
GEOCIÊNCIAS E MEIO AMBIENTE

DAIANA MARQUES COSTA

**ESTABELECIMENTO DE UM ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO
ÓLEO EM AMBIENTES FLUVIAIS, COM O SUPORTE DA FERRAMENTA
MORPH**



Rio Claro-SP
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Campus de Rio Claro

DAIANA MARQUES COSTA

**ESTABELECIMENTO DE UM ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO
ÓLEO EM AMBIENTES FLUVIAIS, COM O SUPORTE DA FERRAMENTA
MORPH**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Paulina Setti Riedel

Co-orientadores:

Prof^ª Dr^ª Cenira Maria Lupinacci da Cunha
Prof. Dr. Antonio Carlos Zambon

Rio Claro-SP
2013

574.5263 Costa, Daiana Marques
C837e Estabelecimento de um índice de sensibilidade ambiental ao óleo em ambientes fluviais,
com o suporte da ferramenta MORPH / Daiana Marques Costa. - Rio Claro, 2014
193 f. : il., figs., tabs., quadros

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas
Orientador: Paulina Setti Riedel
Coorientadores: Cenira Maria Lupinacci da Cunha, Antonio Carlos Zambon

1. Ecologia aquática. 2. Sensibilidade fluvial ao óleo. 3. Mapeamento de sensibilidade
ambiental ao óleo. 4. Cartas SAO. 5. Geomorfologia fluvial. 6. Aquisição de conhecimento.
I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

DAIANA MARQUES COSTA

**ESTABELECIMENTO DE UM ÍNDICE DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO
ÓLEO EM AMBIENTES FLUVIAIS, COM O SUPORTE DA FERRAMENTA
MORPH**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geociências e Meio Ambiente

Comissão examinadora

Prof^ª Dr^ª Paulina Setti Riedel (Orientadora)
IGCE/ UNESP/ Rio Claro (SP)

Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes
FCT/ UNESP/ Presidente Prudente (SP)

Prof. Dr. Leandro Eugênio da Silva Cerri
IGCE/ UNESP/ Rio Claro (SP)

Rio Claro, 25 de novembro de 2013.

Aprovada

*Dedico aos meus amados pais,
a minha querida irmã
e a ciência*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Odete e Abílio, exemplos de vida, pelo apoio, incentivo e amor incondicional em todos os momentos da minha vida, por sempre acreditarem em meu potencial e por serem meu porto seguro.

A minha irmã, por acreditar em meu trabalho e pelo auxílio fundamental em várias etapas da pesquisa, principalmente quando os caminhos da mesma pareciam não ter saída e quando o desânimo e o cansaço eram inevitáveis.

A Professora Dra. Paulina Setti Riedel, exemplo de coragem e determinação, pela orientação fundamental, confiança e todo apoio, mesmo não concordando com algumas ideias.

Aos meus co-orientadores Professora Dra. Cenira Maria Lupinacci da Cunha pelo auxílio imprescindível, pelas trocas de ideias que motivaram a continuidade da pesquisa; e Professor Dr. Antonio Carlos Zambon por apresentar uma outra perspectiva de análise com o MORPH, por todas as ideias e pelo aprendizado.

A CAPES pela contribuição fornecida a essa pesquisa em forma de recursos.

Ao Dr. João Carlos Milanelli pelo auxílio com a definição de ideias para a pesquisa.

A Arthur Wieczorek por todo auxílio e aprendizado.

A Rosangela Vacello, secretária do programa de pós-graduação, agradeço pela amizade e por todo o auxílio.

Aos professores do programa em Geociências e Meio Ambiente Dr. José Eduardo Zaine, Dr. Leandro Eugênio da Silva Cerri, Dr. Fabio Augusto Gomes Vieira Reis, Dr. José Alexandre Perinotto, Dr. Everton de Oliveira, Dr. Mario Luis Assine e Dr. Norberto Morales por auxiliarem minha formação acadêmica e pelo convívio sempre enriquecedor.

Ao NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) pela disponibilização de bibliografia utilizada nessa pesquisa.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação por todo auxílio.

Aos funcionários da Biblioteca da UNESP de Rio Claro por todo auxílio oferecido.

Aos colegas do programa de pós-graduação e do Grupo de Estudos GEICON pelo convívio e aprendizado constante.

Aos amigos pela paciência e apoio.

A Deus por proporcionar mais essa conquista e por colocar todas essas pessoas em minha vida.

A GFB pela força, pelo direcionamento e pelas conquistas.

“Sem visão os homens morrem”
(PROPHET; PROPHET, 2000, p. 25)

“Se você pode sonhar, você pode fazer”
Walt Disney

RESUMO

A presente pesquisa propõe um sistema de classificação que visa determinar a sensibilidade ambiental ao óleo dos diversos ambientes fluviais. Esse sistema de classificação se baseou nos principais sistemas existentes utilizados na atualidade pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), para os principais sistemas fluviais e Grandes Lagos norte americanos e pela Petrobras, para os rios amazônicos. Essa proposição se deve em razão da recorrência cada vez maior de acidentes envolvendo derramamento de óleo em áreas continentais, com consequentes danos ambientais aos cursos fluviais e por não haver um sistema de classificação abrangente, que atenda aos mais diversos tipos de ambientes encontrados em cursos fluviais, pois grande parte dos estudos de sensibilidade estão voltados aos ambientes costeiros. Com isso, para uma melhor avaliação das bibliografias existentes sobre estes sistemas, foi utilizada uma ferramenta de análise denominada MORPH (Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano). Esta ferramenta auxiliou na comparação de muitas variáveis interdependentes, o que possibilitou a identificação dos parâmetros físicos fundamentais utilizados para determinar os principais ambientes que compõem o sistema de classificação. Como resultados foram obtidos os parâmetros físicos fundamentais que devem ser observados para avaliar a sensibilidade ambiental ao óleo, como: tipo e natureza do substrato (substrato rochoso, substratos inconsolidados, estruturas artificiais, substratos vegetados), ação do hidrodinamismo, declividade das feições marginais, fácies dos sistemas deposicionais fluviais e presença de vegetação. Com base nesses parâmetros e nos sistemas de classificação existentes, oito ambientes fluviais foram selecionados para compor um sistema denominado Índice de Sensibilidade Fluvial (ISF). Este sistema propõe que os seguintes ambientes sejam considerados: margens rochosas, estruturas artificiais, praias, bancos de substrato lamoso, barras de meandro, diques naturais, margens vegetadas e planícies de inundação associadas à vegetação. O ISF classificou cada ambiente em uma escala que varia de 1 a 10 (do menos ao mais sensível). O índice relaciona as características físicas que influenciam diretamente na persistência natural, na dispersão e nas condições de limpeza e/ou remoção do óleo, com reflexo direto no grau de impacto. Conclui-se portanto que a ferramenta de análise utilizada (MORPH) se mostrou um tanto complexa em seu entendimento e utilização, havendo a necessidade de adaptá-la para atender as necessidades da presente pesquisa. Entretanto, se apresentou como um importante auxílio para elencar as variáveis fundamentais ao estabelecimento da sensibilidade ambiental ao óleo em ambientes fluviais, pois permitiu uma minuciosa investigação dos agentes textuais.

Palavras-chave: Sensibilidade fluvial ao óleo. Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao Óleo. Cartas SAO. Geomorfologia fluvial. Aquisição de conhecimento.

ABSTRACT

The present study proposes a classification system that aims to determine the environmental sensitivity to oil in various water way settings. This classification system is based on the main existing systems used today by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), for the most important North American rivers and Great Lakes, and by Petrobras, for the Amazon rivers. This proposal came about because of ever increasing reoccurrences of oil spills in areas on the continent, with consequent environmental damage to water ways, and because there is no broad classification system that meets the needs of the different types of environments found in water ways, seeing that a good part of the sensitivity studies are directed towards coastal settings. Therefore, so as to have a better assessment of existing bibliographies on these systems, an analysis tool was used, which is called Human Thinking Representation Oriented Model (MORPH). This tool simplified the comparison of many interdependent variables, which made it possible to identify the fundamental physical parameters used to determine the main environments that make up the classification system. As a result, the fundamental physical parameters that should be observed to evaluate environment sensitivity to oil, like for instance: type and nature of the substrate (rock substrate, unconsolidated substrates, artificial structures, vegetated substrates), hydrodynamic effect, river sloping features, system depositional surfaces, and vegetation presence. Based on these parameters and on existing classification systems, eight river environments were selected to make up one system, which was named the Fluvial Sensitivity Index (FSI). This system proposes that the following environments be considered: rocky shores, artificial structures, beaches, muddy substrate banks, point-bars, natural dikes, vegetated shores and flood plains associated with vegetation. The FSI classified each environment on a scale that varies from 1 to 10 (from the less sensitive to the most). This index relates the physical characteristics that directly influence natural persistence, in the dispersion and in the cleaning and/or removal of oil conditions, which is reflected directly on the impact level. It is therefore concluded that MORPH has complex application requirements and some adjustments were necessary for the present study. However it proved to be an important support to the establishment of an environmental sensitivity index to oil in fluvial environments, as it allowed a thorough investigation of the textual agents.

