigas, ou seja de as estimular, e de, com o passar de algum tempo, se dissipar. A formiga que se desloca aleatoriamente vai deixando um rasto de feromona que lhe permite encontrar o caminho de volta para o ninho. Mas se, por exemplo, encontra comida, regressa pelo mesmo trilho depositando mais feromona e elevando assim o seu nível de eficácia. Qualquer formiga que passe encontra, um estímulo superior ao do seu próprio rasto e converge para aquilo que, em breve, se torna num carreiro com centenas ou milhares de formigas. Os trilhos com menor nível de feromona desaparecem. Na selecção dos trilhos quando a deposição de feromona é maior, a formiga leva menos tempo a regressar ao ninho. A pouco e pouco as formigas começam a preferir

este novo caminho e logo o formigueiro se apercebe que este é o atalho mais curto, estabelecendo assim, o caminho óptimo entre a fonte de alimentos e o próprio ninho. Este processo de deposição/evaporação de feromona representa uma espécie de "computação através do ambiente" e concebe um mapa de traçado de caminhos muito diferente dos que o Homem num processo "natural" de interligação com a natureza estabelece.

Em suma, a stigmergia pode entender-se como um mecanismo que, no plano colectivo, conduz à emergência de um mapa feito por todos os agentes (Grassé, 1959 ²). Do mesmo modo, os caminhos das formigas emergem, não resultam de um plano prévio, de uma ordem ou de qualquer intencionalidade. Cada formiga mais não faz do que agir sobre o seu pequeno e limitado local, sem nunca se dar conta do mapa emergente. Contudo, apesar de os dois sistemas aparentarem sistemas de comunicação indirecta no caso das colónias de formigas, estas parecem agir globalmente, de tal modo que o formigueiro pode ser visto como uma entidade independente, uma forma de vida de nível superior, ou seja, como uma organização possuidora de uma inteligência colectiva.

5 - O mundo empresarial enfrenta hoje mais do que nunca mudanças bruscas, alterações profundas na conduta de negócios, crises a vários níveis provocadas tanto por guerras, conquistas de territórios, e/ou fundamentalmente pela aceitação radical do conceito de emprego que ocorreu nos finais do Século XX.

Em qualquer espécie a sua sobrevivência depende em grande parte da capacidade de adaptação, ou seja, do modo como encontra soluções alternativas de adaptabilidade em contexto de crise.

De facto, a capacidade de auto-organização nas colónias de formigas como nas organizações humanas é verdadeiramente surpreendente. Ao destruir um formigueiro e impossível, para qualquer pessoa, não visualizar de imediato as cada vez mais frequentes imagens televisivas que dia a dia mostram

² citado em http://alfa.ist.utl.pt/cvrm/staff/vramos

populações em fuga tentando salvar o máximo possível dos "seus parcos armazéns".

- 6 O fenómeno de inteligência colectiva estende-se hoje às organizações empresariais. Pierre Lévy define a inteligência colectiva como "uma inteligência globalmente distribuída, incessantemente valorizada, coordenada em tempo real, que conduz a uma mobilização efectiva das competências" (LÉVY, 1997). Segundo este autor, "não se deverá confundir esta inteligência colectiva com "projectos «totalitários» de subordinação dos indivíduos a comunidades transcendentes e fetichizadas" (LÉVY, 1997). Para Lévy, as formigas isoladas são estúpidas, não têm qualquer visão de conjunto e nãosabem de que modo aquilo que fazem se articula com os actos das outras formigas, nas grandes empresas também se coloca a questão de até que ponto cada colaborador detém uma visão holística da organização. Cada formiga executa cegamente o papel que lhe dita a sua casta, podendo-se questionar qual a visão de inteligência social que individualmente cada uma detém. Contudo, as novas perspectivas de gestão consideram o ser humano como actor passível de contribuições diferenciadas e criativas determinantes para a formação de uma inteligência colectiva organizacional. Deste modo, se constrói e desenvolve uma cultura organizacional abrangente.
- 7 Na realidade a cultura gerou necessidades específicas que levaram o homem a uma cognição cada vez mais elaborada. Essas necessidades resultaram na articulação de gestos, linguagem, escrita e utensílios que foram tornando-se cada vez mais complexos, de acordo com o estágio de desenvolvimento do Homem. Com a sedentarização, o Homem passou a fazer parte de algo extremamente complexo. O papel muito importante da fala no processo de aquisição e propagação da cultura não pode ser esquecido. A fala é a protagonista das complexidades comportamentais e psíquicas humanas. A capacidade extraordinária que o homem tem de aprendizagem é uma característica distintiva da espécie humana e o fenómeno da vida social tem uma natureza completamente diferente da aparente análoga vida social das formigas. Segundo Deag, "se comparada à complexidade da cultura humana e sua dependência da linguagem escrita e falada, a transmissão cultural de

