



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
MESTRADO EM TECNOLOGIA**

DIEGO HENRIQUE MAGRIN

**CONSULTAS POR SIMILARIDADE AO  
CONHECIMENTO REPRESENTADO PELO MORPH**

LIMEIRA

2012



DIEGO HENRIQUE MAGRIN

# **CONSULTAS POR SIMILARIDADE AO CONHECIMENTO REPRESENTADO PELO MORPH**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia.

Área de Concentração: Tecnologia e Inovação

Orientadora: Dra. Gisele Busichia Baioco

Co-orientador: Dr. Antonio Carlos Zambon

LIMEIRA  
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR VANESSA EVELYN COSTA CRB-8/8295  
BIBLIOTECA UNIFICADA FT/CTL  
UNICAMP

Magrin, Diego Henrique, 1985-  
M276c Consultas por similaridade ao conhecimento  
MORPH / Diego Henrique Magrin. –  
Limeira, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: Gisele Busichia Baioco.  
Coorientador: Antonio Carlos Zambon.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Tecnologia.

1. Gestão do conhecimento. 2. Base do conhecimento.  
3. Projeto de banco de dados. 4. Representação mental.  
I. Baioco, Gisele Busichia. II. Zambon, Antonio Carlos.  
III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Tecnologia. IV. Título

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Similarity queries to knowledge represented by MORPH.

Palavras-chave em inglês (Keywords):

- 1- Knowledge management
- 2- Knowledge base
- 3- Projected database
- 4- Mental representation

Área de concentração: Tecnologia e Inovação

Titulação: Mestre em Tecnologia

Banca examinadora: Gisela Busichia Baioco, Ana Estela Antunes da Silva, Paulo Rogério Politano.

Data da Defesa: 04-12-2012

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

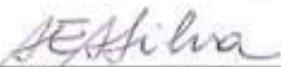
CONSULTAS POR SIMILARIDADE AO CONHECIMENTO REPRESENTADO PELO  
MORPH

**Autor:** Diego Henrique Magrin

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Dissertação:



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Giselle Busichia Baioco, Presidente  
FT/UNICAMP



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Ana-Éstela Antunes da Silva  
FT/UNICAMP



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Paulo Rogério Politano  
UFSCar

Dedico este trabalho aos meus pais

## **Agradecimentos**

Este trabalho não poderia ser realizado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

Aos meus pais Luiz Paulo Magrin e Maria Terezinha Celotti Magrin pelo incentivo em todos os momentos da minha vida.

A minha namorada Karen Elena Zanarelli pelo apoio e paciência dispensada na realização de meu trabalho.

Aos meus orientadores Gisele Busichia Baioco e Antonio Carlos Zambon, pelo apoio, amizade e dedicação prestados, sendo fundamental para a elaboração deste trabalho.

A Direção do Centro Universitário Claretiano em especial ao Pe. Luiz Claudemir Botteon pelo incentivo à realização deste trabalho e aos colegas de trabalho Gabriel Augusto Duarte e Felipe Antonio Ferraz pelo companheirismo e força nos momentos em que estive ausente.

A Deus pela força de alcançar meus objetivos e vencer os desafios.

"A morte do homem começa no instante em que ele desiste de aprender."

**Albino Teixeira**

## Resumo

A necessidade de aquisição e organização do conhecimento para posterior compartilhamento representa um grande problema nas organizações humanas. Para se produzir efetivamente conhecimento compartilhado, é necessário considerar a estrutura do pensamento dos agentes que possuem e compartilham conhecimento. Desse modo, visando ao compartilhamento efetivo do conhecimento por parte das organizações humanas, este trabalho considera o conhecimento representado por meio de modelos mentais de acordo com o Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano – MORPH, propondo consultas por similaridade a essas representações de modelos mentais. O trabalho também desenvolveu um Sistema de Gerenciamento de Conhecimento que implementa as regras do MORPH para representação e armazenamento do conhecimento e as consultas por similaridades para manipulação desse conhecimento. O sistema desenvolvido foi utilizado em um estudo de caso que teve como objetivo analisar em um grupo de empresas, quais seguiam as recomendações da Bolsa de Valores de São Paulo – BOVESPA com relação as práticas de governança sustentável.

Palavras-chave: gestão do conhecimento, base do conhecimento, projeto de banco de dados, representação mental.

# **Abstract**

The need for acquisition and organization knowledge for further sharing represents a major problem in human organizations. In order to produce effectively shared knowledge, is necessary to consider the structure of thought of the agents that have and share knowledge. Thus, in order to obtain an effective sharing of knowledge by the human organizations, this work considers the knowledge represented by mental models according to the Human Thinking Representation Oriented Model, called MORPH, and proposes similarity queries to these mental model representations. The work also developed a Knowledge Management System that implements the rules of MORPH for knowledge representation and storage, and similarity queries to manipulate this knowledge. The developed software was used in a case study that aimed to analyze in a group of companies, which followed the recommendations of the Sao Paulo Stock Exchange - BOVESPA concerning sustainable governance practices.

Keywords: knowledge management, knowledge base, projected database, mental representation.

# Lista de Figuras

Figura 2.1 - Exemplo de um diagrama de estoque-fluxo. ....	5
Figura 2.2 - Diagrama de <i>loops</i> causais.....	6
Figura 2.3 - Estrutura genérica de representação do MORPH. ....	9
Figura 2.4 - Processo de Aquisição de Conhecimento usando o MORPH.....	12
Figura 2.5 - Exemplo de um <i>frame</i> MORPH.....	17
Figura 3.1 - Arquitetura do SGC-MORPH.....	21
Figura 3.2 - Interface de cadastro de um <i>frame</i> MORPH.....	23
Figura 3.3 - Representação de um <i>frame</i> MORPH no formato XML.....	25
Figura 3.4 - <i>Frame</i> MORPH gerado pelo Adobe Flex.....	26
Figura 3.5 - Processo completo de utilização do MORPH.....	27
Figura 3.6 - Esquema conceitual da base de conhecimento MORPH.....	28
Figura 4.1 - Exemplos de consultas por similaridade em um conjunto de objetos. (a) Consulta por abrangência, (b) Consulta aos <i>k</i> -vizinhos mais próximos. ....	32
Figura 4.2 - Relação de cooperação com dois objetos reforçando um terceiro.....	39
Figura 4.3 - Relação de cooperação com dois objetos balanceando um terceiro.....	40
Figura 4.4 - Relação de competição com predominância de relação de balanceamento.....	41
Figura 4.5 - Relação de competição com predominância de relação de reforço.....	42
Figura 4.6 - Relação de competição com forças equivalentes.....	42
Figura 4.7 - Exemplo de similaridade entre dois <i>frames</i> MORPH.....	47
Figura 4.8 - Resultados de consultas por similaridade a <i>frames</i> MORPH.....	47
Figura 5.1 - Relação dos <i>frames</i> analisados do PEBC – BOVESPA.....	51
Figura 5.2 - <i>Frame</i> referencial representando as recomendações da BOVESPA sobre sustentabilidade.....	52
Figura 5.3 - Resultado da execução de consultas por similaridade do <i>frame</i> referencial em relação aos demais <i>frames</i> cadastrados.....	53
Figura 5.4 - Similaridade entre os <i>frames</i> referencial e o com SCORE mais alto do setor Gestão Ambiental.....	55
Figura 5.5 - Representação da dinâmica da adoção de boas práticas pelas empresas analisadas. ....	56

## Lista de Quadros

Quadro 4.1 - Definição de valores para as zonas de um <i>frame</i> MORPH.....	37
Quadro 5.1 - Empresas com melhores SCORE em cada segmento analisado .....	54
Quadro 5.2 - Empresas de maior SCORE em cada segmento econômico .....	57

## Lista de Abreviaturas e Siglas

B	Balanço
BOVESPA	Bolsa de Valores do Estado de São Paulo
CN	Controlável
IM	Imediato
k-NNQ	<i>k-Nearest Neighbor Query</i>
MORPH	Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano
NC	Não controlável
P	Rede Proposicional
PEBC	Programa em Boa Companhia
PN	Penumbra
R	Reforço
RC	Recente
RIA	<i>Rich Internet Application</i>
RM	Remoto
RQ	<i>Range Query</i>
SGC-MORPH	Sistema de Gerenciamento do Conhecimento MORPH
SGML	<i>Standard Generalized Markup Language</i>
SN	Sintagma Nominal
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. ORIGEM E RELEVÂNCIA DO TRABALHO .....	1
1.2. PRINCIPAIS RESULTADOS .....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	2
<b>2. REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO SEGUNDO O MORPH.....</b>	<b>4</b>
2.1. INTRODUÇÃO .....	4
2.2. MODELOS MENTAIS E SUAS REPRESENTAÇÕES.....	4
2.3. MORPH.....	8
2.3.1. AQUISIÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS.....	11
2.3.2. POSICIONAMENTO DE OBJETOS EM UMA ESCALA DE TEMPORALIDADE.....	13
2.3.3. POSICIONAMENTO DE OBJETOS EM UMA ESCALA DE CONTROLABILIDADE .	14
2.3.4. DEFINIÇÃO DOS RELACIONAMENTOS E INTENSIDADE DE RELACIONAMENTOS .....	15
2.3.5. EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DO MORPH .....	16
2.4. CONCLUSÃO .....	19
<b>3. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CONHECIMENTO MORPH.....</b>	<b>20</b>
3.1. INTRODUÇÃO .....	20
3.2. ARQUITETURA DO SISTEMA .....	20
3.3. NÚCLEO BÁSICO DO SISTEMA.....	22
3.3.1. MÓDULO DE INTERFACE GRÁFICA.....	22
3.3.2. MÓDULO DE REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	26
3.4. CONCLUSÃO .....	29
<b>4. SIMILARIDADE ENTRE FRAMES MORPH.....</b>	<b>30</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	30
4.2. CONSULTAS POR SIMILARIDADE .....	30
4.3. ESTRATÉGIA PARA O ESTABELECIMENTO DE UMA FUNÇÃO DE DISTÂNCIA PARA <i>FRAMES MORPH</i> . .....	33
4.3.1. ABORDAGEM SISTÊMICA DE <i>FRAMES MORPH</i> .....	34
4.3.2. DEFINIÇÃO DE VALORES PARA AS ZONAS DE <i>FRAMES MORPH</i> .....	36

4.3.3.	CRITÉRIOS PARA MODIFICAÇÃO DOS VALORES DE OBJETOS .....	38
4.4.	IMPLEMENTAÇÃO DE CONSULTAS POR SIMILARIDADE A <i>FRAMES MORPH</i> .....	43
4.5.	CONCLUSÃO .....	48
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS EXPERIMENTAIS .....</b>	<b>49</b>
5.1.	INTRODUÇÃO .....	49
5.2.	DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	49
5.3.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	54
5.4.	CONCLUSÃO .....	57
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
6.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	59
6.2.	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES .....	60
6.3.	PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	61
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE A – ESTRUTURA FÍSICA DE CRIAÇÃO DA BASE DE DADOS DO SGC-MORPH.....</b>	<b>65</b>

# 1. INTRODUÇÃO

## *1.1. Origem e relevância do trabalho*

As organizações humanas ampliam cada vez mais o conhecimento, cuja aquisição e manipulação são atividades complexas. A fim de se obter um compartilhamento efetivo de conhecimento considera-se a necessidade de representar diretamente as estruturas de pensamento de quem possui o conhecimento.

Partindo desse princípio, Senge (2006) buscou a representação gráfica do conhecimento humano por meio da estruturação de modelos mentais que, segundo sua proposta, permitiria entender a lógica utilizada por indivíduos para executar suas ações no âmbito social e organizacional.

Segundo Zambon (2006), problemas significativos provenientes das interações de indivíduos com os sistemas humanos advêm do fato desses indivíduos adotarem ações inadequadas, que seriam percebidas se fosse possível interpretar sua estrutura profunda de pensamento, denominada modelo mental.

A representação gráfica de modelos mentais, sob uma abordagem cognitiva, de forma proposicional, para atuar como instrumento facilitador em processos de decisão, foi proposta por Zambon (2006), por meio do Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano – MORPH.

Entretanto, o MORPH não possui recursos ou ferramentas que possibilitem o armazenamento de modelos mentais em um sistema computacional para análise e comparação das estruturas cognitivas.

Assim, neste trabalho foi desenvolvido um Sistema de Gerenciamento de Conhecimento que apresenta os processos necessários para a modelagem e gerenciamento de conhecimento segundo o MORPH, bem como a manipulação desse conhecimento utilizando

consultas por similaridade. O software resultante foi registrado sob n. 12635-3 no Instituto Nacional de Propriedade Industrial - INPI (depósito em 13/12/2011).

Este trabalho está inserido no contexto das pesquisas do Grupo de Engenharia da Informação e Conhecimento – GEICon da FT-UNICAMP. O sistema desenvolvido foi utilizado em outras duas pesquisas de mestrado de integrantes do GEICon (COSTA, 2012; TOMÉ, 2012). As análises realizadas em Tomé (2012) não teriam sido possíveis sem o uso do software.

## ***1.2. Principais objetivos***

Os principais objetivos deste trabalho são:

- Definição e implementação de algoritmos que quantificam a similaridade entre *frames* MORPH;
- Implementação de consultas por similaridade entre *frames* MORPH;
- Projeto e implementação do armazenamento de *frames* MORPH em bases de dados relacionais, gerando a base de conhecimento MORPH;
- Implementação da visualização de *frames* armazenados na base de conhecimento MORPH.

## ***1.3. Organização do trabalho***

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira:

- O **Capítulo 2** expõe o conceito de modelos mentais e suas representações, e introduz o Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano – MORPH, modelo este utilizado com base para a construção do Sistema de Gerenciamento de Conhecimento.
- O **Capítulo 3** apresenta a arquitetura do Sistema de Gerenciamento de Conhecimento segundo o MORPH, referenciado neste trabalho como SGC-MORPH, detalhando o núcleo básico do sistema.

- O **Capítulo 4** apresenta o conceito de similaridade entre *frames* MORPH onde são detalhadas as regras e estratégias para quantificar a similaridade bem como a implementação do algoritmo LMORPH, responsável pelo cálculo da similaridade entre os *frames*.
- O **Capítulo 5** apresenta os resultados experimentais, onde é realizada a validação das consultas por similaridade a *frames* MORPH implementadas no sistema por meio de um estudo de caso.
- No **Capítulo 6** são apresentadas as considerações finais, as principais contribuições deste trabalho e as propostas para trabalhos futuros.
- O **Apêndice A** apresenta a estrutura física de criação da base de dados do Sistema de Gerenciamento do Conhecimento MORPH.

## **2. REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO SEGUNDO O MORPH**

### ***2.1. Introdução***

Uma das formas de se representar graficamente o pensamento humano é através de modelos mentais. A seção 2.2 apresenta o conceito de modelos mentais e suas formas de representação abordadas por diversos autores, enquanto a seção 2.3 apresenta o Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano – MORPH, que é o modelo adotado para a realização deste trabalho.

### ***2.2. Modelos mentais e suas representações***

De acordo com Kim (1998), um modelo mental é a visão que o indivíduo tem do mundo, incluindo o universo das compreensões explícitas (identificáveis) e implícitas (subjettivas). Assim, é possível afirmar que, por muitas vezes, o problema exposto por um indivíduo pode ser entendido sobre outro enfoque e possíveis soluções podem ser extraídas desse contexto.

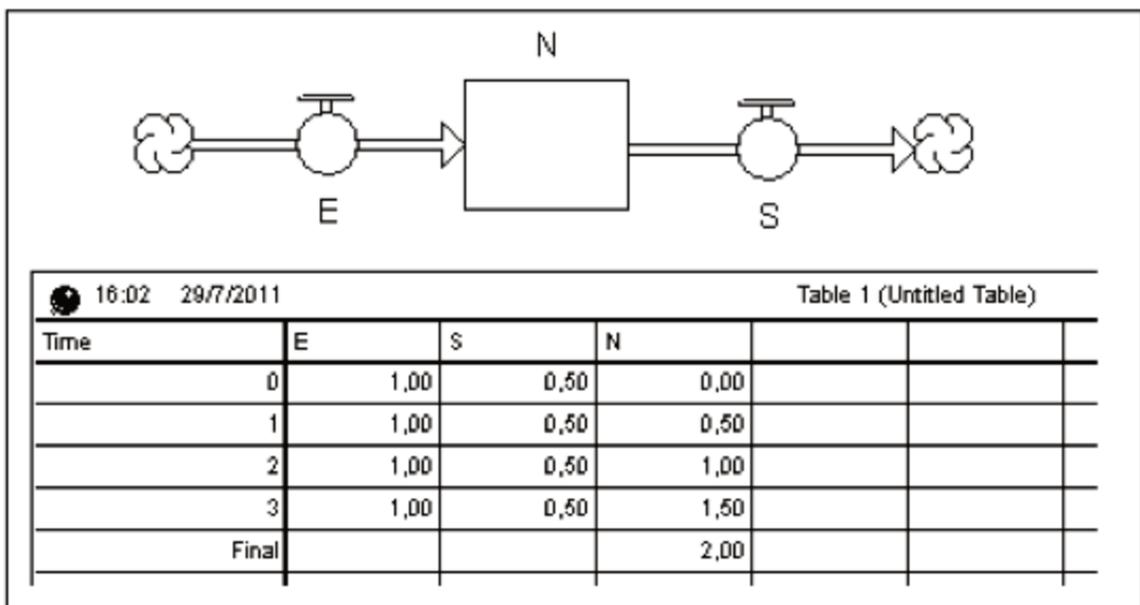
Forrester (1972) e Morecroft & Sterman (2000) propõem a construção de representações mentais através de diagramas de estoque e fluxo. De acordo com Bastos (2003), para a representação de modelos mentais, os diagramas de estoque e fluxo se utilizam de elementos Estoque, que acumulam valores e elementos Fluxo, responsáveis pelo incremento ou decremento dos valores contidos nos Estoques. Em muitas situações, os fluxos são submetidos a um tempo de espera, a fim de imitar a dinâmica real dos sistemas humanos e naturais. Em sistemas reais a impossibilidade de previsão é originada pela dificuldade de se estimar o tempo de espera.

Matematicamente, o nível de estoque na data  $t$ ,  $N_t$ , é obtido pela soma do estoque inicial e o estoque acumulado durante o período em  $t_0$ . O estoque acumulado durante esse

período é dado pela integral da diferença entre o fluxo de entrada E e a saída do fluxo S. Portanto, a taxa de perda dt corresponde ao fluxo de saída de acordo com a equação 1.

$$N_t = N_{t0} + \int_{t0}^t (E_t - S_t) dt \quad (1)$$

O gráfico correspondente de um diagrama de estoque e fluxo para a representação matemática da equação 1, bem como a evolução do nível de estoque, é mostrado na Figura 2.1.