Key-words: *Fluvial sensitivity to oil. Environmental Sensitivity to Oil Mapping. SAO Maps. Fluvial geomorphology. Knowledge acquisition.*

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Mapa dos principais modais de transporte do Brasil.</i>	32
<i>Figura 2 - Gráfico de comparação entre os principais locais de ocorrência de acidentes ambientais entre os anos de 2006 e 2012.</i>	33
<i>Figura 3 - Gráfico dos principais locais envolvendo acidentes ambientais, com a porcentagem de ocorrências, entre os anos de 2006 e 2012.</i>	33
<i>Figura 4 - Mapa das principais rodovias com o maior número de acidentes ambientais.</i>	35
<i>Figura 5 - Gráfico de comparação dos totais de acidentes ambientais ocorridos entre os anos de 2006 e 2012 por tipo de ambiente.</i>	35
<i>Figura 6 - Gráfico dos principais acidentes afetados por danos ambientais, com a porcentagem de ocorrências, entre os anos de 2006 e 2012.</i>	36
<i>Figura 7 - Representação das etapas de desenvolvimento da pesquisa.</i>	38
<i>Figura 8 - Esquema de execução da análise e comparação dos agentes textuais.</i>	41
<i>Figura 9 - Constituição da P em forma de árvore.</i>	43
<i>Figura 10 - Sintagmas nominais da P.</i>	43
<i>Figura 11 - Processo de aquisição e representação do conhecimento por meio de etapas e diretrizes.</i>	45
<i>Figura 12 - Apresentação de todos os agentes que se encontram sob a mesma Rede Proposicional, evidenciando a quantidade de objetos.</i>	49
<i>Figura 13 - Apresentação da vinculação de um único agente à P, evidenciando seu score.</i>	49
<i>Figura 14 - Visualização do posicionamento de objetos do frame.</i>	50
<i>Figura 15 - Visualização dos objetos no frame e seus relacionamentos.</i>	50
<i>Figura 16 - Gráfico de dispersão e visualização da similaridade dos agentes.</i>	51
<i>Figura 17 - Processo de estabelecimento de um Sistema de Classificação da Sensibilidade Fluvial.</i>	52
<i>Figura 18 - Gráfico da relação do volume de óleo vazado, período e quantidade de ocorrências, entre as décadas de 1960 e 2000.</i>	56
<i>Figura 19 - Representação da estrutura do frame MORPH.</i>	77
<i>Figura 20 - Etapas e Diretrizes do processo de aquisição de conhecimento.</i>	78
<i>Figura 21 - Árvore da estrutura gramatical básica da P.</i>	79
<i>Figura 22 - Representação esquemática da extração de objetos.</i>	80
<i>Figura 23 - Representação dos eixos do frame MORPH, evidenciando o caminho de recuperação da informação e do poder.</i>	81
<i>Figura 24 - Estrutura genérica de representação do Obj_k no frame MORPH.</i>	83
<i>Figura 25 - Interpretação das zonas do frame MORPH.</i>	83
<i>Figura 26 - Valores (pesos) das zonas do frame MORPH.</i>	84

Figura 27 - Representação do conhecimento do artigo de Hayes; Michel; Dahlin (1995), por meio do frame MORPH.	90
Figura 28 - Representação do conhecimento do artigo de Hayes; Michel; Montello (1997), por meio do frame MORPH.	97
Figura 29 - Representação do conhecimento do artigo de Araújo; Silva; Muehe (2006), por meio do frame MORPH.	102
Figura 30 - Representação do conhecimento do artigo de Ferreira; Beaumord (2008), por meio do frame MORPH.	107
Figura 31 - Gráfico de dispersão evidenciando a similaridade entre os agentes textuais.....	111
Figura 32 - Gráfico de incidência dos parâmetros físicos identificados nos artigos.....	114
Figura 33 - Padrão de rio meandrante apresentando feições erosivas e deposicionais (barras arenosas).....	116
Figura 34 - Diferentes tipos de porosidade.....	118
Figura 35 - Desenho esquemático dos diques naturais, planície de inundação e terraços fluviais...	132
Figura 36 - Diferentes tipos de abandono de canal.	133

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 - Exemplo de extração de Critérios da P.....</i>	46
<i>Quadro 2 - Exemplo de extração de Objetos da P.....</i>	46
<i>Quadro 3 - Exemplo do posicionamento dos Objetos no eixo da Temporalidade.....</i>	46
<i>Quadro 4 - Exemplo do posicionamento dos Objetos no eixo da Controlabilidade.....</i>	47
<i>Quadro 5 - Exemplo de relacionamento entre os Objetos (sentido e intensidade da relação).</i>	47
<i>Quadro 6 - Exemplo de notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares.....</i>	47
<i>Quadro 7 - Principais instrumentos legais relacionados à poluição por óleo.....</i>	59
<i>Quadro 8 - Escala de classificação dos ambientes de acordo com o Índice de Vulnerabilidade proposto por Gundlach e Hayes em 1978.....</i>	61
<i>Quadro 9 - Escala de classificação de vulnerabilidade para a Baía de Lower Cook, Alasca.</i>	62
<i>Quadro 10 - Comparação da classificação de sensibilidade adotada pelo NOAA com a proposta para os ambientes costeiros do Brasil.....</i>	64
<i>Quadro 11 - Escala ISA do NOAA para os habitats das margens dos Grande Lagos, escala em ordem crescente de sensibilidade.....</i>	66
<i>Quadro 12 - Escala de sensibilidade das margens para os Grandes Lagos canadenses.....</i>	66
<i>Quadro 13 - Escala dos habitats de água doce.</i>	67
<i>Quadro 14 - Proposta de classificação do Índice de Sensibilidade Ambiental.....</i>	68
<i>Quadro 15 - Proposta de classificação de sensibilidade a derramamento de óleo em pequenos rios e córregos do sudeste dos Estados Unidos.....</i>	69
<i>Quadro 16 - Feições fluviais amazônicas.....</i>	70
<i>Quadro 17 - Índice de sensibilidade fluvial da região amazônica a derrames de óleo.....</i>	71
<i>Quadro 18 - Níveis de vulnerabilidade com as respectivas características.....</i>	72
<i>Quadro 19 - Notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares.</i>	83
<i>Quadro 20 - Relação dos agentes textuais analisados por este estudo.....</i>	87
<i>Quadro 21 - Visualização dos resultados do artigo de Hayes; Michel; Dahlin (1995), obtidos pela decomposição da P, por meio da aplicação das diretrizes de extração.....</i>	88
<i>Quadro 22 - Visualização dos resultados do artigo de Hayes; Michel; Montello (1997), obtidos pela aplicação das diretrizes de extração.....</i>	96
<i>Quadro 23 - Visualização dos resultados do artigo de Araújo; Silva; Muehe (2006), obtidos pela aplicação das diretrizes de extração.....</i>	101
<i>Quadro 24 - Visualização dos resultados do artigo de Ferreira; Beaumord (2008), obtidos pela aplicação das diretrizes.....</i>	106
<i>Quadro 25 - Comparação dos aspectos físicos identificados em cada artigo.....</i>	112
<i>Quadro 26 - Identificação dos parâmetros físicos para definição do Sistema de Classificação de Sensibilidade Ambiental e aspectos físicos abordados no sistema.....</i>	113