média, em 75% dos seus genes. Este aspecto, é determinante em termos de hierarquia, distribuição e execução de tarefas porque dado que o património genético é extremamente semelhante permite um grau de fiabilidade na execução das tarefas muito idêntico. De facto, trata-se de um mecanismo natural de especialização obviamente conducente a níveis de produtividade óptimos. Talvez Aldous Huxley se tenha inspirado no Admirável Mundo das Formigas quando concebeu o seu Admirável Mundo Novo, em que tudo funcionava de um modo perfeito, com excepção da parte emocional.

Norbert Wiener (1988), defende que numa comunidade de formigas, cada uma delas tem uma função definida a partida, é um soldado, uma operária, e que se o Homem adoptasse esta comunidade como padrão, então viver-se-ia num estado fascista, no qual cada indivíduo estaria condicionado desde o seu nascimento, a uma determinada ocupação; os governantes seriam sempre governantes, os soldados sempre soldados.

Para este cientista, a aspiração de um fascista a este modelo, baseado nas formigas, resulta de uma má interpretação tanto da natureza do Homem como da formiga. Para ele, uma comunidade de seres humanos é muito mais útil do que uma comunidade de formigas e se os seres humanos tiverem de repetir a mesma tarefa vezes e vezes afins, não só não serão sequer boas formigas mas fundamentalmente nunca serão bons seres humanos.

Um insecto surge como uma espécie de maquina computacional cujas instruções estão a partida inseridas em "cassetes" e que não tem qualquer mecanismo de feedback que o ajude no futuro incerto, mas para o qual ele é perfeitamente indiferente. Norbert Wiener, considerado o fundador da cibernética, pensou que os computadores permitiriam libertar o Homem de um conjunto de tarefas rotineiras, e libertar tempo para estimular e desenvolver a sua própria criatividade (WIENER, 1988). Contudo, o grau de especialização crescente a nível da cibernética pode conduzir a uma "anulação total" de tempo disponível, para actividades alternativas, com a consequente desumanização, por ausência de contacto pessoal e directo entre pessoas.

9 - Toda a motivação para trabalhar no estado da arte da optimização de estruturas com a utilização de algoritmos genéticos, teve origem de facto, na observação e conhecimento dos comportamentos de diversos insectos sociais, entre os quais se destacam as formigas e que permitiram ao homem desenvolver e incrementar soluções informáticas que muito contribuíram para o denominado processo de globalização dinâmica das organizações e inclusivé o acelerar e desenvolvimento de pesquisa cientifica de todos os domínios do saber.

A pesquisa cientifica evidencia a ideia de comunicação indirecta, explorada pelas sociedades de insectos, a qual permitiu o desenvolvimento de algoritmos distribuidos de multi-agentes. Esta estratégia está a ser cada vez mais aplicada a diversos problemas de optimização como cadeias de telecomunicações, distribuição de tarefas e principalmente problemas de optimização combinatória.

Nestas áreas assume particular relevância a aplicação à logística a sistemas de «routing», nas telecomunicações, ao planeamento fabril e de trabalho e às área do «business intelligence». Estes desenvolvimentos têm vindo a ser aplicados a áreas de negócio que procuram novos mercados para explorarem. No fundo, qualquer modelo baseado em agentes autónomos, pode beneficiar dos resultados da pesquisa sobre a inteligência do comportamento das colónias de formigas.

Empresas como a France Telecom, British Telecom e a MCI WorldCom foram pioneiras na utilização de métodos de «routing» baseados na pesquisa sobre os insectos sociais. Esta pesquisa também pode beneficiar a Internet, pois o tráfego é muito imprevisível.