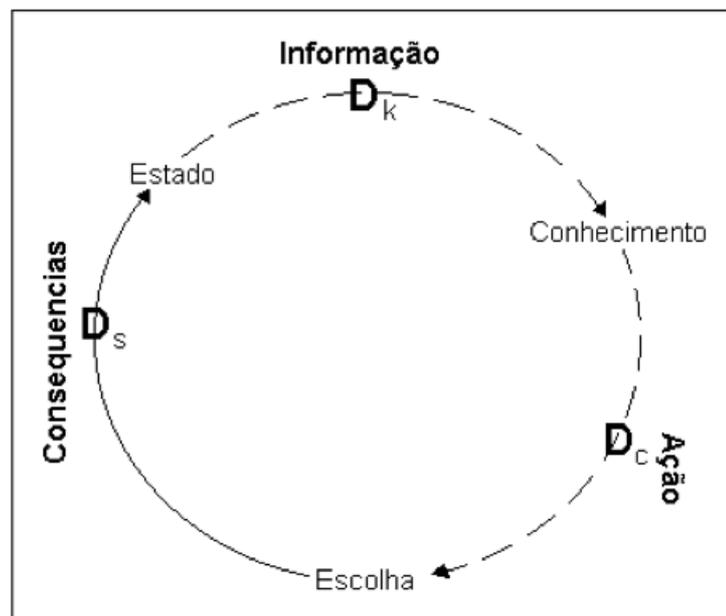


**Figura 2.1** - Exemplo de um diagrama de estoque-fluxo.

De acordo com Johnson-Leard (1986), uma representação matemática, uma estrutura legal, uma norma econômica ou um algoritmo de computador são representações mentais que podem dizer como algo deve ser feito. Tomando os diagramas de estoque e fluxo como modelos mentais, é possível afirmar que eles são as estruturas que reproduzem situações reais de pensamentos dos tomadores de decisão. Essas estruturas, uma vez submetidas à simulação, devem revelar mudanças no sistema analisado, ampliando a capacidade de decisão dos agentes. Então, o tomador de decisão deve ser capaz de pensar sobre cenários prováveis e, ao mesmo tempo, evitar futuras situações problemáticas.

Considerando-se outra linha de pesquisa, Senge (2006) observa que os modelos mentais podem ser representados por diagramas de *loops* causais construídos por sinais representativos de objetos reais, especialmente palavras, interligados por setas de influência que devem ser definidas por critérios e pontos de vista do tomador de decisão.

O diagrama representado na Figura 2.2 pode ser entendido, seguindo as setas no sentido horário. O D na seta Escolha significa que, geralmente, há um atraso significativo entre uma escolha e seu efeito. Além disso, os atrasos  $D_c$ ,  $D_s$  e  $D_k$  não são necessariamente iguais. Informações sobre o estado conduzem a novos conhecimentos depois de um atraso ( $D_k$ ). A ação resultante leva a uma escolha após o outro atraso ( $D_c$ ), mas o novo estado só será conhecido após o atraso  $D_s$ .



**Figura 2.2** - Diagrama de *loops* causais.

**Fonte:** COYLE, 2009.

A sucessão das palavras na parte externa da Figura 2.2 – Informação-Ação-Consequências - representa, com o passar do tempo, a dinâmica do comportamento organizacional. Essa sucessão muda continuamente, gerando um *loop* como uma cadeia de causa e efeito, onde são alimentadas ações passadas, que geram novas ações incrementais. As partes que podem ser alteradas - Informação e Ação - são representadas por linhas tracejadas. Durante o processo de análise, *loops* podem ser excluídos ou incluídos.

Diagramas de *loops* causais são baseados em dois tipos de *loops*: de equilíbrio e de reforço. O principal conceito de um *loop* de equilíbrio é que quando há uma diferença entre o estado atual e o estado desejado, são geradas ações a fim de eliminar essa diferença.

O conceito principal de um *loop* de reforço é que ele age como um mecanismo que gera crescimento no sistema. O estado do sistema se desenvolve de forma contínua, como um efeito bola de neve. Esse crescimento é representado por uma taxa de mudança.

Linhas contínuas no diagrama representado na Figura 2.2 identificam as consequências e as linhas tracejadas representam realimentação de informações e geração de ações. A realimentação de informações de balanceamento deve produzir uma tentativa de estabilizar as instabilidades externas. Instabilidades devem ser eliminadas em um período curto de tempo, caso contrário, será gerado um desequilíbrio no sistema que o fará variar entre níveis muito altos e muito baixos.

As técnicas apresentadas para representar modelos mentais podem ajudar os tomadores de decisão para melhorar a sua percepção sobre a dinâmica de eventos. No entanto, segundo Santos, Belton & Howick (2001) esses recursos são utilizados de forma eficiente na descrição dos modelos que resolvem situações complexas, mas as estratégias mentais adotadas pelos tomadores de decisão para a construção do modelo não são reveladas. Outro problema é que esses modelos não contêm uma explicação própria da lógica utilizada durante a sua construção.

Diante desse cenário, o MORPH surge como proposta para satisfazer as necessidades dos tomadores de decisão no contexto de revelar a lógica dos pensamentos por trás da solução do problema proposto por algum agente. Sua utilização juntamente com a aplicação das consultas por similaridade representam um avanço em relação a proposta de Peter Senge relativamente aos modelos mentais compartilhados. Com as consultas por similaridade nos modelos representados pelo MORPH, é possível identificar em um determinado contexto quais agentes compartilham conhecimento.

### **2.3. MORPH**

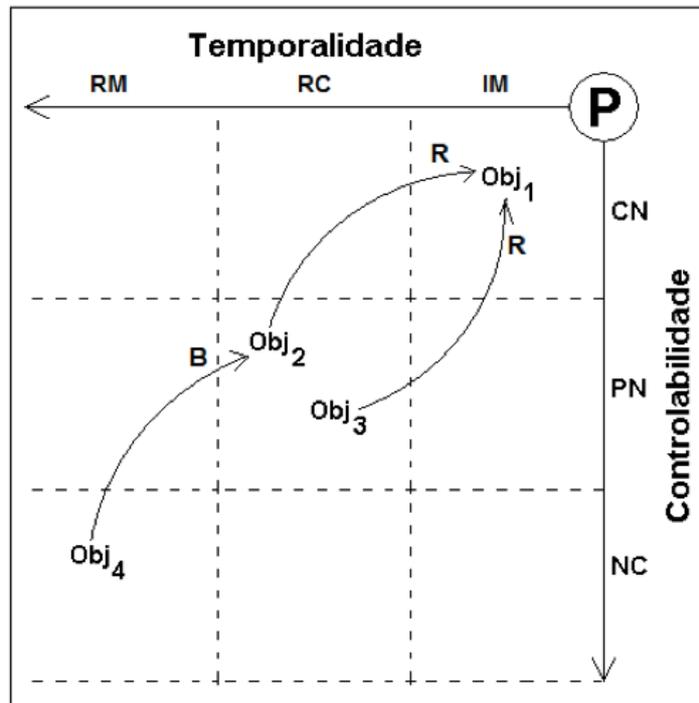
Segundo Zambon (2006), representa-se, com o Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano – MORPH, o conhecimento construído por um agente, em um contexto específico, sob determinadas características e em um determinado momento.

O modelo mental resultante do MORPH será organizado em uma estrutura de rede representada por sintagmas nominais (SMITH, 2004) que estão unidos em *loops* de causa e efeito, com pesos de equilíbrio e reforço (SENGE, 2006), formando uma rede proposicional (ANDERSON, 2009).

Segundo Costa (2012), uma Rede Proposicional (P) é a menor unidade de conhecimento formada na memória de trabalho de um analista e que representa seu objetivo de interpretação ou decisão, e, conseqüentemente, a raiz para a busca de objetos que se encontram nos agentes textuais escolhidos por este analista para corroborar com a sua concepção original.

A Rede Proposicional está organizada como um *frame* (TVERSKY e KAHNEMAN, 1981) graficamente representado por uma área delimitada por um eixo horizontal de Temporalidade, e um eixo vertical de Controlabilidade. O eixo de temporalidade é dividido em segmentos que expressam uma regressão temporal, de forma análoga às memórias imediata (IM), recente (RC) e remota (RM) (MATLIN, 2004), utilizado pelos indivíduos na composição de seus modelos mentais.

O eixo de controlabilidade assume a condição binária de controlar (CN) ou não controlar (NC) as proposições contidas no modelo, considerando ainda, uma posição dentro de todo o processo mental, que é a incerteza, denotada no modelo por Penumbra (PN). A estrutura genérica que representa essa proposta é apresentada na Figura 2.3.



**Figura 2.3** - Estrutura genérica de representação do MORPH.

Na representação da Figura 2.3, os eixos de temporalidade e controlabilidade delimitam uma área dividida em nove zonas que têm diferentes atributos associados com o cruzamento desses dois eixos. Os objetos (Obj1, Obj2, Obj3, Obj4) são sintagmas nominais que estão conectados para formar uma rede proposicional (P). Objetos são elementos de linguagem que representam estruturas tangíveis (animais, vegetais ou minerais) ou intangíveis (sentimentos, cores).

A rede proposicional tem um significado intrínseco e denotativo, definido pelo significado dos objetos e a maneira como eles estão relacionados. No entanto, existem outros atributos extrínsecos, provenientes das zonas de intersecção dos eixos horizontal e vertical, onde se encontram os objetos, que define a sua controlabilidade e temporalidade, além dos pesos das influências mútuas, designados pelas letras existentes no final das setas, como explicado na seção 2.3.4.

No contexto do MORPH, os proprietários do conhecimento são chamados de agentes. Quando esses agentes têm autoridade para interagir e modificar as variáveis de um sistema complexo, com o objetivo de modificar uma situação, esses agentes são chamados tomadores de decisão. Esses tomadores de decisão geralmente têm apenas uma parte do conhecimento

para interagir com a complexidade do sistema, o que torna necessário encontrar meios adicionais para reduzir a incerteza, tentando minimizar a ocorrência de eventos inesperados.

No contexto da abordagem cognitiva e da estratégia de modelagem proposta pelo MORPH, o termo "modelo mental" refere-se a uma coleção de objetos existentes em um cenário real, que são trazidas para a memória de trabalho de um agente. Para organizar esses objetos, as regras são usadas a partir da memória de longo prazo. Essas regras descrevem um cenário em um contexto cognitivo, que é semelhante à realidade que irá durar o tempo suficiente para que o agente possa desenvolver o processo de reconhecimento, interpretação, conhecimento e decisão sobre o problema (TENPENNY e SHOBEN, 1992).

Sob essas considerações, os detalhes da proposta para o MORPH, tem algumas diretrizes básicas:

- 1) O modelo proposto considera que um *frame* está organizado do ponto de vista de um observador;
- 2) Um *frame* é composto de objetos interligados por conexões de causa e efeito;
- 3) As conexões de causa e efeito têm atributos intrínsecos que se referem a objetos que estão associados;
- 4) O posicionamento de cada objeto no *frame* é definido por atributos extrínsecos.

Um *frame* resultante do MORPH serve como facilitador nos processos decisórios e auxilia na interpretação de problemas complexos do ponto de vista de um agente. O *frame* deve também permitir a interação com outros agentes desse processo mental, adicionando ou modificando objetos e regras não imaginados pelo agente inicial, num contexto de melhoria contínua (ZAMBON, 2006). Esse processo é chamado por Senge (2006), de modelo mental compartilhado. O *frame* é uma ferramenta para o compartilhamento de conhecimentos e construção de estratégias que serão validadas, porque todos os participantes do processo de decisão contribuem efetivamente para sua construção.

De acordo com esses critérios, o conhecimento é o conjunto estruturado de objetos e regras, que se origina na experiência tácita ou explícita dos tomadores de decisão. Esse conhecimento pode estar representado na forma textual, de imagens, etc, podendo ser convertido em *frames*, através de um processo de aquisição de conhecimento. Entrevistas

constituem meios para adquirir o conhecimento dos agentes humanos, ou, se o modelo mental é armazenado nos meios de comunicação escrita ou visual, a pesquisa semiótica ou a análise do discurso poderiam ser as ferramentas de aquisição. Sob a concepção do MORPH, a aquisição de conhecimento é composta por um conjunto de atividades que visam representar os objetos e regras do modelo mental de um tomador de decisão, validando-as com esse agente e representando-as graficamente.

Todas as atividades do processo de modelagem do conhecimento são desenvolvidas e validadas simultaneamente pelo agente e sequenciadas da seguinte maneira:

- Aquisição e representação de objetos;
- Posicionamento de objetos em uma escala de temporalidade;
- Posicionamento de objetos em uma escala de controlabilidade;
- Definição de relacionamentos e intensidade desses relacionamentos entre os objetos.

Essas atividades são detalhadas nas seções seguintes.

### ***2.3.1. Aquisição e representação de objetos***

No primeiro passo do processo de modelagem, um agente precisa reconhecer o problema e explorar a possibilidade de fornecer qualquer solução. A hipótese de resolver o problema deve ser formulada como uma pergunta, cujo objetivo é eliminar as alternativas improváveis, como definido por Smith (2004, p.35):

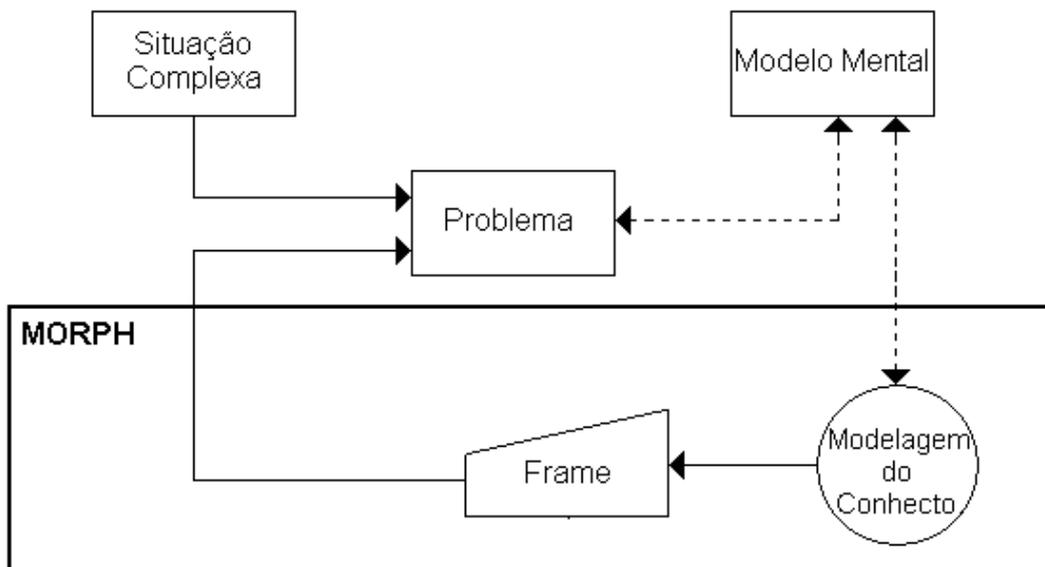
*“Previsão é a eliminação anterior de alternativas improváveis. É a projeção de possibilidades. Realizamos previsões para reduzir nossa incerteza e, portanto, para reduzir a quantidade de informação externa de que necessitamos.”*

A questão, expressa em uma frase de período simples, é uma rede proposicional (P) que identifica o contexto em que o problema será analisado e os objetos serão extraídos.

No MORPH, objetos (Obj) são sintagmas nominais que expressam o objeto real e o contexto que ocupam. Considera-se que o cérebro extrai os objetos a partir do contexto, ou seja, a extração de um objeto é associada a um campo da realidade ou domínio, definidos em P, que define como esses objetos estão conectados. Por exemplo, em uma P "Como será o almoço hoje?" um agente pode pensar em objetos como "fome", "preparação de alimentos", ou "despensa vazia", mas não deve pensar, por exemplo, em "reunião com direção da empresa", "o pagamento do plano de saúde".

Sob essas premissas, a fim de serem considerados válidos, os objetos devem atender a dois critérios: i) estarem associados ao domínio definido por P, e ii) serem sintagmas nominais.

A necessidade de modelagem pressupõe uma situação complexa com a qual um agente de decisão necessita interagir e da qual deve possuir o máximo de informação para reduzir o espectro de incerteza, reduzindo assim, o problema para, finalmente tomar a melhor decisão (Figura 2.4).



**Figura 2.4** - Processo de Aquisição de Conhecimento usando o MORPH.

Na Figura 2.4, verifica-se a aquisição do conhecimento proveniente do modelo mental de um agente de decisão. O agente abstrai seu modelo mental de um problema e através de regras de modelagem definidas pelo MORPH, constrói-se um *frame*, que é utilizado pelo agente como apoio ao processo de decisão.

### 2.3.2. Posicionamento de objetos em uma escala de temporalidade

O eixo de temporalidade determina a iminência da ação de um objeto específico sobre P, e considera que "temporalidade" se refere à influência de objetos entre si e em relação ao problema. Essa influência é categorizada pela capacidade de modificar o estado inicial do *frame*, sendo dividida em três níveis: IMEDIATO ( $\xrightarrow{IM}$ ), RECENTE ( $\xrightarrow{RC}$ ) e REMOTO ( $\xrightarrow{RM}$ ). Essas categorias são relacionadas a P de acordo com a inequação:  $IM > RC > RM$ .

A regra que define a distância entre IM, RC, RM, é baseada na intensidade que um objeto contribui para a modificação do estado inicial do problema. Se essa mudança ocorre sem a influência direta ou indireta de qualquer outro objeto contido no *frame*, então, o objeto está em grau de IM, o que representa a característica de memória imediata, localizada na memória de trabalho (MATLIN, 2004). Essa influência que cria uma mudança direta do

estado é representada por:  $Obj_1 \xrightarrow{IM} P$  e é lida como "Obj<sub>1</sub> influencia imediatamente a mudança de estado do problema".

Objetos que estão associados ao problema, mas não causam uma iminente mudança de estado, estão posicionados no grau RC, e são representados por uma relação  $Obj_1 \xrightarrow{RC} P$  que pode ser interpretada como "Obj<sub>1</sub> influencia de forma recente a mudança de estado do problema". No caso de uma relação indireta, quando a influência abrange mais de um objeto,

a representação será dada por  $Obj_2 \xrightarrow{RC} Obj_1 \xrightarrow{IM} P$ . Essa relação deve ser lida como "Obj<sub>2</sub> influencia de forma recente a mudança de estado do Obj<sub>1</sub> e o Obj<sub>1</sub> influencia de forma imediata a mudança de estado do problema".

Objetos que representam estruturas genéricas que estão associadas à experiência e bom senso de um agente e formam a base de apoio para solução de problemas, porém, com o apoio de outros objetos, também devem ser adicionados ao *frame*. Objetos dessa categoria são posicionados na categoria RM, representada por uma relação  $Obj_4 \xrightarrow{RM} P$ , onde "Obj<sub>1</sub> influencia de forma remota a mudança de estado do problema".