<i>Quadro 27 - Comparação das características dos sistemas deposicionais fluviais.</i>	<i>120</i>
<i>Quadro 28 - Sistemas de Classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo.</i>	<i>124</i>
<i>Quadro 29 - Especificação das margens rochosas e escala de sensibilidade.</i>	<i>126</i>
<i>Quadro 30 - Especificação das estruturas artificiais e escala de sensibilidade.....</i>	<i>128</i>
<i>Quadro 31 - Especificação das praias e escala de sensibilidade.</i>	<i>129</i>
<i>Quadro 32 - Especificação das fácies e escala de sensibilidade.....</i>	<i>131</i>
<i>Quadro 33 - Índice de Sensibilidade Fluvial ao Óleo proposto.</i>	<i>137</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 - Principais locais envolvendo acidentes ambientais, com o total de ocorrências, entre os anos de 2006 e 2012.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 2 - Principais rodovias com maior ocorrência de acidentes ambientais.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 3 - Quantidade de acidentes com consequentes danos ambientais, entre os anos de 2006 e 2012.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 4 - Principais acidentes internacionais envolvendo vazamento de óleo, entre os anos de 1967 e 2010.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 5 - Principais acidentes no Brasil envolvendo vazamento de óleo e derivados, entre os anos de 1960 e 2012.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 6 - Principais acidentes no Brasil envolvendo derramamento de óleo e derivados em áreas continentais.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabela 7 - Comparação dos agentes textuais por meio do score.</i>	<i>110</i>
<i>Tabela 8 - Escala de classificação granulométrica dos sedimentos.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabela 9 - Porosidades totais e efetivas de diversos materiais.</i>	<i>119</i>

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abreviaturas

B - Balanço
CN - Controlável
C_i - Conceito
c_j - Critério
Ct - Controlabilidade
FN - Frase nominal
FV - Frase verbal
GP - Grupo de Pesquisa
IM - Imediato
NC - Não controlável
Obj_k - Objeto
P - Rede Proposicional Fundamental
PN - Penumbra
R - Reforço
RC - Recente
RM - Remoto
SN - Sintagma nominal
SV - Sintagma verbal
Tp - Temporalidade

Siglas

AHP - *Analytic Hierarchy Process* (Processo Hierárquico Analítico)
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP - Agência Nacional do Petróleo
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MORPH - Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano
MT - Ministério dos Transportes
NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration* (Serviço Nacional de Administração dos Oceanos e da Atmosfera dos Estados Unidos)
PRH - Programa de Formação de Recursos Humanos
SAO - Sensibilidade Ambiental ao Óleo
SD - *System Dynamics* (Dinâmica de Sistemas)

ÍNDICE

Capítulo 1 INTRODUÇÃO.....	30
1.1. Objetivo	31
1.2. Motivação da Pesquisa	31
1.3. Organização do Estudo	37
Capítulo 2 ETAPAS E MÉTODO DA PESQUISA	38
2.1. Etapa 1: Levantamento bibliográfico	39
2.1.1. <i>Estudo sobre as metodologias de sensibilidade ambiental ao óleo para cursos fluviais</i>	39
2.1.2. <i>Estudo sobre MORPH</i>	40
2.2. Etapa 2: Análise e comparação dos agentes textuais de Sensibilidade Ambiental ao Óleo para cursos fluviais	41
2.2.1. <i>Declaração da P (Rede Proposicional).....</i>	42
2.2.2. <i>Análise dos agentes textuais por meio do frame MORPH.....</i>	44
2.2.3. <i>Comparação dos agentes textuais por meio do software MORPH</i>	48
2.3. Etapa 3: Estabelecimento de um Sistema de Classificação de Sensibilidade Fluvial	51
2.3.1. <i>Investigação dos parâmetros físicos e ambientes fluviais</i>	52
Capítulo 3 ESTADO DA ARTE: CARTAS SAO	54
3.1. Acidentes com hidrocarbonetos e instrumentos legais	54
3.2. Historicidade do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao Óleo	61
3.3. Índice de Sensibilidade Fluvial - ISF.....	65
3.4. Considerações sobre o capítulo.....	73
Capítulo 4 MORPH COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE E COMPARAÇÃO	76
4.1. O frame MORPH	77
4.1.1. <i>Etapas e diretrizes do processo de aquisição do conhecimento por meio do frame MORPH.....</i>	78
4.1.2. <i>Leitura do frame MORPH</i>	83
4.2. O software MORPH	84
4.3. Considerações sobre o capítulo.....	85

Capítulo 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
5.1. A Rede Proposicional (P)	86
5.2. Análise dos agentes textuais de Sensibilidade Ambiental ao Óleo para cursos fluviais por meio do <i>frame</i> MORPH	86
5.2.1. <i>Agente textual 1: Identifying and mapping sensitive resources for inland area planning. Hayes; Michel; Dahlin (1995)</i>	87
5.2.2. <i>Agente textual 2: The Reach Sensitivity Index (RSI) for mapping rivers and streams. Hayes; Michel; Montello (1997)</i>	95
5.2.3. <i>Agente textual 3: Mapas de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo: Ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Araújo; Silva; Muehe (2006)</i>	100
5.2.4. <i>Agente textual 4: Mapeamento da Sensibilidade Ambiental à Derrames de Óleo nos Cursos de Água da Bacia do Rio Canhanduba, Itajaí, SC (FERREIRA; BEAUMORD, 2008)</i>	105
5.3. Resultado da comparação dos agentes textuais por meio do software MORPH	110
5.4. Sistema de classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo para ambientes fluviais	111
5.4.1. <i>Parâmetros físicos para a definição do Sistema de Classificação</i>	112
5.4.2. <i>Índice de Sensibilidade Fluvial - ISF</i>	123
Capítulo 6 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	140
6.1. Sistema de Classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo em Ambientes Fluviais	140
6.2. MORPH	142
6.3. Trabalhos futuros	144
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146
GLOSSÁRIO	151
APÊNDICE A - PLANILHAS DE ELICITAÇÃO DO CONHECIMENTO	158
APÊNDICE B - NOTAÇÃO E LEITURA DOS OBJETOS AOS PARES	184

Capítulo 1 | INTRODUÇÃO

O presente estudo se insere no contexto do projeto de pesquisa intitulado "Sensibilidade Ambiental a Derrames de Petróleo" sob a temática "Sensibilidade Fluvial", desenvolvido pelo Grupo de Sensibilidade Ambiental ao Óleo, vinculado ao Programa de Formação de Recursos Humanos em Geologia e Ciências Ambientais aplicadas ao Setor de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, PRH-05, no âmbito do convênio UNESP/MCT/FINEP/ANP. Esse projeto visa o estudo e a caracterização da sensibilidade ao óleo dos sistemas fluviais tropicais como rios, córregos e reservatórios, pois na atualidade não há um padrão definido que seja mundialmente adotado, como há em ambientes costeiros.

O mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo em áreas continentais tanto no Brasil quanto no mundo é incipiente. Esses começaram a ser desenvolvidos a partir da década de 1970, para os cursos fluviais norte americanos, com base na metodologia elaborada pela *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dos Estados Unidos. No Brasil, os primeiros mapas foram elaborados somente a partir de 2001, para trechos dos rios da Amazônia em regiões próximas as instalações da Petrobras.

Acidentes envolvendo derramamentos de óleo em regiões costeiras e marinhas tornaram-se muito frequentes nos últimos 40 anos, devido à grande demanda por esse tipo de produto. Em regiões continentais, esses estão cada vez mais recorrentes, principalmente pelo transporte por extensas malhas de oleodutos subterrâneos ou em superfície, por meio de rodovias e embarcações e seu armazenamento com potenciais de danos ambientais ao solo e aos cursos fluviais.

Por não existir um consenso no estabelecimento de critérios de mapeamento da sensibilidade de ambientes fluviais, considera-se que há necessidade de se estruturar um sistema de classificação, com base nos sistemas existentes mais utilizados, que seja de fácil aplicação e produtividade.

Para a execução analítica desses sistemas fez-se necessário a utilização de um instrumento capaz de analisar criticamente um sistema composto por variáveis inter-relacionadas em causa e efeito. Por isso, buscou-se na literatura um processo capaz de coordenar o conhecimento multiespecialista, permitindo a revelação e comparação dos diversos pontos de vista para a extração de um modelo.

Com base nesse contexto utilizou-se uma ferramenta denominada MORPH (Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano), a qual auxiliou no estabelecimento de um sistema de classificação de sensibilidade ambiental que atendesse diversificados tipos de ambientes presentes em sistemas deposicionais fluviais em climas quentes e úmidos.