À medida que se continuam a desenvolver pesquisas nesta área, surgem cada vez mais aplicações práticas, onde os programas desenvolvidos evidenciam, cada vez mais, capacidade de lidar com situações em contexto de mudança.

10 - Em suma, os algoritmos baseados no comportamento das formigas surgem como uma forma alternativa de desenhar sistemas inteligentes. Os modelos baseados nas formigas mostram-se mais aptos a lidar com a mudança, com cenários diferentes e imprevisíveis, porque eles próprios são destituídos de emoção e por isso mais eficazes do ponto de vista da racionalidade. Estes algoritmos, inspirados na genética, permitem simular a selecção natural e os formigueiros artificiais (ant-systems), ou seja, sistemas naturalmente auto-organizados. Estes algoritmos permitem uma transposição directa para o mundo dos computadores, contribuindo para a resolução de muitos problemas complexos e introduzindo uma nova visão da própria ciência da complexidade. Os formigueiros e as feromonas virtuais, são utilizados em sistemas multi-agentes, como a Internet, os telemóveis, e tantos outros domínios que exigem uma rápida capacidade de auto-organização e auto-regeneração.

Em 1995, Chialvo e Millonas apresentaram um algoritmo capaz de reproduzir o comportamento das colónias de formigas na formação de trilhos. Na essência este algoritmo simulou a percepção e a deslocação ambiental de cada formiga, a capacidade de reconhecimento da feromona (estímulos) e de proceder à sua deposição e evaporação (Chialvo & Milonas, 1995). O alcance deste modelo foi muito mais vasto do que inicialmente se previa, porque hoje as organizações dispõem de modelos capazes de explicar comportamentos individuais, colectivos e da própria evolução cultural. Estes desenvolvimentos cibernéticos, permitem actualmente, qualificar e quantificar situações tão díspares como o gosto, a moda, a opinião púbica ou inclusive a própria "fabricação" de consensos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÃO

Os organismos capazes de efectuar coisas muito simples podem realizar tarefas muito complexas se um número muito grande de entre eles trabalhar em cooperação (MOREAU, 1990).

A importância da complementaridade entre ciências, é fundamental nas organizações empresariais. Hoje, um gestor deve conjugar para além do domínio de utilização das TIC diferentes ramos da ciência como a Antropologia a Psicologia a História e a Sociologia entre outros. Aqui poder-se-á questionar qual a importância da Economia e da Gestão neste mundo de interligações. A Gestão embora não reconhecida como ciência durante séculos esteve sempre por trás de todos os desenvolvimentos científicos, porque o homem é por natureza negociante. A Economia porque transmite a visão holística da sociedade evidenciando tendências e comportamentos futuros.

Este trabalho de investigação assenta fundamentalmente entre dois tipos de organizações (formigas e homens) que aparentemente nada têm em comum. As formigas actuam em grupo e desenvolvem as suas dinâmicas através de um desempenho excelente de um trabalho em equipa. Se mais nenhuma semelhança existisse esta seria já determinante nas analogias porque o trabalho em equipa se assume hoje a nível das novas perspectivas da gestão como um potencial fortemente indutor de melhores níveis de produtividade.

No inicio do trabalho forma propostos quatro objectivos específicos o desenvolvimento teórico e as observações empíricas permitiram cumprir esses mesmos objectivos conforme se demonstra ao longo de todo o trabalho e construir um conjunto de analogias que aproximam de facto estas duas organizações.

A análise efectuada é verdadeiramente interessante porque o homem ao longo da sua história tem procurou e continua a procurar mecanismos que facilitem o seu trabalho, como ser racional que é, e pela capacidade de raciocínio e inteligência claramente superior à dos restantes animais. Porém o homem é emotivo pelo que perde frequentemente a exactidão nas decisões que toma. Consciente desta limitação desenvolveu e concebeu "máquinas" que garantissem maior fiabilidade de resposta. É neste domínio que surge a cibernética e todo o desenvolvimento informático hoje disponível quer a nível de hardware e software e é exactamente a este nível que o homem adoptou padrões de comportamento dos insectos sociais, em particular o das formigas.