Todos os objetos do domínio do problema declarados pelos agentes, devem possuir vínculos de influência com outros objetos do *frame*. Objetos que não possuem vínculos de influência no *frame*, não contribuem para explicar o estado do problema, devendo ser suprimidos. É possível que mais de um objeto possa ocupar as mesmas zonas, ou que algumas zonas não sejam ocupadas por objetos.

### 2.3.3. Posicionamento de objetos em uma escala de controlabilidade

A controlabilidade determina o controle do agente sobre a intensidade com que um objeto irá influenciar P, e se manifesta em três categorias: controlável (C), não-controlável (NC) e Penumbra (PN).

O controle ocorre quando o agente, após recorrer à sua memória, consegue recuperar em sua experiência anterior, a estrutura de variáveis em que ele possa intervir e que torna possível uma mudança no estado do objeto ou na estrutura que o contém. Se o agente reconhece o contexto da semelhança entre o evento modelado e um outro evento que já exista em sua memória de longo prazo, então, o objeto está dentro da categoria de controlabilidade (CN).

Quando o agente assume clara impossibilidade de manipular objetos para alterar seu estado inicial, o objeto se encontra na categoria de não-controlabilidade (NC).

Por outro lado, o agente pode incluir uma manifestação de incerteza na manipulação de objetos. Quando a ação do agente sobre objetos não é previsível, ou seja, a manipulação desses objetos pelo agente não oferece segurança aos resultados que serão alcançados, define-se a categoria penumbra (PN) para esses objetos.

Na Figura 2.3, o objeto  $Obj_1$  é definido no eixo horizontal imediato (IM) e no eixo vertical como controlável (CN), sendo representado por  $Obj_1 \xrightarrow[CN]{IM} P$ , onde “ $Obj_1$  é controlável e influencia imediatamente a mudança de estado de P”. Por outro lado o  $Obj_4$  é definido no eixo horizontal como RM e no eixo vertical como NC, e sua ação sobre P é indireta, pois, influencia antes, o  $Obj_2$ .

Isso significa que o objeto Obj<sub>1</sub>, age de forma iminente na mudança de estado do problema (P) e a ação do Obj<sub>4</sub>, comparativamente, é menos iminente e objetiva do que Obj<sub>2</sub>, porque, além de ser indireta, se situa na zona de não-controlabilidade (NC) e sua ação sobre Obj<sub>2</sub> é remota (RM): .  $Obj_4 \xrightarrow[NC]{RM} Obj_2$

### 2.3.4. Definição dos relacionamentos e intensidade de relacionamentos

Na organização de uma rede proposicional os vínculos que ligam os objetos no *frame* são importantes para definir como os atributos dos objetos serão associados para formar os atributos do *frame* (ANDERSON, 2009).

Os relacionamentos que formam uma rede proposicional são chamados de vínculos de influência e são representadas por uma seta ( $\rightarrow$ ).

Na Figura 2.3, o relacionamento  $Obj_2 \xrightarrow[PN]{RC} Obj_1 \xrightarrow[CN]{IM} P$  se refere à influência do Obj<sub>2</sub> sobre o Obj<sub>1</sub>, de uma forma recente (RC), e com características de incerteza (PN), enquanto o Obj<sub>1</sub> possui características que podem mudar o problema de maneira imediata (IM) e controlável (CN).

As informações no *frame* são posicionadas em termos de *loops* causais, em ciclos de reforço (R) ou ciclos de balanceamento (B) da mesma forma como proposto por Senge (2006) para diagramas de *loops* causais.

Por exemplo, o relacionamento  $Obj_2 \xrightarrow[PN]{RC^R} Obj_1 \xrightarrow[CN]{IM} P$  (Figura 2.3) pode ser interpretado como "Obj<sub>2</sub> influencia reforçando de forma recente e incerta o Obj<sub>1</sub>", considerando que esta relação assume que o Obj<sub>2</sub> reforça a ligação com o Obj<sub>1</sub>. Se a ação do Obj<sub>2</sub> é fraca, Obj<sub>1</sub> também enfraquece na mesma direção, e se a ação do Obj<sub>2</sub> se torna mais forte, ele irá causar fortalecimento na mesma direção na Obj<sub>1</sub>. Por exemplo, se Obj<sub>2</sub> for "Vendas" e Obj<sub>1</sub> for "Produção", seria possível afirmar que se há um aumento de Vendas no mercado consumidor, Produção deve atender a essa demanda em expansão.

Caso contrário, se o mercado consumidor, por algum motivo, reduz as suas compras, as Vendas irão operar com volumes menores, forçando Produção a reduzir seus volumes na mesma direção.

O ciclo de equilíbrio, não consome energia, realiza trocas, procurando o equilíbrio constante entre duas forças.

Na Figura 2.3, o relacionamento  $Obj_4 \xrightarrow[NC]{RM^B} Obj_2$  demonstra o equilíbrio entre  $Obj_4$  e  $Obj_2$ . Através do relacionamento de balanceamento (B),  $Obj_4$  irá influenciar o  $Obj_2$  até que ele atinja um nível suficiente de controle.

Por exemplo, se  $Obj_4$  é considerado como “Orçamento Familiar” e  $Obj_2$  é considerado como “Gastos Domésticos”, ocorreria uma relação onde a restrição do Orçamento Familiar causaria uma mudança de nível em Gastos Domésticos para que este seja constantemente ajustado a um nível de compatibilidade.

Em sistemas naturais e humanos existem inúmeras relações causais de balanceamento (B) e reforço (R). Essas relações tendem a causar a necessidade contínua de reposicionamento global, pela transferência de energia (SENGE, 2006).

Esses pressupostos que regem a complexidade dos sistemas naturais, também estão presentes na observação e abstração da realidade pelos seres humanos, por isso, há a necessidade de constante estruturação de modelos mentais.

Assim, um modelo mental, segundo o MORPH, pode ser lido por meio dos objetos relacionados com o problema, considerando os quatro componentes propostos: a temporalidade, controlabilidade, vínculos de relacionamento, e a intensidade desses relacionamentos.

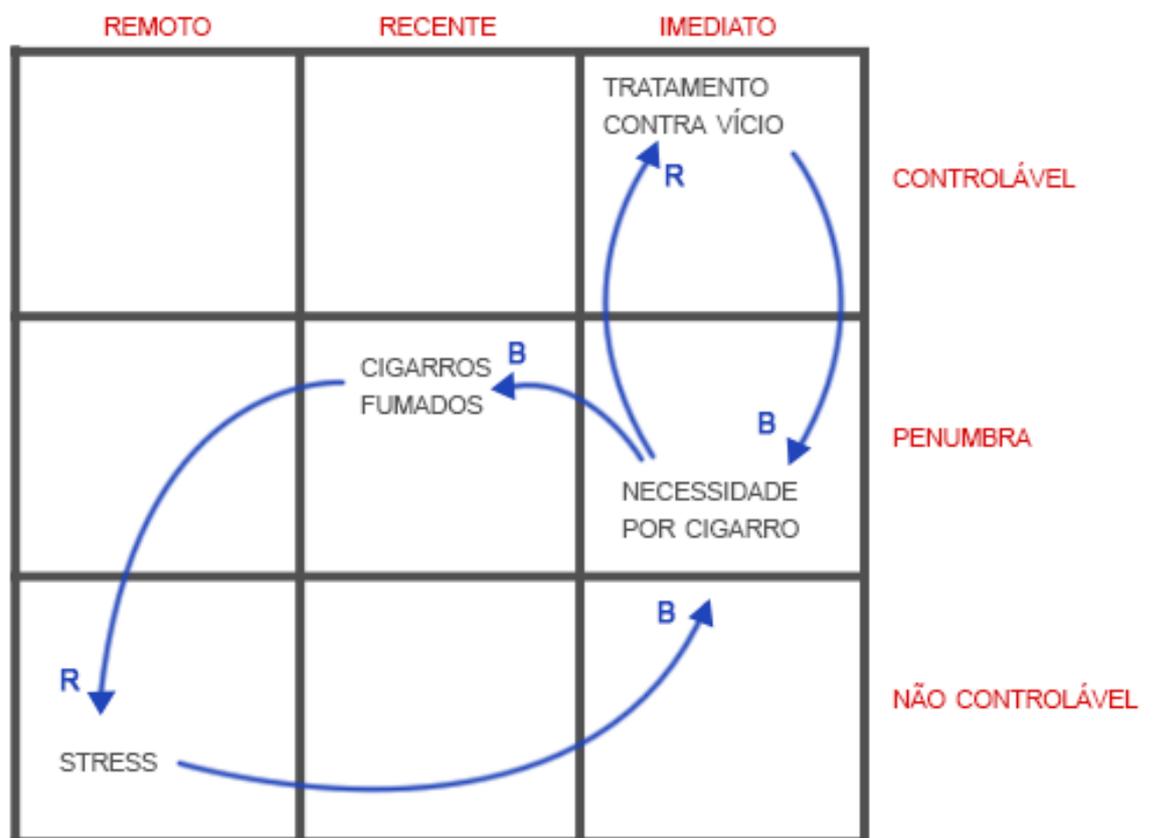
### ***2.3.5. Exemplo de utilização do MORPH***

Considerando como rede proposicional “**Como fazer para parar de fumar?**” e partindo do seguinte relato de um agente humano:

“Todas as vezes que sinto necessidade de um cigarro, me pergunto: - por que motivo? Tenho certeza que posso começar um tratamento o mais rápido possível! Não sei quanto maços de cigarros já fumei. Tudo o que sei, é que é a única forma de aliviar o stress que não consigo controlar. Talvez se ele (stress), estivesse sob controle, eu reduziria essa necessidade de fumar!”

Pode-se utilizar o MORPH para compreender a estrutura de pensamento do agente.

Após a extração dos objetos provenientes da aquisição do conhecimento, o posicionamento dos objetos nas escalas de controlabilidade e temporalidade e a definição da intensidade de relacionamentos, pode-se representar a estrutura cognitiva do agente através de um *frame* MORPH conforme a Figura 2.5.



**Figura 2.5** - Exemplo de um *frame* MORPH.

Para detalhar o processo de construção do *frame* apresentado na Figura 2.5, os objetos são posicionados no *frame* baseado na narrativa do agente em relação a rede proposicional.

O objeto “TRATAMENTO CONTRA VÍCIO” é posicionado no eixo Imediato pois representa um item da memória de curto prazo do agente, que associa uma ação diretamente à rede proposicional (P). A certeza que ele pode começar um tratamento associa esse objeto à zona Controlável. Esse objeto se relaciona com o objeto “NECESSIDADE POR CIGARRO” de modo a balancear a relação entre eles, ou seja, tratar o vício causará um equilíbrio na necessidade por cigarro.

O objeto “NECESSIDADE POR CIGARRO” é posicionado no eixo Imediato considerando sua ligação direta com a explicação da rede proposicional (P), e, desde que representa a incerteza do agente relativamente à sua capacidade em refrear seu desejo por cigarros, será posicionado em Penumbra. Esse objeto se relaciona com outros dois objetos: considera-se que a necessidade por cigarro reforça o “TRATAMENTO CONTRA VÍCIO” e equilibra a necessidade por cigarro, provocando equilíbrio nos “CIGARROS FUMADOS”.

Quanto ao objeto “CIGARROS FUMADOS” o agente não sabe quantos maços de cigarro já fumou (Penumbra), mas, esse objeto auxilia na conjectura que o agente faz sobre o desejo de parar de fumar, que faz com que ele acesse sua memória de longo prazo, precisamente a memória recente, que atua como elemento intermediário na concepção de ideias. Esse objeto se relaciona com o objeto “STRESS”, pois, equilibrando os cigarros fumados reforçará o stress do agente, no sentido de diminuição desse stress.

Por fim, o objeto “STRESS” é posicionado nos eixos Remoto e Não-controlável, pois o agente não possui controle do objeto, já que o vício ocorre exatamente em razão desse descontrole. Esse objeto faz parte da memória de longo prazo, porque representa um objeto indiretamente associado à questão apresentada na P, que é o vício de fumar. Esse objeto se relaciona com o objeto “NECESSIDADE POR CIGARRO”, de forma a balancear, ou seja, o stress influencia o agente a sentir necessidade por cigarro, até um ponto em que essa necessidade se nivele ao stress (balanceamento), desencadeando mais cigarros fumados, reforçando o vício e assim por diante.

## ***2.4. Conclusão***

Este capítulo abordou os conceitos de modelos mentais, apresentando algumas formas de representação do conhecimento, com destaque ao Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano – MORPH. O MORPH se constitui de um conjunto de procedimentos para representação gráfica do conhecimento fundamentada em regras que visam se aproximar das naturais, com o intuito de revelar as formas como tomadores de decisão interagem com o ambiente, produzindo alterações que culminam em resultados.

## 3. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE CONHECIMENTO MORPH

### 3.1. Introdução

Como abordado no capítulo anterior, os modelos mentais são representações que os indivíduos têm sobre um determinado problema em um determinado contexto, e o Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano – MORPH possibilita a representação desses modelos, sendo utilizado por este trabalho.

Considerando a possibilidade de utilização de tecnologias da informação para a implementação de processos que reproduzam as regras do MORPH para representação do conhecimento, bem como a inclusão de regras específicas para manipulação desse conhecimento, este capítulo apresenta o Sistema de Gerenciamento de Conhecimento MORPH, denominado SGC-MORPH. A seção 3.2 apresenta a arquitetura desse sistema descrevendo cada um de seus módulos e a seção 3.3 aborda o núcleo básico do sistema.

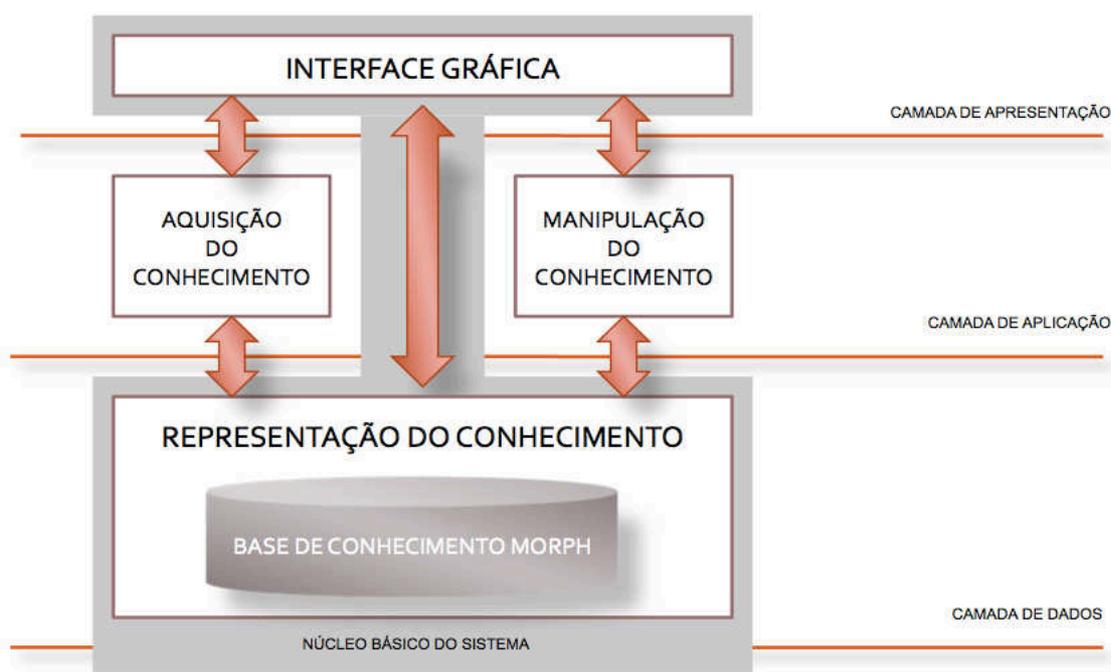
### 3.2. Arquitetura do Sistema

A arquitetura do SGC-MORPH está disposta em três camadas (apresentação, aplicação e dados) e é composta por quatro módulos como mostrado na Figura 3.1 e descritos a seguir:

- **Módulo de Interface Gráfica:** responsável pela entrada e saída de dados do sistema, possibilitando a construção e visualização de *frames* resultantes do MORPH.
- **Módulo de Representação do Conhecimento:** responsável por armazenar o conhecimento representado por meio de *frames*, denominados *frames* MORPH, em uma base de conhecimento, denominada base de conhecimento MORPH.
- **Módulo de Aquisição do Conhecimento:** responsável por adicionar semântica ao processo de entrada de conhecimento no sistema, realizando validações baseadas nas

regras de modelagem do conhecimento definidas pelo MORPH. Este módulo interage com o módulo de Interface Gráfica para a construção dos *frames* e com o módulo de Representação do Conhecimento para armazenar e consultar informações de *frames*. Vale ressaltar que a implementação do módulo de Aquisição do Conhecimento não faz parte do escopo deste trabalho, ou seja, assume-se que a entrada de dados do sistema não passa por nenhum processo de validação semântica.

- **Módulo de Manipulação do Conhecimento:** responsável por realizar processos de consultas à base de conhecimento MORPH. Este trabalho propõe a implementação de consultas por similaridade (SAMET, 2006) ao conhecimento armazenado, o que será abordado com detalhes no capítulo 4. Este módulo interage com o Módulo de Interface Gráfica para a apresentação de *frames* resultantes dos processos de consultas por similaridade, e com o Módulo de Representação do Conhecimento para consultar informações dos *frames* para a execução das consultas.



**Figura 3.1** - Arquitetura do SGC-MORPH.

Como pode ser observado na Figura 3.1, os módulos de Interface Gráfica e Representação do Conhecimento compõem o núcleo básico do sistema, pois possibilitam a realização das funcionalidades básicas de visualização e armazenamento de conhecimento,

respectivamente. Observa-se também que os módulos de Aquisição e Manipulação do Conhecimento são independentes entre si, pois interagem por meio dos módulos do núcleo básico. Assim, da maneira proposta, a arquitetura modular do SGC-MORPH permite acoplar novos módulos que vierem a ser necessários a aplicações mais específicas, que envolvam aquisição de conhecimento e tomada de decisões.

O foco deste trabalho é o módulo de Manipulação do Conhecimento, abordado no capítulo 4. Entretanto, para possibilitar a implementação desse módulo, foi necessário desenvolver também os módulos do núcleo básico do sistema, apresentados na seção 3.3. Vale ressaltar que o sistema possui um controle de acesso, possibilitando a criação de grupos de usuários para trabalhar com os *frames* e acesso com permissões restritas a usuários comuns e administradores de sistema.