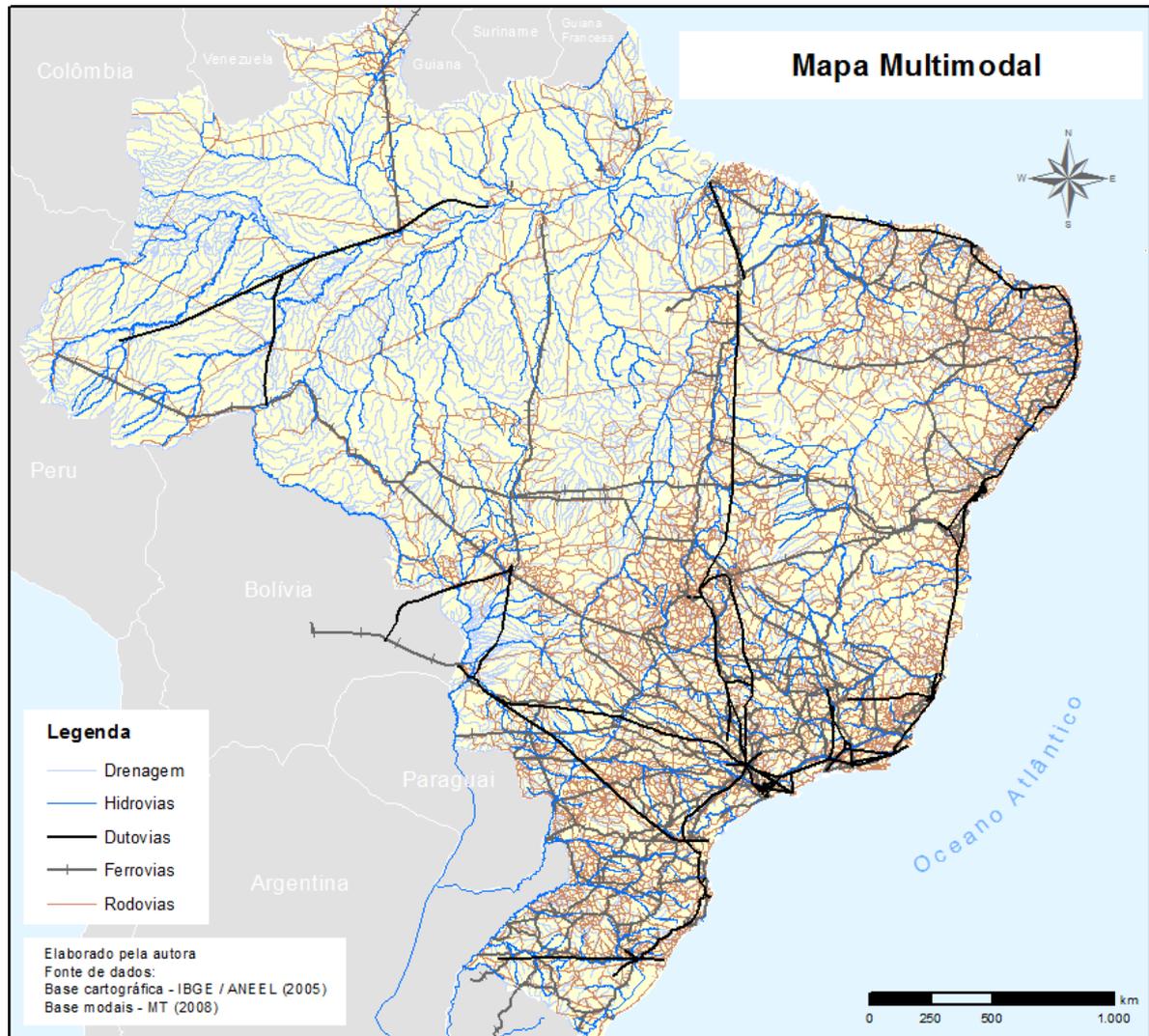
1.1. Objetivo

Analisar e comparar os sistemas existentes de classificação de sensibilidade ambiental ao óleo para cursos fluviais, por meio da ferramenta MORPH, com o intuito de elencar os aspectos físicos fundamentais ao estabelecimento da sensibilidade para a proposição de um sistema de maior abrangência denominado Índice de Sensibilidade Fluvial (ISF).

1.2. Motivação da Pesquisa

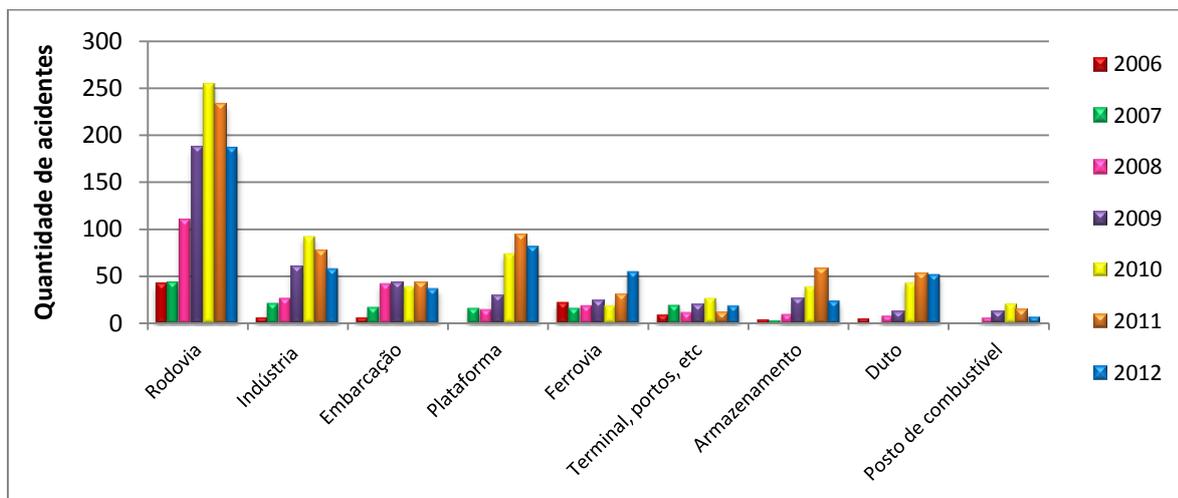
O Brasil possui uma das mais extensas e diversificadas redes hidrográficas do mundo; essas se interceptam aos principais modais de transporte de hidrocarbonetos (petróleo e derivados) do país, como rodovias, ferrovias e dutovias. Além desses, o Brasil ainda conta com uma importante, porém pequena malha hidroviária, considerando a extensão quase continental do país. Essa também é responsável por uma parte do transporte desse tipo de produto. A Figura 1 apresenta a configuração dos principais modais de transporte do país.

Figura 1 - Mapa dos principais modais de transporte do Brasil.



Dos modais apresentados, o transporte rodoviário contribuiu predominantemente com o número de acidentes envolvendo principalmente os setores químico, petroquímico e refino de petróleo nos últimos 7 anos. Isso se deve ao fato da malha rodoviária concentrar cerca de 60% do volume da carga transportada do país (IBAMA, 2012). Além dos modais, outros locais contribuem consideravelmente com o número de ocorrências de acidentes ambientais, como apresentado no gráfico da Figura 2.

Figura 2 - Gráfico de comparação entre os principais locais de ocorrência de acidentes ambientais entre os anos de 2006 e 2012.



Fonte: IBAMA (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

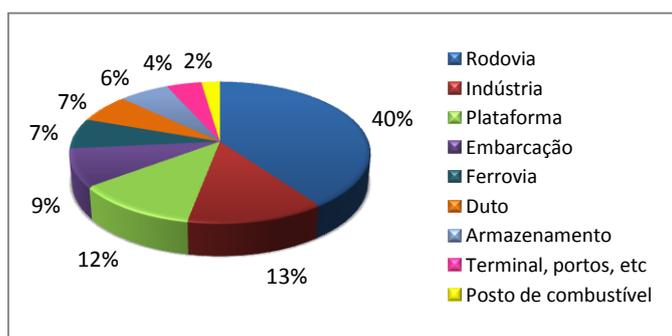
As rodovias totalizaram 40% dos acidentes registrados nos últimos 7 anos, outros segmentos também contribuíram de forma significativa como as indústrias, com 13%; as plataformas, com 12%; e embarcações, com 9%. Os dutos e as ferrovias contribuem com 7% dos acidentes. A Tabela 1 e o gráfico da Figura 3 apresentam os principais locais e o total de ocorrências.

Tabela 1 - Principais locais envolvendo acidentes ambientais, com o total de ocorrências, entre os anos de 2006 e 2012.

Locais	Ocorrências
Rodovia	1055
Indústria	341
Plataforma	311
Embarcação	227
Ferrovia	184
Duto	174
Armazenamento	165
Terminal, portos etc.	116
Posto de combustível	61

Fonte: IBAMA (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

Figura 3 - Gráfico dos principais locais envolvendo acidentes ambientais, com a porcentagem de ocorrências, entre os anos de 2006 e 2012.