O entendimento do comportamento individual dos insectos, conjugado com a sofisticação a que o homem se habituou a analisar interacções conjuntas pode, porventura, acelerar estes processos a um nível tal que permitirá no futuro, a obtenção de matrizes de probabilidade individuais identificativas de tendências, sentimentos, pensamentos interiores e disparos neuronais, ou seja, ao aparecimento de uma verdadeira teoria estocástica do comportamento de massas, onde a reconstrução do comportamento global será possível a partir da análise dos comportamentos individuais dos elementos singulares da colónia, e sobretudo das relações que eles criam ao nível mais básico das iterações (Ramos & Almeida, 2000).

À medida que o homem desenvolveu organizações aumentou também o grau de complexidade das empresas, mas também de toda a sua vida. Neste processo de complexificação as organizações humanas encontram cada vez mais similitudes com o comportamento das organizações biológicas.

Muito do comportamento das formigas é definido por questões evolutivas, enquanto que o comportamento dos humanos é, em grande parte, função de características culturais que são aprendidas, e modificadas, ao longo de toda a vida.

No entanto, o facto de tanto as colónias de formigas, como as organizações empresariais, funcionarem como sistemas, capazes de se adaptar e colaborar,

com a capacidade de se auto-organizarem, mostra que uma aproximação teórica destes sistemas, pode resultar em contribuições que trazem uma nova luz ás estratégias empresariais.

Num mercado cada vez mais agressivo, caótico e imprevisível, estas contribuições permitem às empresas maior capacidade de inovação e obtenção de vantagens competitivas. Em grande parte, a chave de sucesso de uma organização está exactamente na sua capacidade de *navegar* neste tipo de mercado e chegar *a bom porto*. Num país de navegadores famosos, espera-se que as empresas portuguesas sejam também capazes de alcançar essa capacidade.

Em suma, pode referir-se que as Teorias da Complexidade, ajudam a compreender a envolvente organizacional e promovem um novo modelo de pensamento estratégico, holístico e Interdisciplinar.

As organizações, tal como os Sistemas Complexos Adaptativos, procuram num processo dinâmico conceber novos produtos, serviços e processos que permitam fidelizar clientes de geração em geração.

Ao longo da História, inúmeros são os exemplos em que novas ordens emergiram de situações de caos. A civilização humana é um equilíbrio temporário que resulta da interacção dinâmica de um enorme conjunto de agentes e grupos de agentes. Esta visão contudo, colide directamente, com a visão dos que procuram estabelecer relações directas entre causa e efeito, entre decisão e resultado.

6.1. Limitações

Como qualquer trabalho de investigação este encerra em si uma série de limitações. O facto de se tratar de uma dissertação de mestrado com um horizonte temporal para a realização do mesmo não permitiu o aprofundamento mais pormenorizado de um conjunto de teorias que em muito enriqueceriam o trabalho. Este mesmo prazo condicionou as observações em campo porque um estudo aprofundado sobre o comportamento das formigas obrigaria

necessariamente a maior períodos de observação e outros ensaios. Estas condicionantes influenciam directamente todas as conclusões extraídas ao longo do trabalho, as quais, são passíveis de questionamento e discussão.

Podem-se retirar várias ilações da comparação entre as colónias de formigas e as organizações empresariais; no entanto, também é preciso estar consciente do perigo que espreita quando se tenta usar essas similaridades, como justificação para comparar coisas que são essencialmente diferentes. Não se pode, em última instância, comparar coisas que tem uma natureza intrínseca diferente.

6.2. Sugestões para futuros trabalhos de investigação

São inúmeras as potencialidades de investigação que existem nesta área. Como exemplo indicam-se algumas das aplicações já em curso destinadas a ambientes "caóticos", como a dinâmica de compra e venda de títulos em bolsa, a análise de perfis de clientes na banca e na distribuição, a gestão do l'outing" nas chamadas telefónicas, todo o tipo de gestão de rotas e de engarrafamentos de trânsito ou de comportamentos caóticos de pessoas em espaços comerciais ou turísticos, à saída de jogos de futebol, ou no metropolitano. Tudo o que seja "datamining" ou procura de imagens e conteúdos está, também, sob a mira destas aplicações bio-inspiradas nas formigas. Inclusive modelos de previsão de poluição estão já a ser criados com base nesta inteligência.

Também a inteligência artificial absorveu esta abordagem, deixando de tentar replicar a inteligência humana, para se passar a basear no conceito de agentes autónomos, tendo como base os insectos sociais.