### ***3.3. Núcleo Básico do Sistema***

Como dito anteriormente e mostrado na Figura 3.1, o núcleo básico do SGC-MORPH é composto pelos módulos de Interface Gráfica e Representação do Conhecimento, abordados nas seções 3.3.1 e 3.3.2, respectivamente. Os outros módulos do sistema interagem através dos módulos do núcleo básico, o que propicia a independência dos módulos, facilitando assim a evolução dos módulos já existentes bem como o acoplamento de novos módulos ao sistema.

#### ***3.3.1. Módulo de Interface Gráfica***

O módulo de Interface Gráfica é responsável pela entrada e saída de dados do sistema, podendo interagir diretamente com o módulo de Representação do Conhecimento (seção 3.3.2). Suas funcionalidades são: construção (desenho) e visualização dos *frames* a serem armazenados na base de conhecimento MORPH.

Este trabalho considera que a entrada de *frames* no sistema é realizada de maneira textual e sem validações semânticas. A Figura 3.2 mostra um formulário de cadastro de *frame* do SGC-MORPH. Em pesquisas futuras, propõe-se possibilitar a construção de *frames* graficamente de maneira interativa, bem como desenvolver e acoplar ao sistema o módulo de Aquisição de Conhecimento.

**Frames**

Agente \*

-Selecione-

Objetos do frame

Nome \*

Descrição

Temporalidade \*

Remoto

Controlabilidade \*

Controlável

+ Inserir

Cancel e voltar + Inserir

Copyright© 2011 - MORPH - Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano - Todos os Direitos Reservados

**Figura 3.2** - Interface de cadastro de um *frame* MORPH.

Para a construção e visualização de *frames* armazenados na base de conhecimento MORPH, são necessárias ferramentas que possibilitem a criação e manipulação de elementos visuais com flexibilidade.

Assim, utilizou-se o Adobe Flex (ADOBE, 2011), uma estrutura de código aberto desenvolvida pela Macromedia (atualmente Adobe), para a criação de aplicativos *web* expressivos e altamente interativos, que podem ser executados em ambientes *web* ou *desktop*.

Por meio do *plugin* do Flash (ADOBE, 2012), a Macromedia tornou possível transformar toda riqueza das aplicações *desktop* para a internet. Essas aplicações são chamadas de Aplicações Ricas para Internet – *Rich Internet Application* (RIA).

Para que um *frame* seja criado visualmente no Adobe Flex, é necessário usar uma estrutura que possa ser interpretada pelo aplicativo, a fim de levar os dados do *frame* para serem renderizados. Uma alternativa encontrada para isso foi a utilização do *Extensible Markup Language* (XML) (BRAY,1998), que é um formato de texto flexível derivado do *Standard Generalized Markup Language* (SGML,ISO 8879<sup>1</sup>).

Originalmente concebida para responder aos desafios das grandes publicações eletrônicas, XML também desempenha um papel cada vez mais importante na troca de uma ampla variedade de dados na Web e em outros lugares (ROSSI e SCHIMIDT,2001).

No SGC-MORPH em questão, a aplicação gera um arquivo XML em tempo real para o Adobe Flex efetuar a leitura e renderização. A Figura 3.3 apresenta a estrutura de um *frame* MORPH representada em um arquivo XML.

Observa-se que o arquivo XML modela dados como árvores de elementos que contém dados de caracteres e atributos compostos de pares de nome-valor. Os textos delimitados por colchetes angulares (<...>) são marcações, enquanto que o restante são dados de caracteres.

---

<sup>1</sup> ISO 8879:1986 Information processing — Text and office systems — Standard Generalized Markup Language (SGML).

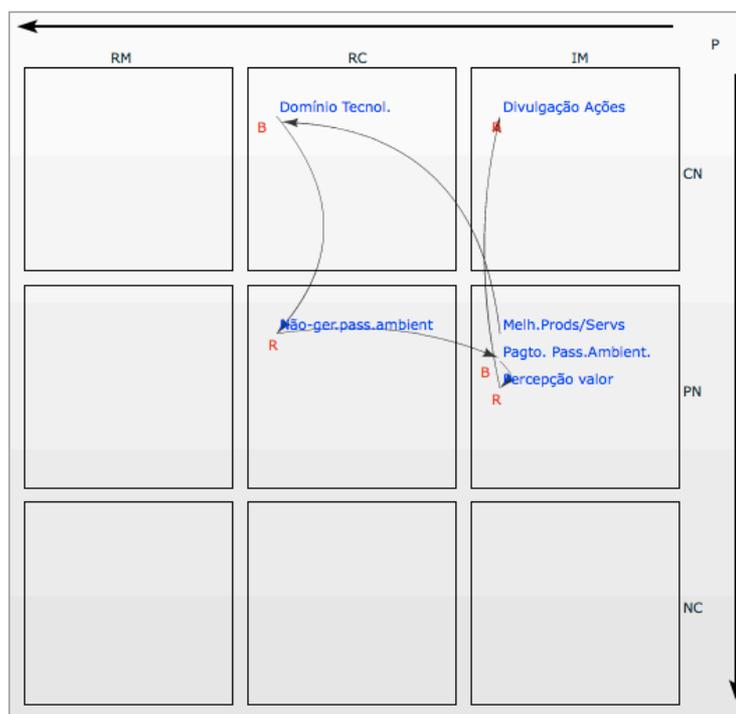
```

<frame>
  <objeto>
    <id>420</id>
    <nome>Melh.Prods/Servs</nome>
    <x>3</x>
    <y>2</y>
  </objeto>
  <relacao>
    <origem>420</origem>
    <destino>421</destino>
    <modo>B</modo>
    <curvePercent>0.2</curvePercent>
  </relacao>
  <objeto>
    <id>421</id>
    <nome>Domínio Tecnol.</nome>
    <x>2</x>
    <y>1</y>
  </objeto>
  <relacao>
    <origem>421</origem>
    <destino>422</destino>
    <modo>R</modo>
    <curvePercent>0.2</curvePercent>
  </relacao>
  <objeto>
    <id>422</id>
    <nome>Não-ger.pass.ambient</nome>
    <x>2</x>
    <y>2</y>
  </objeto>
  <relacao>
    <origem>422</origem>
    <destino>423</destino>
    <modo>B</modo>
    <curvePercent>0.2</curvePercent>
  </relacao>
  <objeto>
    <id>423</id>
    <nome>Pagto. Pass.Ambient.</nome>
    <x>3</x>
    <y>2</y>
  </objeto>
  <relacao>
    <origem>423</origem>
    <destino>424</destino>
    <modo>R</modo>
    <curvePercent>0.2</curvePercent>
  </relacao>
  <objeto>
    <id>424</id>
    <nome>Percepção valor</nome>
    <x>3</x>
    <y>2</y>
  </objeto>
  <relacao>
    <origem>424</origem>
    <destino>425</destino>
    <modo>R</modo>
    <curvePercent>0.2</curvePercent>
  </relacao>
  <objeto>
    <id>425</id>
    <nome>Divulgação Ações</nome>
    <x>3</x>
    <y>1</y>
  </objeto>
</frame>

```

**Figura 3.3** - Representação de um *frame* MORPH no formato XML

Assim, para a construção de um *frame*, o Adobe Flex faz a leitura de um arquivo XML gerado em tempo de execução pelo sistema, o qual descreve cada objeto e suas relações, bem como as posições que irão ocupar dentro do *frame*. A Figura 3.4 apresenta um exemplo de um *frame* MORPH gerado utilizando a ferramenta Adobe Flex, a partir da leitura do arquivo XML da Figura 3.3



**Figura 3.4 - Frame MORPH gerado pelo Adobe Flex**

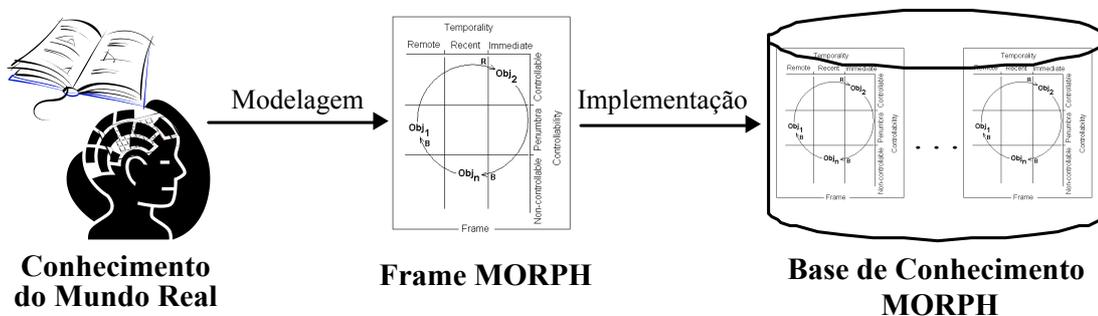
### 3.3.2. Módulo de Representação do Conhecimento

O módulo de Representação do Conhecimento é responsável por armazenar *frames* obtidos pelo processo de modelagem usando o MORPH, ou seja, *frames* MORPH, em uma base de dados relacional, resultando na base de conhecimento MORPH.

Do ponto de vista computacional, mais especificamente de banco de dados, um *frame* MORPH pode ser considerado um dado complexo, cuja sua estrutura é composta por objetos devidamente posicionados em nove zonas, relacionados entre si com seus devidos pesos, conforme apresentado no capítulo 2. Ou seja, as características de um *frame* MORPH são: objetos, posicionamento dos objetos, relacionamentos entre objetos e pesos dos relacionamentos.

Como outros dados complexos (impressões digitais, imagens, sequência de dados genéticos, séries temporais etc), os *frames* precisam ser armazenados em uma base de dados para posteriormente serem consultados. Desse modo, considerando que *frames* MORPH representam conhecimento, uma base de dados que armazena esses *frames* pode ser considerada uma base de conhecimento, ou seja, base de conhecimento MORPH (Figura 3.1).

O processo completo desde a concepção de um *frame* até a sua armazenagem pode ser ilustrado pela Figura 3.5. O conhecimento de agentes do mundo real passa por um processo de modelagem usando o MORPH a fim de ser extraído e representado, resultando em um *frame* MORPH, que posteriormente será armazenado em uma base de conhecimento MORPH.



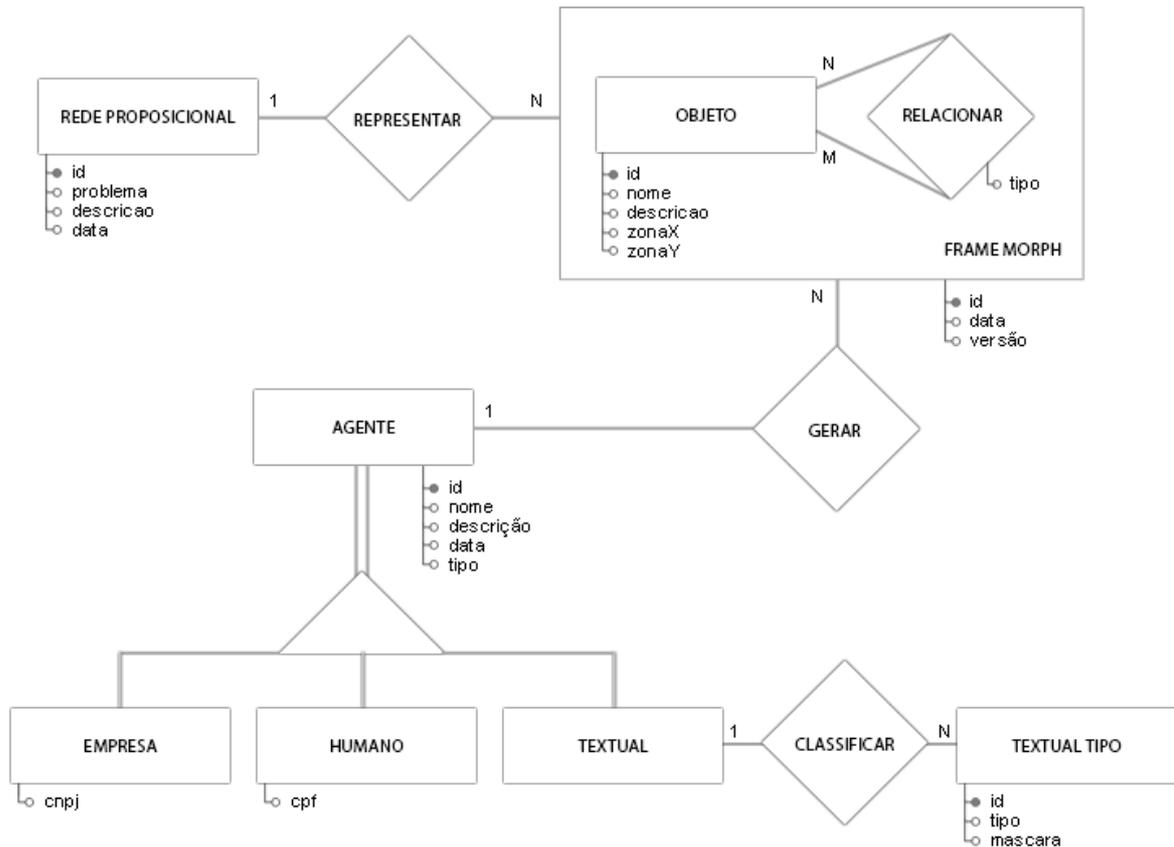
**Figura 3.5** - Processo completo de utilização do MORPH.

De acordo com os tipos ou número de características, dados complexos podem ou não ter dimensão definida (GAEDE e GÜNTER, 1998; CHÁVEZ et al, 2001; SAMET, 2006). Ou seja, em alguns domínios, os dados complexos são descritos por vetores de características tratados como coordenadas de pontos no espaço  $e$ -dimensional, onde  $e$  corresponde à quantidade de elementos (atributos) que compõem o vetor de características.

Entretanto, existem domínios de dados complexos adimensionais, onde os tipos ou número de características variam para cada dado complexo. Assim, pode-se observar que *frames* MORPH são dados complexos adimensionais, pois as características de cada *frame* variam em relação ao número de objetos e relacionamentos.

Usando o modelo Entidade-Relacionamento estendido (CHEN, 1976), o esquema conceitual da base de conhecimento MORPH é mostrado na Figura 3.6. Pode-se observar que um *frame* MORPH é uma agregação de objetos que se relacionam de acordo com um peso. O

conjunto de entidades OBJETO usa os atributos zonaX e zonaY para armazenar a posição de cada objeto dentro das nove zonas do *frame*.



**Figura 3.6** - Esquema conceitual da base de conhecimento MORPH

Vale ressaltar que o esquema conceitual da base de conhecimento MORPH não está restrito ao *frame* MORPH. Outros dados relacionados aos *frames* deverão ser acrescentados de acordo com a necessidade da aplicação. Basicamente, deve-se armazenar informações sobre o contexto do problema ao qual *frames* estão relacionados, ou seja, a rede proposicional. A Figura 3.6 mostra que um *frame* MORPH representa uma rede proposicional, que por sua vez pode ser representada por vários *frames* MORPH.

Outro dado importante se refere ao agente que gerou cada *frame*, representado pela generalização AGENTE na Figura 3.6. Um agente pode ser uma empresa, um ser humano ou um agente textual. Um agente textual pode ainda ser customizado de acordo com seu tipo, por exemplo, livros, revistas etc.

### **3.4. Conclusão**

Este capítulo apresentou a arquitetura do Sistema de Gerenciamento de Conhecimento MORPH descrevendo cada um de seus módulos. Abordou-se com mais detalhes o núcleo básico do sistema, composto pelos módulos de Interface Gráfica e Representação do Conhecimento, descrevendo a representação de *frames* MORPH em uma base de dados relacional, resultando na base de conhecimento MORPH. A partir da base de conhecimento MORPH é possível realizar consultas por similaridade ao conhecimento armazenado, a serem realizadas pelo módulo de Manipulação de Conhecimento e abordadas no próximo capítulo.

## 4. SIMILARIDADE ENTRE FRAMES MORPH

### 4.1. Introdução

Ao contrário das aplicações convencionais de bases de dados que fazem manipulação de dados numéricos e textuais curtos por meio da realização de consultas por igualdade e ordem, as aplicações e sistemas que trabalham com dados complexos, como o MORPH, requerem a utilização de consultas por similaridade, ou seja, consultas que realizem busca por objetos que sejam similares a um objeto de consulta, de acordo com uma função de distância determinada.

A seção 4.2 faz um breve referencial teórico sobre consultas por similaridade e funções de distância. A seção 4.3 apresenta a estratégia para definir a função de distância para *frames* MORPH proposta por este trabalho, enquanto a seção 4.4 detalha a implementação das consultas por similaridade que foram desenvolvidas para o módulo de Manipulação do Conhecimento do SGC-MORPH MORPH (abordado no capítulo 3).

### 4.2. Consultas por similaridade

Tradicionalmente, os Sistemas de Gerenciamento de Bases de Dados (SGBD) foram desenvolvidos para armazenar e suportar a recuperação de grandes volumes de dados, constituídos por tipos simples de dados como inteiro, ponto flutuante, cadeia de caracteres, etc. No entanto, com o avanço tecnológico, os sistemas de informação passaram a manipular dados de tipos mais complexos do que os convencionais, ou seja, dados cuja estrutura interna é composta por vários atributos mais simples (mesmo que essa estrutura não seja reconhecida pelo SGBD).

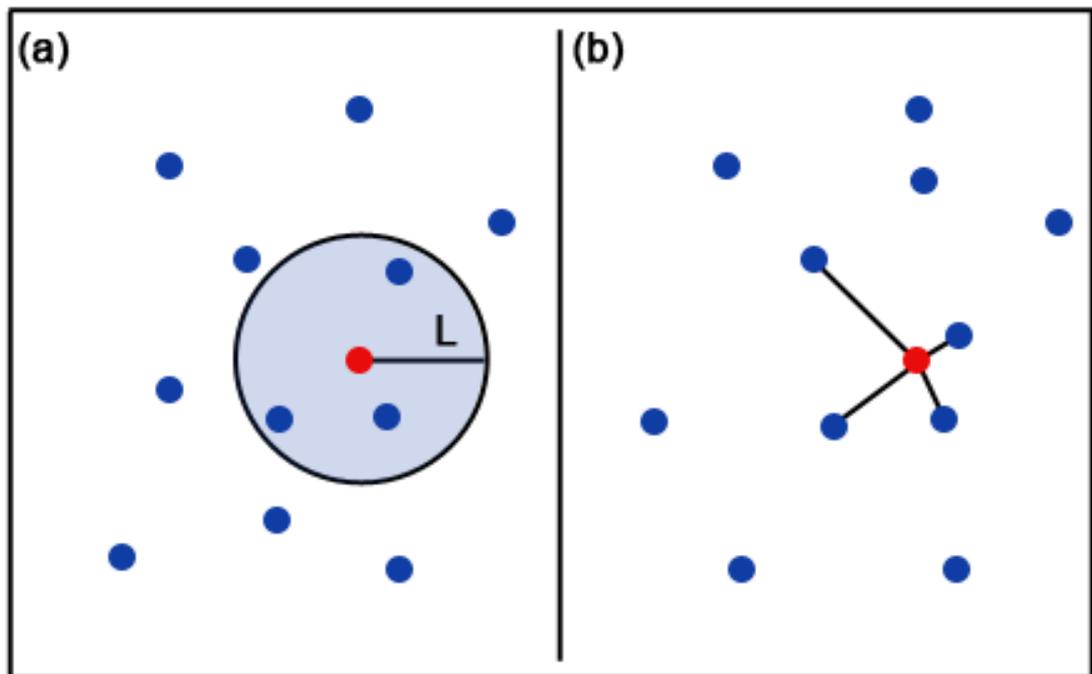
Dentre os tipos de dados complexos, pode-se mencionar: documentos, filmes, arquivos multimídia, imagens de satélite, dados genômicos, entre outros. No contexto deste trabalho, os *frames* MORPH se destacam por serem considerados dados complexos, como apresentado no capítulo 3 (seção 3.3.2).