Fonte: IBAMA (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

As principais rodovias que apresentaram os maiores índices de acidentes são 15 rodovias federais e 4 rodovias estaduais. A BR 381 que liga os estados de São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo foi a que apresentou a maior ocorrência registrada pelo IBAMA no

ano de 2012, totalizando 43 acidentes ambientais. Essa rodovia é um dos principais eixos de importação e exportação de produtos perigosos (IBAMA, 2012). Na Tabela 2 é possível verificar essa estatística.

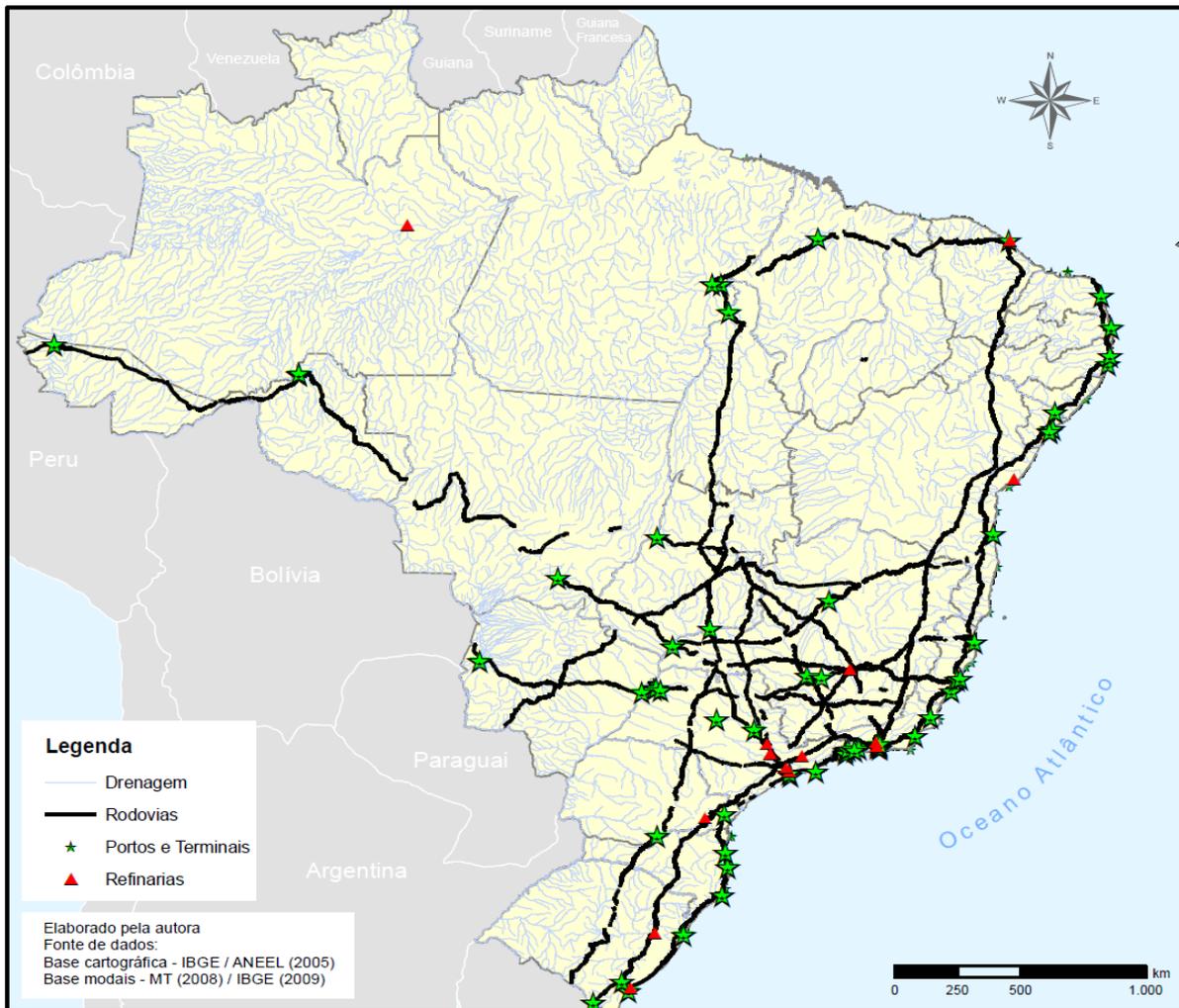
Tabela 2 - Principais rodovias com maior ocorrência de acidentes ambientais.

Rodovia	Nº de acidentes
BR 381	43
BR 040	15
BR 116	9
BR 365	6
BR 262	5
BR 101	4
BR 153	3
BR 050	2
BR 060	2
BR 222	2
BR 251	2
BR 265	2
BR 354	2
BR 364	2
BR 414	2
MG 050	3
SP 332	3
SP 270	2
SP 330	2
Total	111

Fonte: Adaptado de IBAMA (2012, p.14)

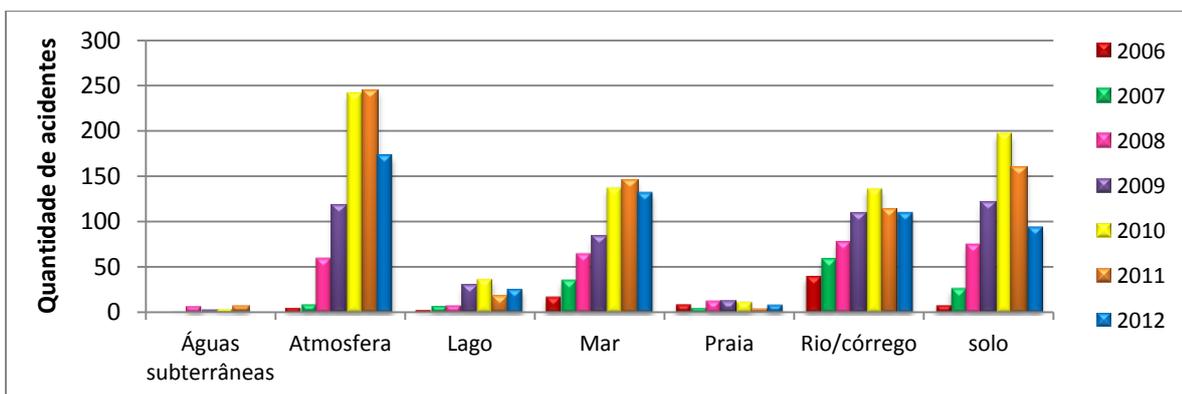
Essas rodovias são os principais sistemas de ligação entre os principais portos, terminais e refinarias do país. Devido a isso, são contabilizados os maiores quantitativos de acidentes ambientais registrados. O mapa da Figura 4 apresenta a espacialização dessas principais rodovias, bem como dos portos, terminais e refinarias.

Figura 4 - Mapa das principais rodovias com o maior número de acidentes ambientais.



Como resultado é possível verificar que os cursos fluviais são um dos ambientes mais afetados por acidentes envolvendo contaminação, principalmente por hidrocarbonetos e derivados, conforme evidenciado no gráfico da Figura 5.

Figura 5 - Gráfico de comparação dos totais de acidentes ambientais ocorridos entre os anos de 2006 e 2012 por tipo de ambiente.



Fonte: IBAMA (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

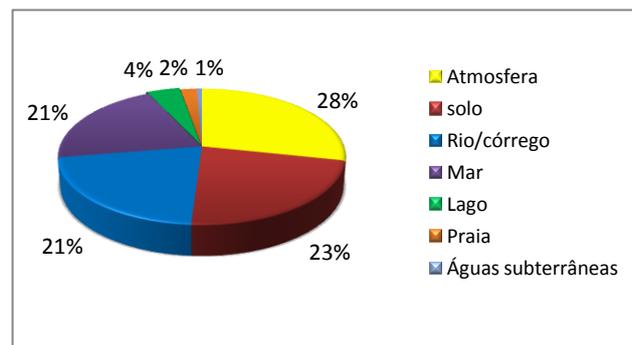
Acidentes ambientais com consequentes danos aos cursos fluviais totalizaram 21%, podendo ser considerado o terceiro tipo de ambiente mais afetado, sendo superado por danos à atmosfera (28%) e ao solo (23%), mas mantendo uma porcentagem semelhante aos danos ocasionados em ambientes marinhos (Tabela 3, Figura 6).

Tabela 3 - Quantidade de acidentes com consequentes danos ambientais, entre os anos de 2006 e 2012.

Ambientes	Ocorrências
Atmosfera	849
Solo	681
Rio/ córrego	641
Mar	615
Lago	129
Praia	63
Águas subterrâneas	20

Fonte: IBAMA (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

Figura 6 - Gráfico dos principais acidentes afetados por danos ambientais, com a porcentagem de ocorrências, entre os anos de 2006 e 2012.