Carlos Fiolhais chama a atenção para o facto de actualmente dispormos de um instrumento auxiliar na compreensão da complexidade dos factos avulsos, que é o computador. Ele permite a simulação computacional da Natureza

Para além da inteligência de enxames, também tem havido pesquisa sobre os algoritmos de formigas; estas duas áreas de investigação enquadram-se na disciplina de «vida artificial» (Ramos & Almeida, 2000). É assim possível recrear a complexidade dos factos através de um algoritmo. (FIOLHAIS, 1994).

BIBLIOGRAFIA



7. Bibliografia

ATLAN, H. L'organisation biologique et la théorie de l'information Hermann, Paris, 1992.

BERTRAND, Y. e GUILLEMET, P. Organizações: uma abordagem sistémica Instituto Piaget, Lisboa, 1994.

BERTALANFY, L. Von – General System Theory, 2. ed., George Braziller, New York, 1998.

BIROU, A. *Dicionário das Ciências Sociais*, Publicações Dom Quixote, Lisboa, 1973.

CARTHY, J. D. Comportamento Animal, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1980.

CHAUVIN. R. As Sociedades Animais, Livraria Civilização, Porto, 1969.

CLIPPINGER, H. The Biology of Business, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1999.

CUNHA, W. H. A. Explorações no Mundo Psicológico das Formigas Editora Ática, São Paulo,1980. (Colecção Ensaios)

DEAG, J. M. O Comportamento social dos animais Universidade de São Paulo, São Paulo, 1981

FIOLHAIS, C. *Universo, Computadores e tudo o resto*, Gradiva, Lisboa, 1994.(Colecção Ciência Aberta)

GORDON, D.M. Formigas em Acção - Como se organiza uma sociedade de formigas, Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 2002;

HINDE, R. A. Le Comportement animal, Vol 1 e 2, Presses Universitaires de France, Vendôme, 1975.

HOLLAND, J.H. A Ordem Oculta: como a adaptação gera a complexidade. Trad. (I./P.) de J. L. Malaquias. Lisboa, Gradiva, 1997. (Série Ciência Aberta)

HUXLEY, A. *Admirável Mundo Novo*. 1º ed. Tradução de Bradil Cia. Brasileira de Divulgação do Livro. São Paulo: Abril, 1974.

LACERDA, P. Informação e Tomada de Decisão em Organizações Complexas Universidade de Évora. Évora. Tese de Doutoramento, 2000.

LACERDA, P. As organizações complexas na era da globalização Universidade de Évora. Évora, 2002.(working paper).

LACERDA, P. Evolução da ciência – uma reflexão: Do caos à ordem, da ordem ao caos, 2003. (working paper).

LE MOIGNE, J.-L. *A Teoria do Sistema Geral.* Trad. (Fr./P.) de J. Pinheiro. Lisboa, Inst. Piaget, 1996 (Colecção Pensamento e Filosofia)

LÉVY, P. – A Inteligência Colectiva – para uma antropologia do ciberespaço Trad. (Fr./P.) de F. Gaspar e C. Gaspar, Instituto Piaget (Colecção Epistemologia e Sociedade), Lisboa, 1994.

LORENZ, E. N. – *A Essência do Caos*, Trad. (I./P.) de C. B. David, Editora Universitária de Brasília, Brasília, 1996.

MAETERLINCK, M. A Vida das Formigas – Um Universo misterioso, Hemus, São Paulo; s/d.

MORIN, E. Complexidade e Transdisciplinaridade, Natal, EDUFRN, 1999.

MORIN, E. Introdução ao Pensamento Complexo, Instituto Piaget, Lisboa, 2001.

NICOLESCU B. (1999) O Manifesto da Transdisciplinaridade, Triom, São Paulo OECD Jobs Strategy (1996) Technology, Productivity and Job Creation - Vol.2 Analytical Report. Paris: OECD

PRIGOGINE, I. e STENGERS, I. A Nova Aliança: metamorfose da ciência Trad. (Fr./P.) de M. Faria, M.M. Trincheira, 2ª. Ed., Gradiva Lisboa, 1986. (Série Ciência Aberta)

PRIGOGINE, I. O Fim das Certezas, Ed. Unesp, 1996, pp. 196-199.