O processo conhecido por recuperação baseada em conteúdo (*content-based retrieval*) (LEW,2006), utiliza uma função (algoritmo) que analisa os diversos tipos (subtipos) de dados que compõem a estrutura interna dos dados complexos, quando comparados. Esse processo tende a ser bem mais sofisticado do que o utilizado para a recuperação de tipos de dados convencionais, como dados numéricos (números inteiros, números reais, data, hora, etc) e textuais curtos (códigos de identificação, siglas, etc), onde se busca a coincidência entre os valores dos dados por critérios que envolvem: igualdade, em que o interesse é por valores exatamente coincidentes; e ordem, em que o interesse é por valores maiores ou menores que um valor fornecido. Diante desse cenário, o critério mais adequado para a recuperação por conteúdo de dados complexos é o da similaridade (GAO, 2005).

Consultas que usam o grau de similaridade entre dados complexos para obter a resposta são denominadas **consultas por similaridade** (SAMET, 2006) e envolvem: uma função de distância; um objeto de busca, também considerado como o centro da consulta, que é o dado a partir do qual se deseja encontrar os mais similares; e um conjunto de parâmetros que depende do tipo de consulta por similaridade a ser realizado.

Os tipos mais usuais de consultas por similaridade são (SAMET, 2006): **consulta por abrangência** (*Range Query – RQ*) cujo foco é recuperar todos os objetos que sejam similares ao objeto de consulta até um certo limite; e consulta aos ***k*-vizinhos mais próximos** (*k-Nearest Neighbor Query – k-NNQ*) cujo foco é a recuperação dos *k* objetos mais similares ao objeto de consulta.

A Figura 4.1(a) apresenta um exemplo de consulta por abrangência em um conjunto de objetos, considerando *L* o valor do raio de busca a partir do objeto de consulta. A Figura 4.1(b) apresenta um exemplo de consulta aos *k*-vizinhos mais próximos, com  $k = 4$ , ou seja, vai recuperar os 4 elementos mais próximos do objeto de consulta.



**Figura 4.1** - Exemplos de consultas por similaridade em um conjunto de objetos. (a) Consulta por abrangência, (b) Consulta aos  $k$ -vizinhos mais próximos.

Segundo Böhm (2001), não existe uma formulação geral para a avaliação da similaridade entre dados complexos, pois essa avaliação depende das necessidades da aplicação e é, portanto, altamente dependente do domínio em que está sendo utilizada. Entretanto, qualquer modo de avaliação de similaridade toma dois dados complexos como parâmetros de entrada e retorna uma medida que pode ser quantificada como um valor real positivo, que corresponde ao grau de similaridade entre os mesmos.

Usualmente, a avaliação da similaridade é feita utilizando **funções de distância**, que são algoritmos computacionais que recebem dois dados complexos de um mesmo domínio e retornam a “distância”, ou grau de dissimilaridade, entre os mesmos. Para ser considerada de boa qualidade, a função de distância deve ser definida de modo a ser coerente com a noção de semelhança percebida pelo ser humano, ou seja, deve retornar valores relativamente pequenos para dados parecidos (próximos entre si) e relativamente grandes para dados bem diferentes (distantes um do outro).

Considerando esse contexto, as próximas seções apresentam a estratégia para a definição da função de distância para *frames* MORPH proposta por este trabalho, bem como os algoritmos desenvolvidos para a implementação de consultas por abrangência e aos  $k$ -

vizinhos mais próximos no módulo de Manipulação de Conhecimento do SGC-MORPH (capítulo 3).

### ***4.3. Estratégia para o estabelecimento de uma função de distância para frames MORPH.***

Considera-se que um *frame* MORPH é composto de objetos relacionados em uma área composta de nove zonas. Cada zona possui atributos que são formados pela conjunção de dois eixos. Os objetos posicionados nessas zonas possuem atributos intrínsecos, que são somados aos atributos da zona que ocupam. Além disso, existem outros atributos, provenientes das relações de causa e efeito existentes entre os objetos que transferem os atributos das zonas entre os objetos, por meio de setas que também possuem atributos.

A estratégia para a definição de uma função de distância para *frames* MORPH proposta neste trabalho se origina dessa estrutura de atributos e se baseia nas relações de causa e efeito existentes entre os objetos que transferem atributos do objeto-causa para o objeto-efeito. Assim, para que uma função de distância possa expressar o mais fielmente possível essa relação existente entre os objetos e deles para com a rede proposicional (P), a estratégia proposta neste trabalho considera a conversão dos valores semânticos de cada zona, em valores numéricos, que estejam associados ao grau de importância de cada zona na concepção da ideia global do *frame*, que, por sua vez, se relaciona com a proposição. Por outro lado, também deve ser considerada a maneira pela qual esses valores serão conduzidos pela rede, modificando os outros valores.

Um objeto posicionado em um *frame* recebe atributos de controlabilidade e temporalidade que estabelecem um grau de importância desse objeto em relação a rede proposicional (P) que o *frame* deve explicar ou resolver. Esses atributos são, sob a abordagem sistêmica, transferidos pelas relações de causa e efeito existentes entre os objetos. Dessa maneira, atributos de temporalidade e controlabilidade do objeto-causa, podem ser “transportados” para o “objeto-efeito”. Ocorre também, que esse transporte sofre a ação modificativa dos pesos existentes nos relacionamentos, que são de reforço (R) ou balanceamento (B). Trata-se, portanto, de um sistema complexo, que possui características

específicas que devem estar presentes na forma escolhida para mensurar a distância relativa de cada objeto entre si e em relação à proposição.

#### ***4.3.1. Abordagem sistêmica de frames MORPH***

Segundo Bertalanffy (1975), um sistema é um todo complexo ou organizado e, em virtude dessa condição, a sua compreensão torna-se dependente da observação de suas partes componentes expostas às condições de relacionamento existentes entre elas, que atuam na determinação das características do todo.

Essa afirmativa que se contrapõe ao atomismo (HEISENBERG, 1971) reforça a necessidade de interpretação de um sistema complexo sob uma abordagem onde o entendimento das partes não desobriga da necessidade de interpretação das forças que as mantém coesas, considerando que essas forças contribuem para a formação das características de cada parte e do todo.

Dessa ideia fundamental advém o sistemismo, que confere a um sistema um valor maior do que a mera soma de suas partes, definindo-o como complexo, considerando que uma característica dos sistemas complexos é a relação de causa e efeito entre seus elementos constituintes.

Senge (2006), define que os sistemas humanos são regidos por essas características de complexidade, que os torna difíceis de serem interpretados, principalmente porque entre a causa e o efeito podem existir demoras ou delas, que prejudicam o entendimento dos resultados advindas das ações executadas nesses sistemas.

As características somativas dos elementos são menos importantes do que o complexo, pois independem dos demais elementos intrínsecos. Já as características constitutivas dependem das relações ocorridas no interior do complexo, sendo mais relevantes para o entendimento dos resultados globais extrínsecos.

Conclui-se que, para que seja possível compreender esse tipo de característica, é necessário, mais do que reconhecer as características de cada uma das partes, isoladamente, mas principalmente, a sua estrutura de relacionamento, conforme afirma Bertalanffy (1975, p. 83):

*"O significado da expressão um tanto mística 'o todo é mais que a soma das partes' consiste simplesmente em que as características constitutivas não são explicáveis a partir das características do complexo, portanto, comparadas às dos elementos, parecem 'novas' ou 'emergentes'. Se porém conhecermos o total das partes contidas em um sistema e as relações entre elas o comportamento do sistema pode ser derivado do comportamento das partes. Podemos também dizer: enquanto podemos conceber uma soma como sendo composta gradualmente, um sistema, enquanto total de partes com as inter-relações, tem de ser concebido como constituído instantaneamente".*

Sob essas argumentações, um sistema é tido como complexo quando composto por mais de um elemento, com qualidades intrínsecas, relacionados entre si, relações estas, que conferem qualidades extrínsecas aos elementos, sendo que cada parte, analisada separadamente, não terá todas as qualidades que possui no complexo.

Segundo Palazzo (2011), a complexidade determina também a existência de estruturas assimétricas que estarão submetidas à variação, em algumas situações e por algum tempo, de acordo com o princípio da variação e retenção seletiva (HEYLIGHEM, 1988).

Sob esse pressuposto, concebe-se que algumas partes da estrutura de um sistema complexo podem apresentar modificações com a evolução do tempo, enquanto outras poderão permanecer inalteradas. Segundo D'Ottaviano; Bresciani (2004), a auto-organização é um fenômeno que decorre da interação dos elementos do sistema em que estes buscam o equilíbrio por meio de mudanças de estado. Existem forças dinâmicas de estabilidade e instabilidade responsáveis em criar desequilíbrio no sistema, conduzindo-o a um comportamento caótico, todavia, os sistemas são conduzidos à auto-organização, considerando que os componentes internos transferem energias, tendendo à estabilização (PALAZZO, 2011).

Considera-se também que a dinâmica dos sistemas é conferida por meio dessas relações de equilíbrio e desequilíbrio, que provocam constante adaptação ou evolução, que determinam estados do sistema.

A estrutura de um *frame* MORPH, possui todas as características de um sistema complexo, formado por inúmeros nós, que transferem determinadas características entre si, formando um todo coeso (BERTALANFFY, 1975), onde as estruturas construtivas são assimétricas (PALAZZO, 2011), pois cada zona possui características intrínsecas, que são transferidas aos objetos que dela fazem parte, modificando seus atributos endógenos.

No *frame* MORPH, assim como em sistemas complexos, as relações entre os objetos X e Y modificam as propriedades intrínsecas de X e Y, considerando que, se  $X \rightarrow Y$ , então, a propriedade intrínseca de Y é diferente da propriedade que Y assume sob essa relação. As relações de causalidade e retroalimentação presentes nos *frames* também reforçam as características de um sistema complexo.

Finalmente, os pesos das variáveis, que buscam o reforço ou o balanceamento, completam a concepção de um sistema complexo, considerando que essas forças definem o comportamento caótico e as mudanças de estado das variáveis e do próprio *frame*.

Sob essas considerações, as estratégias para verificação de similaridades entre *frames* MORPH devem representar essas características de sistema complexo.

#### ***4.3.2. Definição de valores para as zonas de frames MORPH***

Um *frame* MORPH é composto por nove zonas, delimitadas pela interseção dos eixos de controlabilidade e temporalidade, que representam a área onde os objetos MORPH serão posicionados, bem como as condições para a interpretação de cada objeto relativamente à rede proposicional (**P**) da qual eles derivam. Assim, um objeto MORPH recebe um valor relativo à

zona onde é posicionado, que varia mediante a importância relativa que representa para a explicação de **P** (COSTA, 2012).

Como estratégia para definição de valores para cada zona, utiliza-se o critério adotado por Zambon (2006), em que os valores de 1 a 9, representam proporcionalmente a importância de cada zona na explicação de **P**, conforme designado no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1** - Definição de valores para as zonas de um *frame* MORPH

<b>Eixo</b>	<b>Eixo</b>	<b>Valor</b>
<b>Controlabilidade</b>	<b>Temporalidade</b>	
Controlável	Imediata	9
Controlável	Recente	8
Controlável	Remota	7
Não-controlável	Imediata	6
Não-controlável	Recente	5
Não-controlável	Remota	4
Penumbra	Imediata	3
Penumbra	Recente	2
Penumbra	Remota	1

A estratégia de definição de valores para as zonas estabelece que os maiores valores (9-8-7) devem ser atribuídos à faixa de controlabilidade, considerando sua maior importância na interpretação de **P**. Sob essa consideração, os valores menos significativos (3-2-1) foram atribuídos à zona de Penumbra, por ser a menos significativa para a interpretação de **P**, considerando que representa incerteza. Os números intermediários (6-5-4) são atribuídos às zonas de não controlabilidade, que, embora representem o não-controle, também representam certeza, que é significativo para a interpretação de **P**.

Observa-se nesta estratégia, que nas três faixas de controlabilidade, os números são regressivos em relação à temporalidade, considerando que os valores definidos nas zonas Imediata são mais significativos do que os da zona Recente, que por sua vez são mais

significativos do que os da zona Remota, obedecendo aos critérios de categorização do MORPH. Dessa maneira, por exemplo, um objeto  $Obj_1 \xrightarrow[PN]{RM} P$  receberá o valor de 1 (um).

Tendo estabelecido os valores específicos para as zonas, necessita-se determinar critérios para que esses valores atuem sobre os objetos, modificando seus valores originais, como apresentado na seção 4.3.3.

### **4.3.3. Critérios para modificação dos valores de objetos**

Objetos são sintagmas nominais, que representam a expressão escrita desses objetos reais. Entretanto, o sentido do objeto em um *frame* MORPH é obtido por uma rede, e não de forma isolada. Assim, o sentido de cada objeto é interdependente dos outros objetos, das relações e da localização no *frame*.

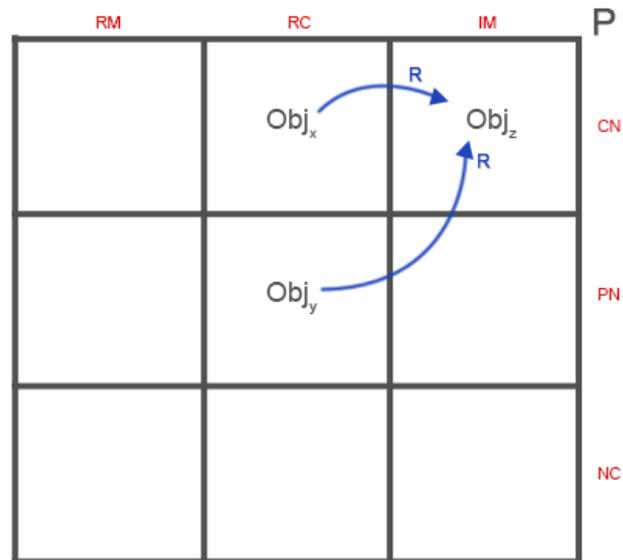
A estratégia adotada para reproduzir essa rede complexa de informações, consiste em calcular o valor de cada objeto iniciando por sua localização, que possui um valor intrínseco, modificando esse valor original mediante regras específicas de um sistema complexo, conforme definido por D'Ottaviano & Bresciani (2004).

Segundo Lapp (2008), os relacionamentos em diagramas de enlaces causais, se dividem em relações de cooperação e de competição. Nas relações de cooperação, forças convergentes buscam a melhoria mútua do nó da rede e relações de competição provocam perdas entre si. Considerando *frames* MORPH, esses dois tipos de relações são abordados a seguir.

#### **Relações de cooperação**

Em análises realizadas, foram identificadas duas possibilidades de ocorrência de relações de cooperação nos *frames* MORPH: i) dois ou mais objetos com influência de REFORÇO sobre um terceiro objeto ou; ii) dois ou mais objetos com influência de BALANCEAMENTO sobre um terceiro objeto.

- i) Dois ou mais objetos reforçando um terceiro (Figura 4.2), seguindo as características de um sistema complexo, provocarão neste terceiro uma amplificação de forças, igual a soma das forças de todos os objetos:



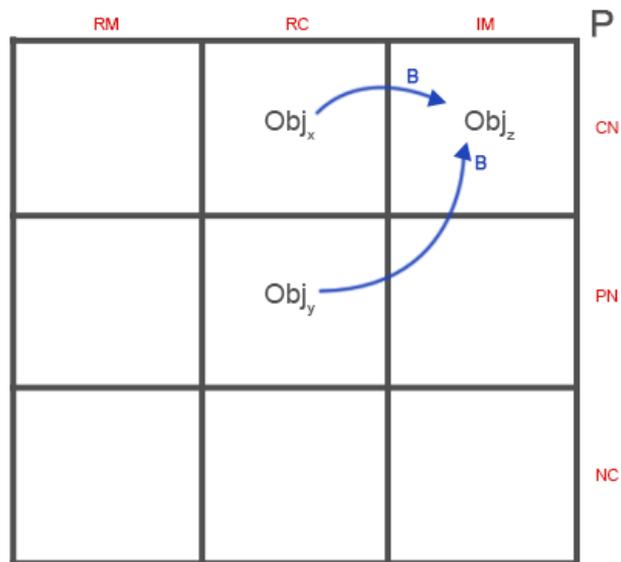
**Figura 4.2** - Relação de cooperação com dois objetos reforçando um terceiro

*Sendo  $Obj_z=9$  influenciado por  $Obj_x=8$  e  $Obj_y=2$ ,*

*Então*

$$Obj_z = 9 + 2 + 8 = 19$$

- ii) Dois ou mais objetos balanceando um terceiro (Figura 4.3), convergirão suas forças sobre esse terceiro, de modo que prevaleça a média de todas as forças, considerando ser esse o ponto mais próximo do balanceamento proposto por cada uma:



**Figura 4.3** - Relação de cooperação com dois objetos balanceando um terceiro

*Sendo  $Obj_z=9$  influenciado por  $Obj_x=8$  e  $Obj_y=2$ ,*

*Então*

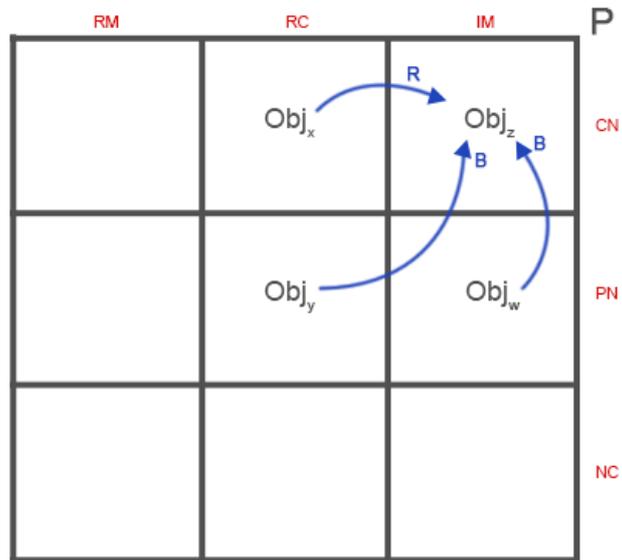
$$Obj_z = (9 + 2 + 8) / 3 = 6,33$$

### **Relações de competição**

Em relação às forças de competição, segundo Lapp (2008) prevalecem sobre as outras as de maior intensidade, considerando que o sistema complexo busca o ponto mais próximo entre a situação de desequilíbrio e o equilíbrio, considerando a sua característica de auto-organização (D'OTTAVIANO e BRESCIANI, 2004).