Fonte: IBAMA (2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012).

Nesse contexto, vale ressaltar que a maior parte dos acidentes envolvem contaminantes da classe de risco 3 (líquidos inflamáveis) como gasolina, óleo diesel e petróleo. No ano de 2012 por exemplo, esses produtos totalizaram um volume aproximado de 1×10^6 L vazados (IBAMA, 2012).

Dessa forma, é possível constatar que os cursos fluviais são ambientes altamente vulneráveis à iminência de acidentes envolvendo derramamentos de óleo. Assim é importante estabelecer mecanismos que auxiliem a preservação e recuperação desses ambientes em caso de contaminação.

Com isso, o sistema de classificação da sensibilidade ambiental ao óleo de cursos fluviais surge como uma ferramenta de auxílio essencial aos planos de contingência e ações de resposta a acidentes envolvendo contaminação por hidrocarbonetos e derivados.

Por não haver um sistema de classificação oficial no Brasil como há para ambientes costeiros, considerou-se necessário o estabelecimento de um sistema que considere o maior número de variáveis e os ambientes mais comumente encontrados em cursos fluviais, balizado pela classificação apresentada pelo NOAA, Petrobras e outros autores apresentados nesta pesquisa. O sistema de classificação de sensibilidade estabelecido foi ancorado aos aspectos físicos, pois estes têm menor variação ao longo do tempo.

1.3. Organização do Estudo

O presente estudo está organizado em seis capítulos, onde o primeiro trata da **introdução**, que ressalta os objetivos e a motivação para a realização do mesmo. O segundo capítulo descreve as **etapas e os procedimentos** realizados no desenvolvimento da pesquisa.

O terceiro capítulo corresponde ao **estado da arte das Cartas SAO**, que evidencia os fundamentos teóricos das metodologias existentes e suas evoluções, tanto para os ambientes marinhos e costeiros, quanto para os ambientes fluviais. O quarto capítulo consiste no estudo da ferramenta de análise e comparação utilizada, denominada **MORPH (Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano)** como subsídio aos resultados.

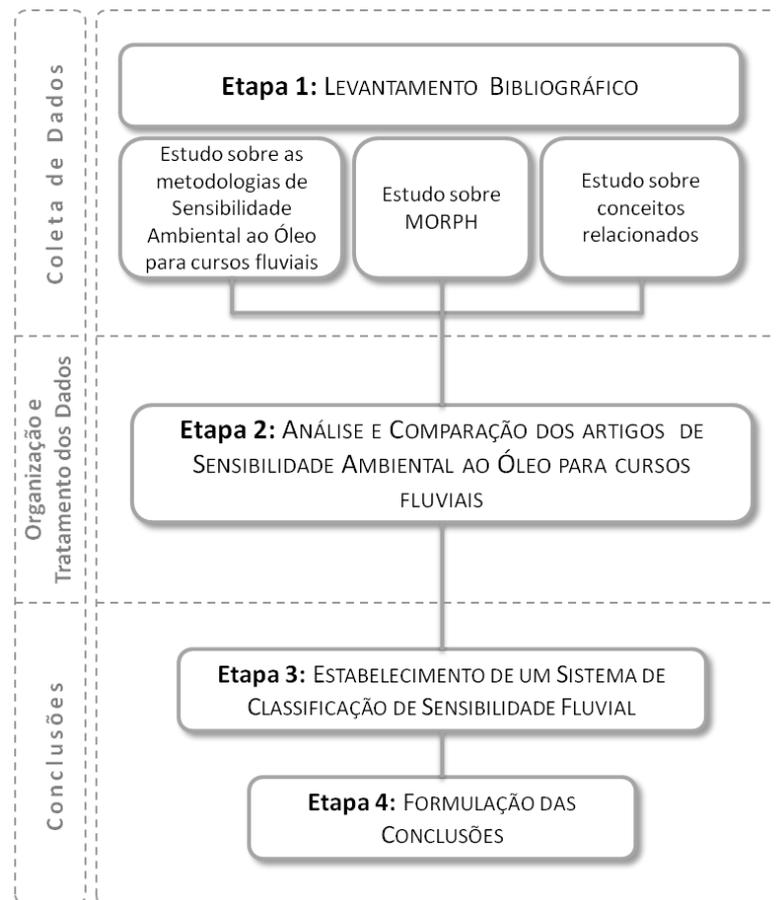
No quinto capítulo são apresentados os **resultados e discussões** que expõem a aplicação da ferramenta, a análise e a elaboração do sistema de classificação da sensibilidade para ambientes fluviais. O sexto capítulo compreende a **conclusão** que apresenta as considerações da pesquisa, as contribuições obtidas e as possibilidades de desenvolvimento de trabalhos futuros.

Na sequência encontram-se as **referências bibliográficas** utilizadas na pesquisa; o **glossário** que aborda alguns dos termos apresentados; e os **Apêndices** que contêm as planilhas de extração de objetos e os quadros de leitura e notação de tais objetos aos pares.

Capítulo 2 | ETAPAS E MÉTODO DA PESQUISA

O presente capítulo visa apresentar o roteiro de desenvolvimento da pesquisa dividido em 4 etapas, conforme representado na Figura 7, bem como o método utilizado.

Figura 7 - Representação das etapas de desenvolvimento da pesquisa.



Toda pesquisa consiste em uma investigação sistemática sobre um dado assunto, com o intuito de descobrir respostas para as indagações e questões existentes nos mais diversos ramos do conhecimento humano (OLIVEIRA, 2001). Diante disso, com base nos objetivos, nos procedimentos técnicos e na abordagem do problema, o presente estudo pode ser classificado respectivamente em pesquisa exploratória, pesquisa bibliográfica e pesquisa qualitativa.

De acordo com Gil (1996, p. 45) a pesquisa exploratória objetiva "proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito", visando também o aprimoramento de conceitos. Essa ainda pode ser caracterizada como *estudo de dados*

secundários que, segundo Oliveira (2001), trata de um dos aspectos pelo qual a pesquisa exploratória pode ser diferenciada, em que esta consiste na descoberta de hipóteses possíveis com base em trabalhos realizados anteriormente.

A pesquisa bibliográfica, segundo Oliveira (2001, p. 119), visa “conhecer as diferentes formas de contribuição científica que se realizaram sobre determinado assunto ou fenômeno”. Dessa maneira, o presente estudo pode ser considerado como uma pesquisa exclusivamente bibliográfica, pois o mesmo foi desenvolvido com base somente em materiais já elaborados.

A pesquisa qualitativa é definida por Richardson (1999, p. 80) como estudo que objetiva "descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos". Assim sendo, o desenvolvimento desse estudo, por analisar o relacionamento de muitas variáveis (aspectos físicos), para compreender quais se adequam e quais são necessárias ao estabelecimento de um sistema de classificação, baseado na compreensão de processos dinâmicos, pode ser definido como uma pesquisa qualitativa.

2.1. Etapa 1: Levantamento bibliográfico

Para a realização do presente estudo, com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre os conceitos pautados na Sensibilidade Ambiental ao Óleo em cursos fluviais; à ferramenta de análise e comparação dos artigos de Sensibilidade; e dos conceitos relacionados, houve a necessidade da realização de levantamentos bibliográficos tanto em acervos analógicos, como a biblioteca da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), quanto em acervos digitais nacionais e internacionais, como consulta a periódicos, a biblioteca da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e à biblioteca do Serviço Nacional de Administração dos Oceanos e da Atmosfera dos Estados Unidos (NOAA).

2.1.1. Estudo sobre as metodologias de sensibilidade ambiental ao óleo para cursos fluviais

Essa etapa compreende uma pesquisa bibliográfica específica sobre os principais estudos de Sensibilidade Ambiental ao Óleo, existentes no Brasil e em outros países. Para isso, recorreu-se a uma intensa busca com o auxílio da internet às principais bibliotecas

nacionais e internacionais, onde pode ser constatado que a discussão sobre o tema sensibilidade ambiental ao óleo, voltado a ambientes fluviais ainda é incipiente.

Com o auxílio da internet foram realizadas três tipos de busca (simples, avançada e booleana) utilizando o *web browser* Google e Google scholar; Catedra (biblioteca digital de teses e dissertações) e Portal de Periódicos Capes (publicações científicas das principais universidades do mundo) ambos disponíveis na *home page* da biblioteca da UNESP. A busca foi realizada com as seguintes palavras-chave: sensibilidade ambiental ao óleo, sensibilidade fluvial, environmental sensitivity index, mapping sensitive of inland area, fluvial sensitivity, e outras.