RAMOS, V. & ALMEIDA, F. (2000) Artificial Ant Colonies in Digital Image Habitats - A Mass Behaviour Effect Study on Pattern Recognition. in M. Dorigo, M. Middendorf & T. Stüzle (Eds.) M. Dorigo, M. Middendorf & T. Stüzle (Eds.), Proceedings of ANTS'2000 - 2nd International Workshop on Ant Algorithms (From Ant Colonies to Artificial Ants). Bruxelas: 7-9 Setembro 2000

RIVAS, F. G.-P. Estruturas Organizativas e Informação na Empresa Trad. (E./P.) de A. Tomás R. Oliveira, Editorial Domingos Barreira (Colecção Biblioteca de Gestão), Lisboa, 1989.

SHANNON, C. & WEAVER, W. The mathematical theory of communication, First Paper Edition, University of Illinois Press, Urbana, Chicago, 1963.

STILWELL, A. Enciclopédia de Técnicas de Sobrevivência Ed. Estampa, Lisboa, 2001.

Rosnay, J. Speculations on the Cosmos, Earth, and Mankind Little, Brown & Company, 1997.

Rosnay, J. O Macroscópio. Para uma visão global, Trad. Maria Adozinda Soares, Estratégias Criativas, V.N Gaia, 1995. **WEGNEZ, L. F.** *Iniciação à Robótica: Robots e Homen*s Lisboa, Publicações Europa América, Colecção saber, 1987, 205p. Tradução (F./P.) de Ana Cristina dos Reis e Cunha,. Des Robots et Des Hommes: Initiation à la Robotique, de Paris, Office International de Librairie, 1986.

WIENER, N. The Human Use of Human Beings: cybemetics and society, Da Capo, Boston, 1988.

WILSON, E. O. *Sociobiology,* Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusets, London, 1980.

WILSON, E. O. A Diversidade da Vida. Gradiva, Lisboa, 1997. (Colecção Ciência Aberta)

Recursos Electrónicos

http://www.din.uem.br/ia/geneticos/

http://www.cepec.gov.br/mirmecologia/mirformigas.html

http://www.etall.hpg.ig.com.br/formapi.htm

http://www.sitioduascachoeiras.com.br/reinos/animal/formigas.html

http://www.janelanaweb.com/digitais/espioes_formigas.html

http://alfa.ist.utl.pt/cvrm/staff/vramos/publico.html

http://alfa.ist.utl.pt/cvrm/staff/vramos

http://www.redfish.com/research/HarvardBR SwarmIntelligence.pdf

http://vision.ucsd.edu/~gkogut/Newell/NewellHistory.html

http://krusty.eecs.umich.edu/

http://www.cbi.umn.edu/nsf/bio/newell.htm

http://www.interactividades.pt/ictm/vk.html

http://w3.ualg.pt/dcastro/rob9798.htm

http://www.fclar.unesp.br/entropiaeneguentropia/cap2/cap2.pdf.

http://drjoe.biology.ecu.edu/biocomplexity/carley.pdf.

http://www.eas.asu.edu/~kdooley/papers/iebm.PDF.

http://www.uol.com.br/cultvox/revistas/psibrasil_ii/praticas_sociais.pdf.

http://www.lsi.usp.br/~lourenci/albertina_homepage/SEMIOTICA.pdf.

http://www.competenet.org.br/evento/ritto.pdf.

http://iridia.ulb.ac.be/%7Eants/ants2004/index.html

http://www.lxxl.pt/babel/biblioteca/chal.html

http://www.terravista.pt/Copacabana/5021/formig.html

http://www.univ-ab.pt/bidarra/hyperscapes/video-grafias-7.htm

http://www.escolavesper.com.br/evol/evo.htm

http://www.agirazul.com.br/agapan/lew.htm

ANEXO 1

FICHA DE OBSERVAÇÃO

Anexo 1 – Ficha de Observações	
FICHA DE OBSERVAÇÕES	
Sessão de Observação N.º	
Local:	
Formigueiro:	
Data:	
Hora de Início: Hora de Fim:	
Nível de Iluminação natural ou artificial	:
A ski iidada n	- Formigueiro
Actividade II	o Formigueiro
Zona	Nível e Tipo de Actividade
Breve descrição	

ANEXO 2

Imagens de Observações de Campo (em CD)