Essa argumentação remete a três possibilidades de ocorrência em para a ação de duas ou mais forças sobre uma terceira: i) se a soma das forças de balanceamento (B) forem maiores do que as de reforço (R); ii) se a soma das forças de reforço (R) forem maiores que (B) e, iii) se as forças de balanceamento (B) forem equivalentes às de reforço (R).

- i) Dois ou mais objetos reforçando um terceiro, sendo a força dominante (B) (Figura 4.4), seguindo as características de um sistema complexo provocarão neste terceiro um nivelamento de forças com a força dominante:



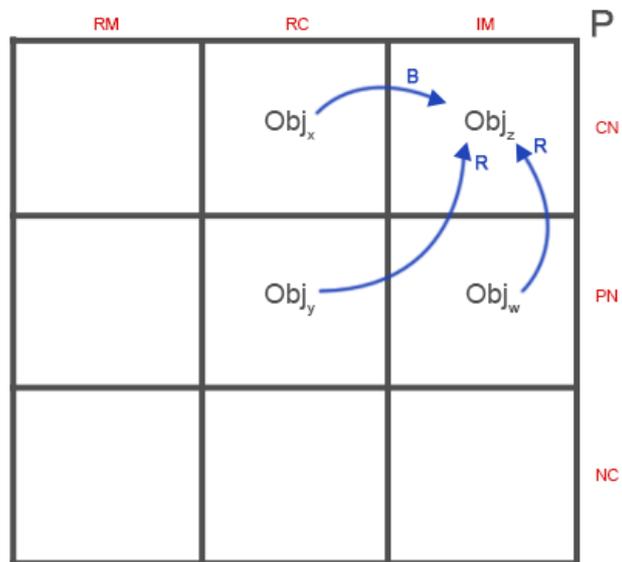
**Figura 4.4** - Relação de competição com predominância de relação de balanceamento

*Sendo  $Obj_z=9$  influenciado por  $Obj_x(R)=8$ ,  $Obj_y(B)=2$  e  $Obj_w(B)=3$ ,*

*Então*

$$Obj_z = 9 + 2 + 3 = 14$$

- ii) Dois ou mais objetos reforçando um terceiro, sendo a força dominante (R) (Figura 4.5), seguindo as características de um sistema complexo provocarão neste terceiro uma amplificação igual à diferença das forças incidentes:



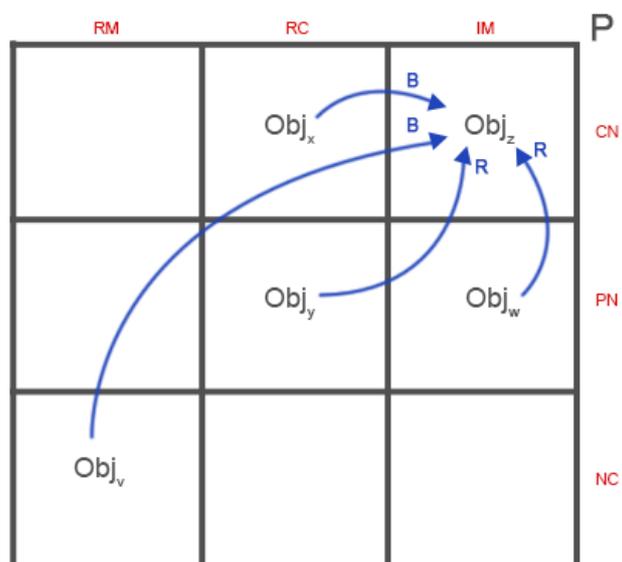
**Figura 4.5** - Relação de competição com predominância de relação de reforço

*Sendo  $Obj_z=9$  influenciado por  $Obj_x(B)=8$ ,  $Obj_y(R)=2$  e  $Obj_w(R)=3$ ,*

*Então*

$$Obj_z = 9 + ((2+3) - 8) = 6$$

- iii) Dois ou mais objetos influenciando um terceiro (Figura 4.6), sendo as forças equivalentes, então, o objeto não receberá o efeito das forças incidente, que se anulam:



**Figura 4.6** - Relação de competição com forças equivalentes

*Sendo  $Obj_z=9$  influenciado por  $Obj_v(B)=4, Obj_x(B)=8, Obj_y(R)=2$  e  $Obj_w(R)=3,$*

*Então*

$$Obj_z = 9$$

#### **4.4. Implementação de consultas por similaridade a frames MORPH**

A seção 4.3 descreveu a estratégia a ser utilizada para a definição de uma função de distância que é base para a implementação de consultas por similaridade a *frames* MORPH. Esta seção apresenta os algoritmos desenvolvidos para o cálculo da função de distância entre *frames* MORPH, bem como as consultas por similaridade que foram implementadas no módulo de Manipulação do Conhecimento do SGC-MORPH (abordado no capítulo 3).

O Algoritmo 1.0, denominado **getValObjeto**, é responsável pela atribuição dos valores aos objetos de acordo com o posicionamento dos mesmos entre as nove zonas do *frame* conforme abordado na seção 4.3.2.

---

#### **Algoritmo 1.0** Algoritmo getValObjeto

---

**Entrada:** objeto Obj

**Saída:** Valor do objeto VAL

- 1: **se** eixoX do objeto=1 e eixoY do objeto=1 então
- 2:   atribua o valor 7 a variável VAL
- 3: **fim-se**
- 4: **se** eixoX do objeto=1 e eixoY do objeto=2 então
- 5:   atribua o valor 8 a variável VAL
- 6: **fim-se**
- 7: **se** eixoX do objeto=1 e eixoY do objeto=3 então
- 8:   atribua o valor 9 a variável VAL
- 9: **fim-se**
- 10: **se** eixoX do objeto=2 e eixoY do objeto=1 então
- 11:   atribua o valor 1 a variável VAL

12: **fim-se**  
13: **se** eixoX do objeto=2 e eixoY do objeto=2 então  
14: atribua o valor 2 a variável VAL  
15: **fim-se**  
16: **se** eixoX do objeto=2 e eixoY do objeto=3 então  
17: atribua o valor 3 a variável VAL  
18: **fim-se**  
19: **se** eixoX do objeto=3 e eixoY do objeto=1 então  
20: atribua o valor 4 a variável VAL  
21: **fim-se**  
22: **se** eixoX do objeto=3 e eixoY do objeto=2 então  
23: atribua o valor 5 a variável VAL  
24: **fim-se**  
25: **se** eixoX do objeto=3 e eixoY do objeto=3 então  
26: atribua o valor 6 a variável VAL  
27: **fim-se**

---

---

A avaliação da similaridade entre *frames* MORPH, isto é, a função de distância, é realizada pelo Algoritmo 2.0, denominado **LMORPH**, que recebe dois parâmetros de entrada: o *frame* a ser comparado F e uma lista L dos demais *frames* pertencentes à mesma rede proposicional. É importante ressaltar que, no âmbito do conhecimento, as consultas só fazem sentido se forem realizadas dentro de uma mesma rede proposicional, que representa o contexto do problema cujos *frames* estão associados.

O algoritmo **LMORPH** utiliza as seguintes características dos *frames* MORPH: número de objetos, posicionamento desses objetos no *frame*, os relacionamentos entre eles e os pesos dos relacionamentos (B – Balanceamento e R – Reforço). Baseado nessas características e usando a estratégia apresentada na seção 4.3, o algoritmo gera um valor denominado SCORE para F e para cada *frame* de L. O grau de dissimilaridade (distância) de cada *frame* de L em relação a F corresponde ao módulo da diferença entre seus valores de SCORE, ou seja, a distância euclidiana unidimensional (HAN,2001).

---

**Algoritmo 2.0** Algoritmo LMORPH

---

**Entrada:** *frame* a ser comparado F, lista de *frames* L

**Saída:** Lista de *frames* LF ordenada pelo score calculado

```
1: para cada frame contido em L faça
2:     para cada objeto de origem faça
3:         atribua o número de relações do tipo R a variável NUMR
4:         atribua o número de relações do tipo B a variável NUMB
5:         se NUMR>0 e NUMB=0 então
6:             atribua o valor do objeto a variável SCROBJ
7:             para cada relação do objeto faça
8:                 incremente o valor do objeto destino (getValObjeto) a variável
SCROBJ
9:             fim-para
10:         senão
11:         se NUMB>0 e NUMR=0 então
12:             atribua o valor do objeto a variável SCROBJ
13:             para cada relação do objeto faça
14:                 incremente o valor do objeto destino (getValObjeto) a variável
SCRAX
15:             fim-para
16:             atribui o valor de SCRAX/quantidade de relações a variável SCROBJ
17:         senão
18:         se NUMR>NUMB então
19:             atribua o valor do objeto a variável SCROBJ
20:         para cada relação do objeto faça
21:             se tipo relação=R então
22:                 incremente o valor do objeto destino (getValObjeto) a variável
SCROBJ
23:             senão
24:                 subtraia o valor do objeto destino (getValObjeto) a variável
SCROBJ
25:         fim-se
```

```

26:          fim-para
27:      fim-se
28:      se NUMB>NUMR então
29:          atribua o valor do objeto a variável SCROBJ
30:          para cada relação do objeto faça
31:              se tipo relação=B então
32:                  incremente o valor do objeto destino(getValObjeto) a variável
SCROBJ
33:              fim-se
34:          fim-para
35:      fim-se
36:      se NUMB=NUMR então
37:          atribua o valor do objeto a variável SCROBJ
38:      fim-se
39:      incremente o valor de SCROBJ a variável SCORE
40:  fim-para
41:  Repita os passos número 2 a 40 para o objeto destino
42:  atribua o valor do módulo do SCORE do frame F - SCORE do frame a variável DIF
43: fim-para
44: retorna a lista ordenada pela variável DIF em ordem crescente

```

---

A Figura 4.3 ilustra um exemplo de similaridade entre dois *frames* usando o algoritmo LMORPH, onde o *frame* da esquerda tem SCORE 136 e o da direita tem SCORE 131, sendo 5 o grau de dissimilaridade entre ambos.

É importante observar na Figura 4.7 que a similaridade encontrada entre os dois *frames* não é visual, e sim baseada na força final resultante do posicionamento e relação dos objetos dispostos nas zonas do *frame*, conforme o capítulo 4, seção 4.3.

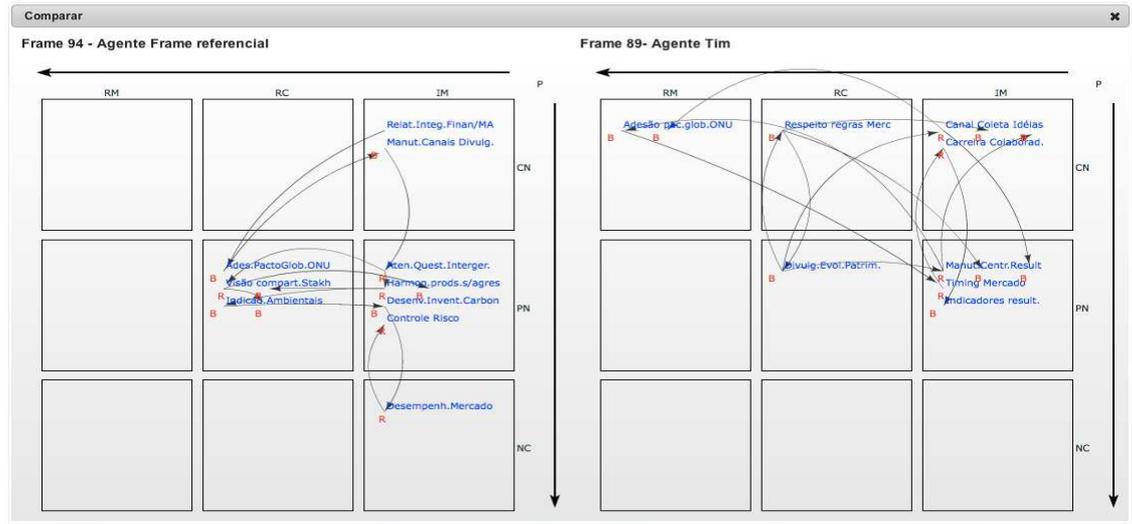


Figura 4.7 - Exemplo de similaridade entre dois frames MORPH

Como abordado na seção 4.2, os tipos mais usuais de consultas por similaridade são as consultas aos  $k$ -vizinhos mais próximos e por abrangência. Para **consultas aos  $k$ -vizinhos mais próximos**, considera-se  $k$  todos os frames de L e gera-se uma lista ordenada partindo do frame mais similar a F. Para **consultas por abrangência**, permite-se listar frames de L dentro de um intervalo de valores de SCORE.

Considerando o frame da esquerda da Figura 4.7 como referencial para as consultas, a Figura 4.8 apresenta o resultado de uma consulta aos  $k$ -vizinhos mais próximos, dado pela lista ordenada de frames, dentro do intervalo de valores de SCORE 103-138, resultado de uma consulta por abrangência (*Range query*). A coluna opções possibilita visualizar graficamente o resultado para cada frame individualmente como apresentado na Figura 4.7, onde o frame da direita (ID 89) é o mais similar.



Figura 4.8 - Resultados de consultas por similaridade a frames MORPH

#### **4.5. Conclusão**

Este capítulo apresentou uma estratégia para implementação de consultas por similaridade a *frames* MORPH, considerando consultas aos  $k$ -vizinhos mais próximos e por abrangência. Para tanto foi desenvolvido o algoritmo LMORPH que calcula o grau de dissimilaridade entre *frames* dentro de uma mesma rede proposicional. A estratégia apresentada foi implementada no módulo de Manipulação de Conhecimento do SGC-MORPH, abordado no capítulo 3. Os resultados experimentais do sistema são discutidos no próximo capítulo.

## 5. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

### 5.1. Introdução

A fim de validar as consultas por similaridade a *frames* MORPH propostas neste trabalho, este capítulo apresenta uma aplicação do SGC-MORPH. As consultas propostas foram empregadas em uma aplicação prática desenvolvida por Tomé (2012) como pesquisa de mestrado. Os resultados obtidos serviram para análise de um grupo específico de empresas e permitiram a comparação de seus modelos mentais.

A seção 5.2 descreve a pesquisa realizada e que serviu para a validação das consultas por similaridade, e a seção 5.3 apresenta os a análise dos resultados obtidos nessa aplicação.

### 5.2. Descrição do estudo de caso

De modo geral, o SGC-MORPH poderá ser utilizado em vários domínios de aplicação que necessitem de armazenamento e manipulação de conhecimento. Mais especificamente, no âmbito organizacional, o sistema pode ser utilizado para suprir uma necessidade presente nos processos de gestão baseados em *Learning Organization* (Senge, 2006).

Fundamentalmente, uma organização empresarial alinhada com os preceitos da *Learning Organization* deve considerar os modelos mentais e a visão compartilhada para nortear suas estratégias de gestão (Senge, 2006).

Diante desse pressuposto, com o SGC-MORPH torna-se possível armazenar os modelos mentais dos agentes tomadores de decisão, no formato de *frames*. A avaliação da estrutura desses *frames* possibilita, pelas consultas por similaridade, identificar os agentes decisores que utilizam arquiteturas cognitivas similares.

A *Learning Organization* pressupõe que um alinhamento adequado entre os modelos mentais desses agentes pode culminar em ações que apontam para a governança corporativa e, conseqüentemente, para melhores decisões. Por outro lado, *frames* que se distanciam entre si evidenciam arranjos caóticos dos modelos mentais dos agentes decisores, indicando a

necessidade de inserção de instrumentos de aprendizagem coletiva que possam sanar divergências em processos de decisão. Essa iniciativa aponta para outra disciplina da *Learning Organization*: o Aprendizado em Equipe.

Com base nesses argumentos, Tomé (2012) utilizou o SGC-MORPH para analisar os *frames* provenientes de um conjunto específico de empresas associadas ao Programa Em Boa Companhia (PEBC), da Bolsa de Valores do Estado de São Paulo – BOVESPA.

Em seu trabalho, Tomé (2012) teve como objetivo analisar o conhecimento presente em ações efetivas, adotadas pelas empresas do PEBC (BM&F BOVESPA, 2011 apud TOME, 2012), relativo à governança e à sustentabilidade e comparar com as ações recomendadas pela BOVESPA. Em razão desse conhecimento estar desestruturado em inúmeros documentos esparsos pela Internet, para que a análise fosse possível, foi necessário extrair o conhecimento esparsos de cada empresa, organizando-o em *frames* MORPH, para depois compará-los entre si, dentro de cada segmento empresarial e com o *frame* representativo das recomendações da BOVESPA.

Dessa maneira, vinte e seis *frames* foram armazenados no SGC-MORPH, sob a mesma rede proposicional:

***As práticas gerais de governança sustentável e, mais especificamente, as práticas socioambientais adicionam valor aos stakeholders<sup>2</sup>?***

Esses vinte e seis *frames* correspondem a vinte e cinco empresas organizadas em diferentes grupos de atividade, além de um *frame* que explicita o modelo recomendado pela BOVESPA para o PEBC. Esses *frames* podem ser observados na tela do sistema, representada na Figura 5.1.