A pesquisa booleana consiste em um método de busca que liga as palavras por meio de uma equação que emprega operadores como: E (*AND*) para intersecção, onde é possível pesquisar documentos que contenham o termo exato; OU (*OR*) para união, esse operador amplia as possibilidades de resultados e realiza pesquisas que contenham cada termo ou os dois termos no mesmo documento; e NÃO (*NOT*) para exclusão, possibilitando pesquisar um único termo, excluindo o segundo.

Desse modo, a pesquisa bibliográfica foi realizada com o intuito de fundamentar teoricamente a discussão sobre a sensibilidade ambiental para ambientes fluviais, bem como aprofundar os assuntos e conceitos relacionados como: acidentes com hidrocarbonetos e derivados, com conseqüente contaminação de ambientes fluviais; instrumentos legais relacionados à poluição por óleo, que balizam ações de proteção e preservação ambiental; planejamento de contingência, com a finalidade de reduzir a magnitude de acidentes com derramamento de óleo; Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo (Cartas SAO), como subsídio aos planos de contingência para o estabelecimento de prioridades de proteção e estratégias de limpeza de uma área contaminada por óleo; evolução do mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo de ambientes costeiros e ambientes fluviais no Brasil e no mundo; Geomorfologia de ambientes fluviais; parâmetros físicos relacionados aos sistemas fluviais; e, feições fluviais relacionadas ao comportamento previsível do óleo.

Com isso, cada publicação foi registrada em fichas bibliográficas devidamente arquivadas por assunto.

2.1.2. Estudo sobre MORPH

Essa etapa consistiu na investigação sobre o Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano (MORPH), como uma ferramenta capaz de analisar criticamente um

sistema composto por muitas variáveis com o propósito de compreender suas inter-relações de causa e efeito.

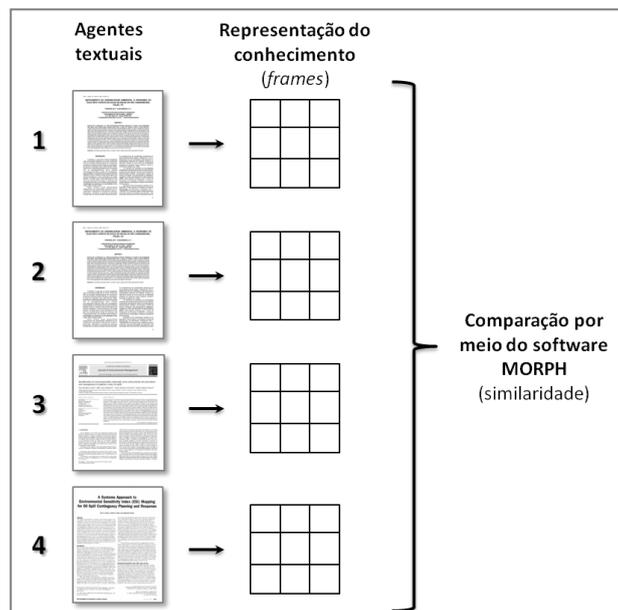
MORPH também viabiliza a comparação das variáveis de diferentes agentes textuais sobre uma mesma situação que, segundo ZAMBON (2006) é descrita por meio de uma proposição, revelando conceitos e ampliando as possibilidades de avaliação de um dado sistema.

Uma pesquisa refinada sobre a ferramenta foi realizada por meio dos mesmos instrumentos de busca citados no subitem 2.1.1, com o intuito de fundamentar teoricamente as discussões sobre o referido tema e sobre conceitos e assuntos relacionados como: representação do conhecimento; linguagem natural e linguística, como subsídio ao estabelecimento da Rede Proposicional; e, aplicações da ferramenta.

2.2. Etapa 2: Análise e comparação dos agentes textuais de Sensibilidade Ambiental ao Óleo para cursos fluviais

Essa etapa compreendeu na análise e comparação dos agentes textuais por meio da ferramenta MORPH, com o intuito de representar o conhecimento contido em cada agente. A Figura 8 evidencia esse processo.

Figura 8 - Esquema de execução da análise e comparação dos agentes textuais.



Para analisar e comparar os quatro agentes textuais, os seguintes procedimentos foram realizados:

- A. Para todos os agentes
 - Declaração da rede proposicional.
- B. Para cada agente
 - Extração dos objetos de cada agente;
 - Posicionamento dos objetos no frame;
 - Relacionamento dos objetos.
- C. Para todos os agentes
 - Similaridade.

2.2.1. Declaração da P (Rede Proposicional)

Por não haver uma definição detalhada para a composição da **P**, a presente pesquisa propôs que sua constituição seguisse o mesmo princípio da linguagem natural, conforme as regras da análise sintática. Estas, de acordo com Levine; Drang; Edelson (1988), consistem na colocação das palavras em uma sentença conforme as regras gramaticais.

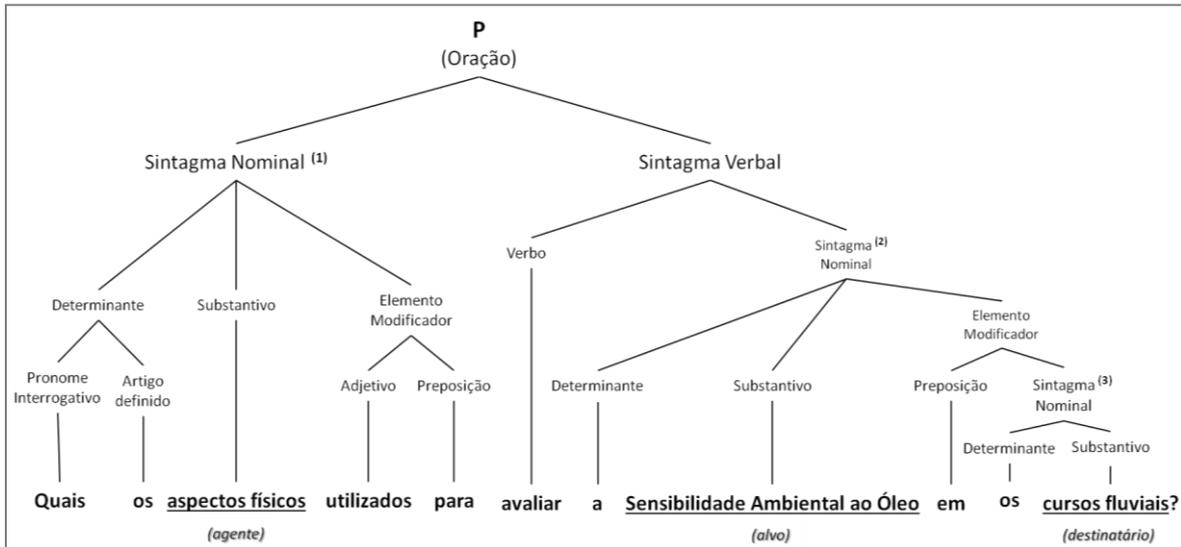
Com isso, a declaração da Rede Proposicional do presente estudo consiste em uma oração interrogativa, composta por sintagma nominal e sintagma verbal. Estes sintagmas sofrem derivações, onde as regras gramaticais são aplicadas sucessivamente até chegar aos elementos aos quais já não há mais regras a serem aplicadas.

De acordo com Dubois-Charlier (1981, p. 89), sintagma "designa uma sequência de palavras organizadas em conjunto que mantém relações de dependência". O sintagma nominal possui essa denominação, pois seu núcleo é constituído por um elemento nominal, que no presente estudo foi designado como substantivo, enquanto que o sintagma verbal possui como núcleo um elemento verbal.