---

<sup>2</sup> *Stakeholder* – Qualquer grupo ou indivíduo que afeta ou é afetado pelo alcance dos objetivos da empresa (FREEMAN,1984)

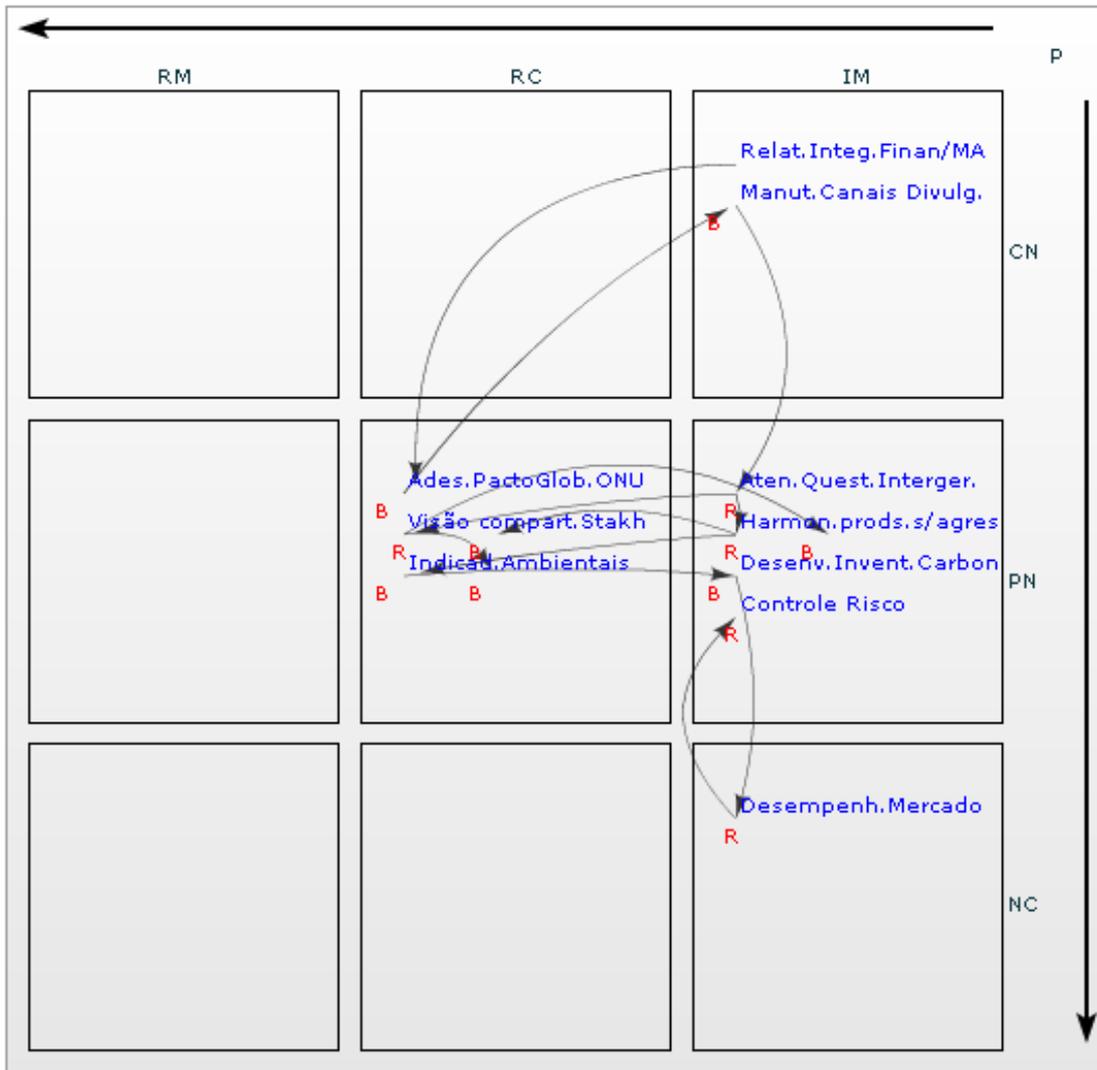
Frames - As práticas de governança s...				
ID	Agente	Versão	Número de objetos	Opções
69	Sabesp	1	(6)	  
70	Sanepar	1	(10)	  
71	CCR	1	(7)	  
72	Invepar	1	(11)	  
73	OHL Brasil	1	(6)	  
74	Braskem	1	(5)	  
75	Comgás	1	(5)	  
76	Ultrapar	1	(7)	  
77	Banco do Brasil	1	(7)	  
78	Bradesco	1	(6)	  
79	Paraná Banco	1	(6)	  
80	Cataguases	1	(8)	  
81	Celesc	1	(8)	  
82	Coelce	1	(9)	  
83	Copel	1	(7)	  
84	Duke Energy	1	(12)	  
85	Cemig	1	(9)	  
86	Cpfl	1	(11)	  
87	Eletrobras	1	(10)	  
88	EDP Energias do Brasil	1	(8)	  
89	Tim	1	(8)	  
90	Vivo	1	(9)	  
91	Celulose Irani	1	(11)	  
92	Klabin	1	(8)	  
93	Suzano Celulose e Papel	1	(9)	  
94	Frame referencial	1	(10)	  

Exibindo resultados de 1 até 26 do total de 26

**Figura 5.1** - Relação dos *frames* analisados do PEBC – BOVESPA  
 Fonte: Adaptado de Tomé (2012)

Observa-se na última posição da tela contida na Figura 5.1, o *frame* referencial, que representa as recomendações da BOVESPA sobre como as empresas do programa devem considerar suas atitudes relativamente à governança e à sustentabilidade.

Por meio da ferramenta *Visualizar*  é possível analisar a estrutura que compõe cada um dos *frames*. A Figura 5.2 revela a estrutura do *frame* referencial, que serve à análise por similaridade com os outros *frames*, elicitados das empresas participantes do PEBC.



**Figura 5.2** - *Frame* referencial representando as recomendações da BOVESPA sobre sustentabilidade  
 Fonte: Adaptado de Tomé (2012)

Utilizando as consultas por similaridade do SGC-MORPH como apresentadas no capítulo 4, e tomando como base o *frame* referencial, Tomé (2012) pôde realizar o cálculo do SCORE de cada empresa pertencente ao PEBC, estabelecendo o padrão de aproximação dos modelos mentais dessas empresas com o *frame* referencial.

Após a aplicação das consultas por similaridades, o resultado das consultas aos *k*-vizinhos mais próximos é exibido por meio de uma lista ordenada pelo *frame* mais similar ao menos similar (Figura 5.3) em relação ao *frame* referencial, utilizando como critério o SCORE calculado.

Na mesma interface mostrada na Figura 5.3 é possível executar consultas por abrangência (*Range query*), filtrando os *frames* pelos intervalos de menor e de maior SCORE.

Similaridade +

Range query:

ID	Agente	Versão	Score	Número de objetos	Opções
89	Tim	1	131.0 <b>(frame mais similar)</b>	(8)	= ↔ ⌂
84	Duke Energy	1	130.0	(12)	= ↔ ⌂
87	Eletrobras	1	125.0	(10)	= ↔ ⌂
70	Sanepar	1	118.0	(10)	= ↔ ⌂
72	Invepar	1	158.0	(11)	= ↔ ⌂
93	Suzano Celulose e Papel	1	110.0	(9)	= ↔ ⌂
91	Celulose Irani	1	166.0	(11)	= ↔ ⌂
90	Vivo	1	98.0	(9)	= ↔ ⌂
86	Cpfl	1	98.0	(11)	= ↔ ⌂
80	Cataguases	1	98.0	(8)	= ↔ ⌂
81	Celesc	1	94.0	(8)	= ↔ ⌂
73	OHL Brasil	1	92.0	(6)	= ↔ ⌂
85	Cemig	1	91.0	(9)	= ↔ ⌂
92	Klabin	1	89.0	(8)	= ↔ ⌂
88	EDP Energias do Brasil	1	88.0	(8)	= ↔ ⌂
82	Coelce	1	86.0	(9)	= ↔ ⌂
83	Copel	1	82.0	(7)	= ↔ ⌂
77	Banco do Brasil	1	80.0	(7)	= ↔ ⌂
76	Ultrapar	1	74.0	(7)	= ↔ ⌂
71	CCR	1	71.0	(7)	= ↔ ⌂
69	Sabesp	1	70.0	(6)	= ↔ ⌂
79	Paraná Banco	1	57.0	(6)	= ↔ ⌂
78	Bradesco	1	56.0	(6)	= ↔ ⌂
75	Comgás	1	50.0	(5)	= ↔ ⌂
74	Braskem	1	40.0	(5)	= ↔ ⌂

**Figura 5.3** - Resultado da execução de consultas por similaridade do *frame* referencial em relação aos demais *frames* cadastrados.

Fonte: Adaptado de Tomé (2012)

As empresas listadas na Figura 5.3 pertencem a setores econômicos diferentes que, segundo Galdi, Couto Junior (2010) devem ser analisados em separado, pois seu comportamento no mercado se mostra diferente.

Com o objetivo de identificar a empresa cujo SCORE foi mais próximo ao referencial, por setor econômico, foi incluída na Figura 5.3 uma legenda com numeração sequencial (1 a 7), que representa cada um dos segmentos empresariais abordados na pesquisa, e que se encontram relacionados na Quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Empresas com melhores SCORE em cada segmento analisado  
Fonte: Adaptado de Tomé (2012)

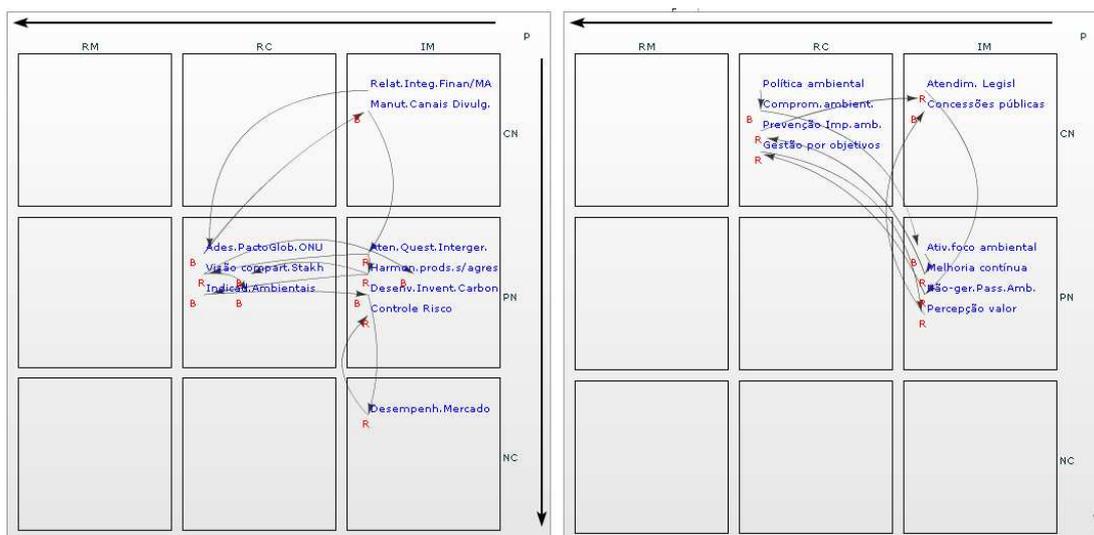
<b>Ordem do SCORE entre segmentos</b>	<b>Segmento</b>	<b>Empresa melhor posicionada no seu segmento</b>
1	Telefonia	TIM
2	Energia	Duke Energy
3	Gestão Ambiental	Sanepar
4	Infraestrutura	Invepar
5	Celulose e papel	Celulose Irani
6	Financeiro	Banco do Brasil
7	Petroquímica	Ultrapar

O Quadro 5.1 identifica as empresas de cada segmento que possuem melhor SCORE. Por exemplo, a empresa Sanepar é a empresa que melhor SCORE teve entre as empresas de seu segmento (Gestão Ambiental), porém, empresas de outros segmentos (TIM e Duke) estão melhor posicionadas do que ela, considerando que seu SCORE absoluto é o 3º. Melhor.

### ***5.3. Análise dos resultados***

Com a aplicação das consultas por similaridade do SGC-MORPH é possível identificar quais *frames* dentro de uma mesma rede proposicional possuem as mesmas estruturas cognitivas. No exemplo em questão, por meio do SCORE de cada empresa, foi possível identificar quais empresas se aproximavam das recomendações da BM&F BOVESPAa (2011), por meio do PEBC.

A Figura 5.3 apresenta os resultados das consultas por similaridade dos *frames* relacionados a empresas de diversos segmentos.



**Figura 5.4 - Similaridade entre os *frames* referencial e o com SCORE mais alto do setor Gestão Ambiental**

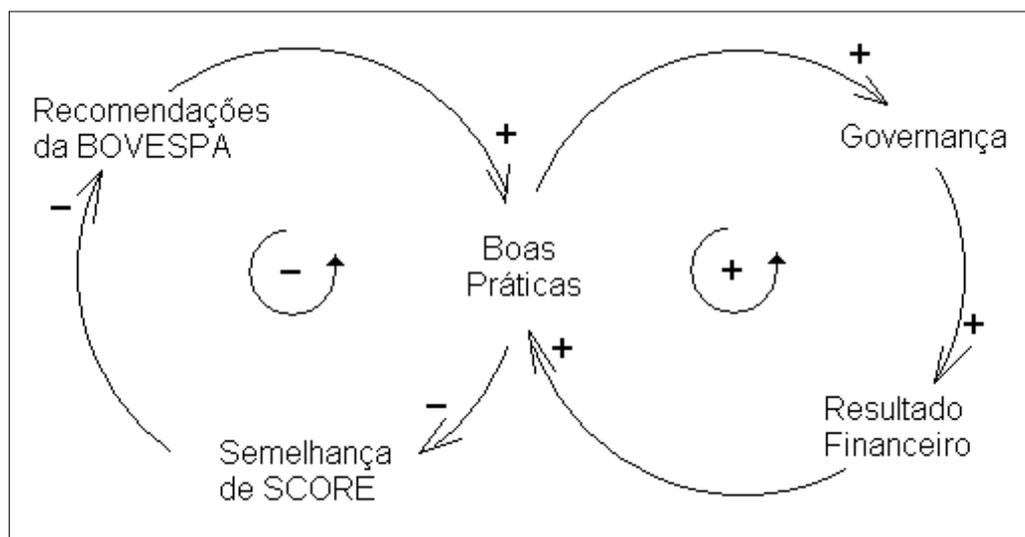
No exemplo apresentado na Figura 5.4, a empresa SANEPAR (SCORE 118,0) é comparada as recomendações de operação descritas pela BOVESPA (SCORE 136,0) para as empresas que desejam ser reconhecidas pela sua governança e sustentabilidade. O *frame* da esquerda (*frame* referencial) representa o padrão recomendado pela BOVESPA, e o *frame* da direita representa o modelo praticado pela empresa SANEPAR, ambos obtidos de uma única rede proposicional.

Pressupõe-se que a grande similaridade entre os *frames* (86,7%) indique que a SANEPAR segue os preceitos de mercado recomendados, considerando que as ações efetivas são muito similares às ações recomendadas.

Todavia, para ratificar essa proposição Tomé (2012) realizou outros testes, partindo do desempenho econômico-financeiro da empresa, avaliando a governança por meio de resultados financeiros, evidenciados por indicadores de Receita Bruta da empresa e o Lucro por Ação.

A análise técnica realizada parte do pressuposto de que a BOVESPA apresentou às empresas do PEBC as melhores práticas para que elas atingissem um bom nível de governança e, que o bom nível de governança deve provocar o melhor desempenho econômico. Dessa maneira, se a empresa SANEPAR possui o melhor SCORE do seu setor, o

obteve por seguir as práticas recomendadas, então, também deve se sobressair relativamente ao desempenho financeiro, comparativamente às outras empresas do setor de gestão ambiental relacionadas no PEBC. Essa dinâmica pode ser demonstrada no diagrama de *feedbacks* contido na Figura 5.5.



**Figura 5.5** - Representação da dinâmica da adoção de boas práticas pelas empresas analisadas.

Observa-se à esquerda do diagrama, que as boas práticas evidenciam a semelhança de SCORE, e se nivelam às recomendações do BOVESPA, gerando um círculo de balanceamento (-). À direita, as boas práticas provocam a amplificação da governança, que, por sua vez, induzem uma amplificação no resultado financeiro, gerando um círculo de reforço, ou virtuoso.

Partindo desse pressuposto, foi realizada a análise do desempenho financeiro de todas as empresas testadas, comparativamente dentro do setor, onde se verificou uma variação positiva da receita bruta e do lucro por ação entre 2009 e 2010, período coincidente com a análise de *frames* realizada. No Quadro 5.2, observa-se o resultado dessa análise.

**Quadro 5.2 - Empresas de maior SCORE em cada segmento econômico**

Setor	Empresa	Receita Bruta 2009/2010			Lucro por ação 2009/2010		
		Var	Var.M	Tend.	Var	Var.M	Tend
Celulose e Papel	Celulose Irani S.A.	26,5%	21,5%	↑	49,6%	83,5%	↓
Energia	Duke Energy	10,5%	11,3%	↓	75,4%	31,1%	↑
Financeiro	Banco do Brasil	25,9%	20,4%	↑	-20,4%	4,9%	↓
Gestão Ambiental	Sanepar	6,5%	7,1%	↓	-1,7%	3,2%	↓
Infraestrutura	Invepar	39,9%	26,7%	↑	-233,3%	-70,6%	↓
Petroquímica	Ultrapar Participações	17,7%	25,1%	↓	74,4%	100,3%	↓
Telefonia	TIM Participações	9,9%	9,4%	↑	549,4%	331,5%	↑

Fonte: Adaptado de Tomé (2012)

No Quadro 5.2, foi calculada a variação da Receita Bruta e do Lucro por Ação das empresas da amostra, considerando os anos de 2009 e 2010, período coincidente com a coleta de dados para construção dos *frames* dos quais se originaram os SCORES.

Foram comparadas as médias das variações e a variação absoluta das empresas de maior SCORE. Os vetores (↑ ou ↓) identificam quais variações absolutas de cada empresa supera (↑) ou fica abaixo (↓) das variações médias de cada setor.

Observa-se no Quadro 5.2 que todas as empresas, exceto a do ramo Petroquímica e de Gestão Ambiental apresentam variações de valor inferiores à média, sendo que todas as outras apresentam pelo menos uma variação numérica superior, ou na receita bruta, ou no lucro por ação. Ressalva-se que o ramo petroquímico é, entre os segmentos testados, o que mais se distanciou do *frame* referencial.

Por fim, a empresa do ramo de Telefonia apresenta variações de adição de valor superiores às outras do setor, sendo esta a empresa que atingiu o maior valor de SCORE, posicionando-a como a mais próxima do *frame* referencial.

#### **5.4. Conclusão**

Neste capítulo, foi apresentado um estudo de caso utilizado para validar as consultas por similaridade desenvolvidas para o SGC-MORPH. Como exemplo da aplicação foi

utilizado *frames* de empresas comparados ao *frame* da BOVESPA no intuito de encontrar quais empresas possuem a mesma arquitetura cognitiva.

Foram comparados os *frames* das empresas de cada setor, cujo SCORE foi o mais próximo do *frame* referencial com o desempenho financeiro da empresa, buscando identificar se o desempenho financeiro ratifica o padrão de ações sustentáveis e de governança presentes nos *frames* armazenados.

## 6. CONCLUSÕES

### 6.1. Considerações gerais

Este trabalho propôs consultas por similaridade ao conhecimento representado por meio de modelos mentais concebidos usando o Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano - MORPH, denominados *frames*. Foram considerados os dois tipos mais usuais de consultas por similaridade: consultas por abrangência e aos  $k$ -vizinhos mais próximos.

Para a avaliação da similaridade entre *frames* MORPH, foi desenvolvido um algoritmo computacional denominado LMORPH. O algoritmo utiliza as seguintes características dos *frames* MORPH: número de objetos, posicionamento desses objetos no *frame* e os relacionamentos entre eles com seus devidos pesos. Baseado nessas características, usando funções estatísticas e regras provenientes do MORPH, o algoritmo gera um valor denominado SCORE para cada *frame* a ser comparado por similaridade. O grau de dissimilaridade (distância) entre dois *frames* corresponde à diferença entre seus valores de SCORE.

A fim de tornar o uso do MORPH computacional foi desenvolvido um Sistema de Gerenciamento de Conhecimento, denominado SGC-MORPH. Os *frames* são tratados como dados complexos, armazenados em uma base de dados relacional e consultados por similaridade. A arquitetura do sistema é modular, pressupondo o desenvolvimento evolutivo e possibilitando o acoplamento de novas funcionalidades, o que estende a sua aplicabilidade a vários domínios que necessitem de gerenciamento de conhecimento e tomada de decisões.

Mais especificamente no âmbito organizacional, o SGC-MORPH pode ser utilizado com o objetivo de conferir à organização empresarial capacidade de avaliação de problemas complexos a partir do conhecimento conjunto de seus agentes de decisão. Por exemplo, considerando o planejamento estratégico corporativo, ações para avaliação de ciclos de vida de produtos em função da dinâmica dos mercados, são melhor interpretadas se submetidas à base de conhecimento de agentes especialistas em ações mercadológicas, em tendências

tecnológicas e capacidades operacionais. As habilidades conjuntas desses agentes poderão trazer o diferencial competitivo necessário nessas circunstâncias complexas, e em outras, caracterizadas pela existência de sistemas complexos e decisão em grupo.

A fim de validar a aplicabilidade das consultas por similaridade desenvolvidas neste trabalho, o Capítulo 5 apresentou os resultados obtidos por Tomé (2012) com o uso do SGC-MORPH no âmbito organizacional, mais especificamente em processos de gestão baseados em *Learning Organization*. Constatou-se que com o SGC-MORPH foi possível fazer a comparação de modelos mentais de um grupo específico de empresas.

## ***6.2. Principais contribuições***

A principal contribuição deste trabalho foi a proposta das consultas por similaridade a *frames* MORPH, o que acrescentou ao MORPH processos computacionais de manipulação do conhecimento. Entretanto, sem o desenvolvimento do SGC-MORPH a aplicação das consultas por similaridade não teria sido possível.

Assim, considerando o SGC-MORPH contemplando as consultas por similaridade propostas, as principais contribuições proporcionadas por este trabalho são sintetizadas nos seguintes âmbitos apresentados a seguir:

- **Acadêmico:** como ferramenta fundamental para a realização de outros trabalhos de pesquisa visando a extensão de suas funcionalidades, além de possíveis aplicações no âmbito do aprendizado.
- **Organizacional:** como ferramenta para o desenvolvimento de aplicações no âmbito organizacional visando a tomada de decisão.
- **Tecnológico:** como ponto de referência para a construção de estruturas de armazenamento de conhecimento em Sistemas de Gerenciamento de Bases de Dados.

### ***6.3. Propostas para trabalhos futuros***

Os tópicos citados a seguir têm como objetivo tornar este trabalho mais completo explorando itens que não estavam previstos no escopo inicial:

- Evoluir as consultas por similaridade considerando a semântica dos objetos posicionados nos *frames* MORPH.
- Elaborar processos que utilizem a similaridade entre *frames* MORPH, objetivando a mineração do conhecimento.
- Integração do módulo de Aquisição do Conhecimento ao SGC-MORPH como abordado no Capítulo 3, a fim de adicionar semântica ao processo de entrada de conhecimento no sistema.
- Explorar os recursos visuais que o Adobe Flex possui, visando possibilitar a alteração dinâmica dos objetos no próprio *frame*, com recursos de arrastar-soltar, facilitando assim a realização de simulações nos *frames*.
- Usar o SGC-MORPH no âmbito acadêmico como ferramenta de modelagem e representação do conhecimento, em disciplinas que abordam Gestão do Conhecimento e Tomada de Decisão.
- Avaliar a similaridade entre redes proposicionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOBE. **Flex Developer Center**. Disponível em <<http://www.adobe.com/devnet/flex>>. Acesso em Ago. 2011.

\_\_\_\_\_. **Plataforma Adobe Flash**; <<http://www.adobe.com/br/flashplatform>>. Acesso em Set 2012.

ANDERSON, J. R. **Cognitive psychology and its implications**. 7a. ed. New York: Worth Publishers, 2009. 608p.

BASTOS, A.A.P.; **A Dinâmica de Sistemas e a compreensão da estrutura de negócios**. São Paulo: USP, 2003. 122p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado à FEA-USP, Universidade Estadual de São Paulo, 2003.

BERTALANFFY, L. V., **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis, Ed. Vozes, 2ª.ed, 1975, 351p.

BÖHM, C. **A Cost Model for Query Processing in High Dimensional Data Spaces**, ACM Transactions on Database Systems (TODS), vol. 25, June 2000, pp. 129 - 178.

BRAY, T.; PAOLI, J.; SPERBERG-MCQUEEN, C. **Extensible markup language (XML) 1.0**. World Wide Web Consortium Recommendation. Disponível em <http://www.w3.org/TR/REC-xml>. Acesso em: 10 de out. 2012.

CHÁVEZ, E; NAVARRO, G.; BAEZA-YATES, R. A.; MARROQUÍN, J. L. **Searching in Metric Spaces**, ACM Computing Surveys, v. 33, p. 273-321, September 2001.

CHEN, P. P. **The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data**. ACM Transactions on Database Systems, v. 1, n. 1, p. 9-36, March 1976.

COSTA, F. M. **Aquisição de conhecimento de agentes textuais baseado em MORPH**. Limeira: PPG-Tec, 2012. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2012.

COYLE, R. G. **System Dynamics Modelling**. London: Chapman & Hall, 1996. 413p

D’OTTAVIANO, I.L.; BRESCIANI FILHO, E. **Auto-organização e criação**. In: Multiciência, n 3, 2004. pp.1-23.

FORRESTER, J. W. **Dinamica Industrial**. Buenos Aires: El Ateneo. 1972. 449p.

FREEMAN, R. E. **Strategic Management: A Stakeholder Approach**. Boston: Pitman, 1984.

GAEDE, V.; GÜNTHER, O. **Multidimensional Access Methods**, ACM Computing Surveys, v. 30, p. 170-231, 1998.

GAO, L.; WANG, X. S. **Continuous Similarity-Based Queries on Streaming Time Series**. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering (TKDE), v. 17, p. 1320-1332, 2005.

GALDI, F. C.; COUTO JUNIOR, C.G. **O desempenho do método de avaliação de empresas por múltiplos de mercado aplicado em empresas agrupadas com Cluster Analysis**. In: IV Congresso ANPCONT, 2010, Natal. Anais. São Paulo: ANPCONT, 2010.

- HAN, J, KAMBER, M. **Data Mining: concepts and techniques**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2001.
- HEISENBERG, W., **Physics and beyond: encounters and conversations**. New York, Harper & Row, 1971, 264p.
- HEYLIGHEM, F. **Building a science of complexity**. Proceedings of the 1988 Annual Conference of the Cybernetics Society. Proceedings., London: Cybernetics Society, King's College, 1988.
- JOHNSON-LEARD, P.N. **Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1986. 513p.
- KIM, D.H. **O elo entre a aprendizagem individual e a aprendizagem organizacional**. In: KLEIN, D.A. **A gestão estratégica do Capital Intelectual: recursos para a economia baseada em conhecimento**. Rio de Janeiro : Qualitymark, 1998. Parte II, cap. 4.
- LAPP, C.; OSSIMITZ, G. **Proposing a classification of feedback loops in four types**. Scientific Inquiry, vol. 9, No. 1, June, 2008, pp. 29 – 36.
- LEW, M. S., N. Sebe, C. Djeraba, R. Jain, **Content-Based Multimedia Information Retrieval: State of the Art and Challenges**, ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications and Applications, vol. 2, 2006, pp. 1-19.
- MATLIN, M. W. **Psicologia Cognitiva**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 403p.
- MORECROFT, J.D.W.; STERMAN, J.D. **Modeling for learning organizations**. Portland: Productivity Press, 2000. 400p.
- PALAZZO, L. A. M. **Complexidade, caos e auto-organização**. Disponível em: [http://algot.dcc.ufba.br/~monserrat/isc/Complexidade\\_caos\\_autoorganizacao.html](http://algot.dcc.ufba.br/~monserrat/isc/Complexidade_caos_autoorganizacao.html). Acesso em: 06 out. 2011.
- ROSSI, T.; SCHIMIDT, P. **Teoria e Prática para a Adoção do XBRL – Extensive Business Reporting Language**. ConTexto, Porto Alegre, v.11, n.19, 2001.
- SAMET, H. **Foundations of Multidimensional and Metric Data Structures**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2006.
- SANTOS, S.P.; BELTON, V.; HOWICK, S. **Integrating System Dynamics and Multicriteria analysis: towards organizational learning for performance improvement**, In: 19<sup>th</sup> International System Dynamics proceedings, Atlanta, 2001. Anais do 19<sup>th</sup> ISDP – SDS. Atlanta, SDS, 2001.
- SMITH, F. **Understanding Reading: A Psycholinguistic Analysis of Reading and Learning to Read**. 6 ed. New Jersey: Laurence Erlbaum, 2004.
- SENGE, P.M. **The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization**. Revised Edition. New York: Doubleday, 2006.
- TOMÉ, I. M. **Modelo para análise da sustentabilidade empresarial com base em MORPH**. Limeira: PPG-Tec, 2012. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2012.

TENPENNY, P. L. SHOBEN, E.J. **Component processes and the utility of the conceptually-driven/data-driven distinction.** Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. v. 18, s.1, p.25-42, 1992.

TVERSKY, A.; KAHNEMAN D. **The Framing of Decisions and the Psychology of Choice.** Science Magazine: American Association for the Advancement of Science, v. 211, n. 4481, p. 453-458, 1981.

ZAMBON, A. C. **Uma contribuição ao processo de aquisição e sistematização do conhecimento multiespecialista e sua modelagem baseada na Dinâmica de Sistemas.** UFSCar. São Carlos, 2006.

## APÊNDICE A – ESTRUTURA FÍSICA DE CRIAÇÃO DA BASE DE DADOS DO SGC-MORPH

---

Table structure for `Agente`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `Agente`;  
CREATE TABLE `Agente` (  
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `nome` varchar(150) DEFAULT NULL, `descricao` text,  
  `data` datetime DEFAULT NULL,  
  `tipo` varchar(20) DEFAULT NULL,  
  `excluido` char(1) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

---

Table structure for `AgenteEmpresa`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `AgenteEmpresa`;  
CREATE TABLE `AgenteEmpresa` (  
  `agente` int(11) NOT NULL,  
  `cnpj` varchar(18) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`agente`),  
  KEY `FK_AGENTEEMPRESA_AGENTE` (`agente`),  
  CONSTRAINT `FK_AGENTEEMPRESA_AGENTE` FOREIGN KEY (`agente`)  
  REFERENCES `Agente` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION )  
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

-----  
Table structure for `AgenteHumano`  
-----

```
DROP TABLE IF EXISTS `AgenteHumano`; CREATE TABLE `AgenteHumano` (  
  `agente` int(11) NOT NULL,  
  `cpf` varchar(14) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`agente`),  
  KEY `FK_AGENTEHumANO_AGENTE` (`agente`),  
  CONSTRAINT `FK_AGENTEHumANO_AGENTE` FOREIGN KEY (`agente`)  
  REFERENCES `Agente` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION )  
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

-----  
Table structure for `AgenteRedeProposicional`  
-----

```
DROP TABLE IF EXISTS `AgenteRedeProposicional`;  
CREATE TABLE `AgenteRedeProposicional` (  
  `agente` int(11) DEFAULT NULL,  
  `problema` int(11) DEFAULT NULL,  
  KEY `FK_AGENTEREDEPROPOSICIONAL_AGENTE` (`agente`),  
  KEY `FK_AGENTEREDEPROPOSICIONAL_PROBLEMA` (`problema`),  
  CONSTRAINT `FK_AGENTEREDEPROPOSICIONAL_AGENTE` FOREIGN KEY  
  (`agente`)  
  REFERENCES `Agente` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION,  
  CONSTRAINT `FK_AGENTEREDEPROPOSICIONAL_PROBLEMA` FOREIGN KEY  
  (`problema`)  
  REFERENCES `RedeProposicional` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO  
  ACTION ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

---

Table structure for `AgenteTextual`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `AgenteTextual`;
CREATE TABLE `AgenteTextual` (
  `agente` int(11) NOT NULL,
  `codigo` varchar(20) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`agente`),
  KEY `FK_AGENTETEXTUAL_AGENTE` (`agente`),
  CONSTRAINT `FK_AGENTETEXTUAL_AGENTE` FOREIGN KEY (`agente`)
  REFERENCES `Agente` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION )
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

---

Table structure for `Frame`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `Frame`;
CREATE TABLE `Frame` (
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `problema` int(11) DEFAULT NULL,
  `cadastrante` int(11) DEFAULT NULL,
  `agente` int(11) DEFAULT NULL,
  `data` datetime DEFAULT NULL,
  `versao` int(11) DEFAULT NULL,
  `excluido` char(1) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id`),
  KEY `FK_FRAME_PROBLEMA` (`problema`),
  KEY `FK_FRAME_CADASTRANTE` (`cadastrante`),
  KEY `FK_FRAME_AGENTE` (`agente`),
  CONSTRAINT `FK_FRAME_AGENTE` FOREIGN KEY (`agente`) REFERENCES
  `Agente` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION, CONSTRAINT
  `FK_FRAME_CADASTRANTE` FOREIGN KEY (`cadastrante`)
```

```
REFERENCES `Usuario` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION,  
CONSTRAINT `FK_FRAME_PROBLEMA` FOREIGN KEY (`problema`)  
REFERENCES `RedeProposicional` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO  
ACTION ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

---

Table structure for `Grupo`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `Grupo`;  
CREATE TABLE `Grupo` (  
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `criador` int(11) DEFAULT NULL,  
  `nome` varchar(150) DEFAULT NULL,  
  `dataIni` date DEFAULT NULL,  
  `dataFim` date DEFAULT NULL,  
  `data` datetime DEFAULT NULL,  
  `excluido` char(1) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id`),  
  KEY `FK_GRUPO_USUARIO` (`criador`),  
  CONSTRAINT `FK_GRUPO_USUARIO` FOREIGN KEY (`criador`) REFERENCES  
  `Usuario` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

---

Table structure for `GrupoParticipante`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `GrupoParticipante`;  
CREATE TABLE `GrupoParticipante` (  
  `grupo` int(11) NOT NULL,  
  `participante` int(11) NOT NULL,  
  KEY `PK_GRUPOPARTICIPANTE` (`grupo`,`participante`),  
  KEY `FK_GRUPOPARTICIPANTE_GRUPO` (`grupo`),
```

```

KEY `FK_GRUPOPARTICIPANTE_PARTICIPANTE` (`participante`), CONSTRAINT
`FK_GRUPOPARTICIPANTE_GRUPO` FOREIGN KEY (`grupo`)
REFERENCES `Grupo` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION,
CONSTRAINT `FK_GRUPOPARTICIPANTE_PARTICIPANTE` FOREIGN KEY
(`participante`) REFERENCES `Usuario` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE
NO ACTION
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

```

---

Table structure for `GrupoRedeProposicional`

---

```

DROP TABLE IF EXISTS `GrupoRedeProposicional`;
CREATE TABLE `GrupoRedeProposicional` (
`grupo` int(11) NOT NULL,
`problema` int(11) NOT NULL,
KEY `FK_GRUPOREDEPROPOSICIONAL_GRUPO` (`grupo`),
KEY `PK_GRUPOREDEPROPOSICIONAL` (`grupo`,`problema`),
KEY `FK_GRUPOREDEPROPOSICIONAL_PROBLEMA` (`problema`),
CONSTRAINT `FK_GRUPOREDEPROPOSICIONAL_PROBLEMA` FOREIGN KEY
(`problema`)
REFERENCES `RedeProposicional` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO
ACTION, CONSTRAINT `FK_GRUPOREDEPROPOSICIONAL_GRUPO` FOREIGN
KEY (`grupo`)
REFERENCES `Grupo` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION )
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

```

---

Table structure for `Objeto`

---

```

DROP TABLE IF EXISTS `Objeto`;
CREATE TABLE `Objeto` (

```

```

`id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`frame` int(11) DEFAULT NULL,
`nome` varchar(150) DEFAULT NULL,
`descricao` text,
`quadranteX` int(11) DEFAULT NULL,
`quadranteY` int(11) DEFAULT NULL,
`excluido` char(1) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id`),
KEY `FK_OBJETO_FRAME` (`frame`),
CONSTRAINT `FK_OBJETO_FRAME` FOREIGN KEY (`frame`) REFERENCES `Frame`
(`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

```

-----  
Table structure for `ObjetoDestino`  
-----

```

DROP TABLE IF EXISTS `ObjetoDestino`;
CREATE TABLE `ObjetoDestino` (
`id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
`origem` int(11) DEFAULT NULL,
`destino` int(11) DEFAULT NULL,
`peso` char(1) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`id`),
KEY `FK_OBJETODESTINO_OBJETO` (`origem`),
KEY `FK_OBJETODESTINO_DESTINO` (`destino`),
CONSTRAINT `FK_OBJETODESTINO_DESTINO` FOREIGN KEY (`destino`)
REFERENCES `Objeto` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION,
CONSTRAINT `FK_OBJETODESTINO_OBJETO` FOREIGN KEY (`origem`)
REFERENCES `Objeto` (`id`) ON DELETE NO ACTION ON UPDATE NO ACTION )
ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;

```

---

Table structure for `RedeProposicional`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `RedeProposicional`;  
CREATE TABLE `RedeProposicional` (  
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `problema` text,  
  `descricao` text,  
  `data` datetime DEFAULT NULL,  
  `excluido` char(1) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (`id`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

---

Table structure for `Usuario`

---

```
DROP TABLE IF EXISTS `Usuario`;  
CREATE TABLE `Usuario` (  
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `nome` varchar(150) DEFAULT NULL,  
  `email` varchar(255) DEFAULT NULL,  
  `senha` varchar(18) DEFAULT NULL,  
  `administrador` char(1) DEFAULT NULL,  
  `excluido` char(1) DEFAULT NULL, PRIMARY KEY (`id`),  
  KEY `IX_USUARIO_EMAIL` (`email`)  
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;  
SET FOREIGN_KEY_CHECKS = 1;
```