Dessa forma, a Rede Proposicional foi declarada como: *Quais os aspectos físicos utilizados para avaliar a Sensibilidade Ambiental ao Óleo nos cursos fluviais?*

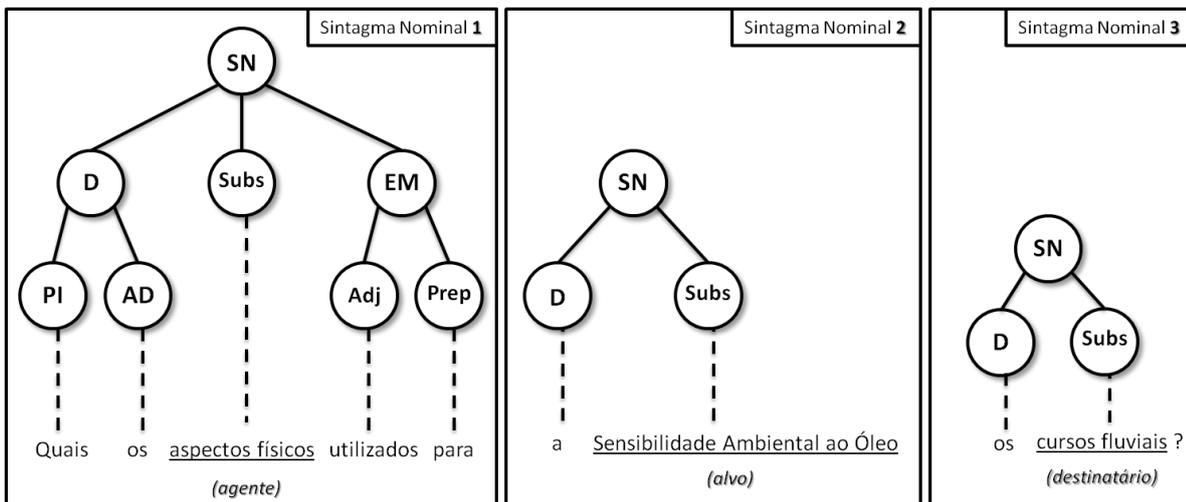
A Figura 9 mostra a elaboração da **P** por meio da árvore da estrutura gramatical, proposta pelo presente estudo.

Figura 9 - Constituição da P em forma de árvore.



A árvore da estrutura gramatical consiste em unidades hierarquizadas, onde cada bifurcação é a tradução gráfica de uma regra gramatical (DUBOIS-CHARLIER, 1981). No exemplo da Figura 10, cada sintagma nominal (SN) é constituído por um determinante (D) e um substantivo (Sub), em alguns casos por elemento modificador (EM).

Figura 10 - Sintagmas nominais da P.



SN - Sintagma Nominal; D - Determinante; PI - Pronome Interrogativo; AD - Artigo Definido; Subs. - Substantivo; EM - Elemento Modificador; Adj. - Adjetivo; Prep. - Preposição.

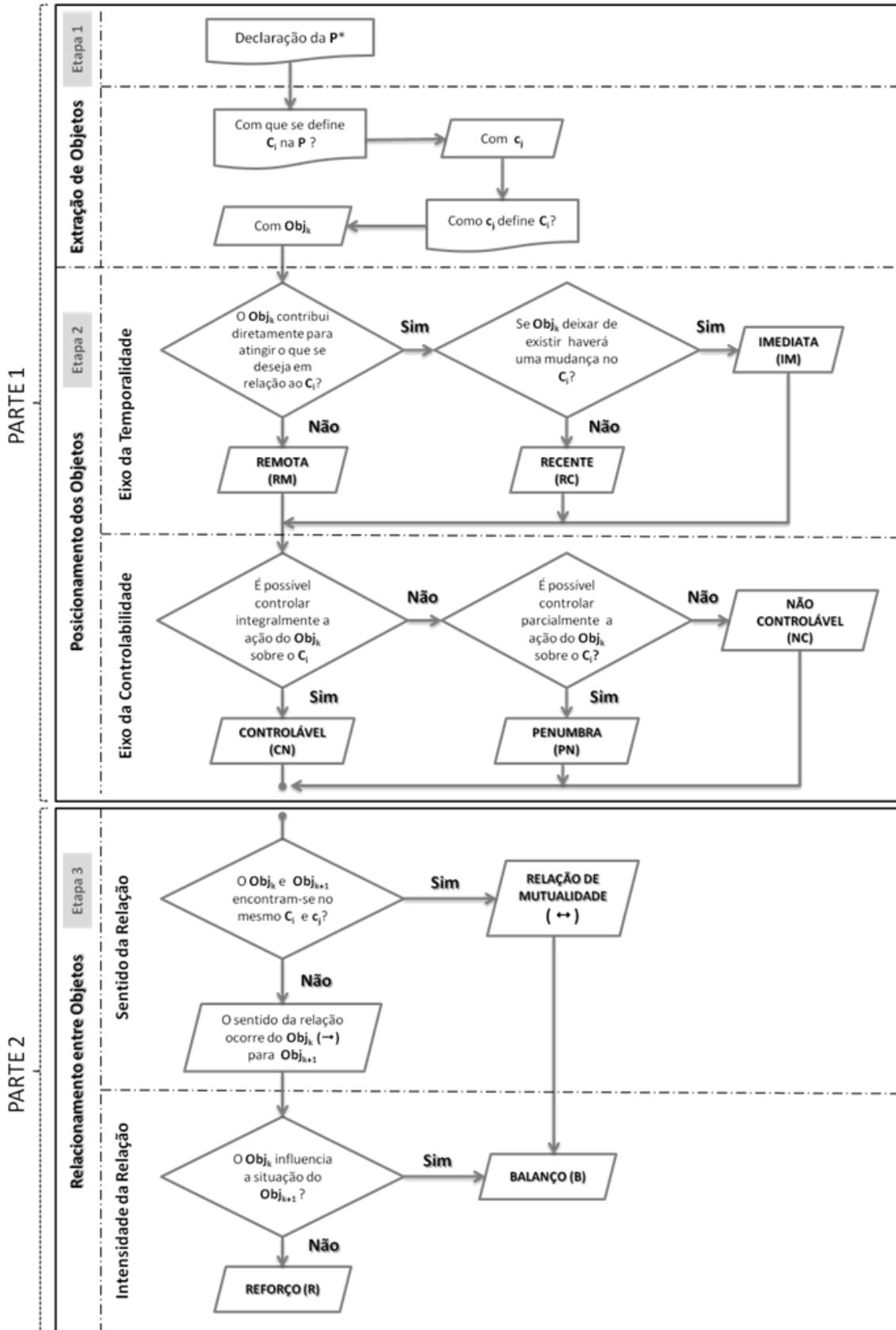
Os termos sublinhados na Figura 10, identificados como substantivos que compõem os sintagmas nominais, são referenciados como os conceitos (C) aos quais a P será decomposta, por isso cada termo é analisado como se fosse uma única palavra.

2.2.2. Análise dos agentes textuais por meio do frame MORPH

Para a extração e representação do conhecimento de cada agente textual foi utilizado o processo diagramado na Figura 11, que otimizou as etapas e diretrizes descritas no capítulo 2, para facilitar a utilização da ferramenta. Esse processo delinea a extração dos objetos na etapa 1; o posicionamento de tais objetos no *frame* (eixos de Temporalidade e Controlabilidade) na etapa 2; e seus relacionamentos (Sentido e Intensidade da relação) na etapa 3.

Cabe ressaltar que a parte 1 do processo foi realizada até que todos os objetos fossem extraídos de cada conceito, pois para a continuidade da parte 2 as etapas 1 e 2 devem estar concluídas.

Figura 11 - Processo de aquisição e representação do conhecimento por meio de etapas e diretrizes.



Na Parte 1, a etapa 1 compreendeu a declaração da **P** e sua divisão em três conceitos:

C₁: *aspectos físicos*

C₂: *Sensibilidade Ambiental ao Óleo*

C₃: *cursos fluviais*

Com isso, para cada conceito foi identificado nos agentes textuais um conjunto de critérios (**c_j**) que possibilitou a extração dos objetos, conforme apresentado no exemplo dos Quadros 1 e 2.

Quadro 1 - Exemplo de extração de Critérios da **P**.

Perg.	Conceito	Resp.	Critério
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₁ - Grandes rios
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₂ - Pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)

Quadro 2 - Exemplo de extração de Objetos da **P**.

Perg.	Critério	Verbo	Conceito	Resp.	Objeto
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁ - bancos rochosos
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂ - estruturas artificiais

Ainda na Parte 1, após a extração dos objetos, os mesmos foram posicionados no *frame* nos eixos da Temporalidade e Controlabilidade de acordo com a etapa 2. Em que no eixo da Temporalidade se encontram os atributos referentes às memórias Imediata (**IM**), Recente (**RC**) e Remota (**RM**); e no eixo da Controlabilidade se encontram os atributos Controlável (**CN**), Penumbra (**PN**) e Não Controlável (**NC**). Os Quadros 3 e 4 apresentam exemplos da determinação do posicionamento dos objetos.

Quadro 3 - Exemplo do posicionamento dos Objetos no eixo da Temporalidade.

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₁ - bancos rochosos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁ - bancos rochosos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₂ - estruturas artificiais	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₂ - estruturas artificiais	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata

Quadro 4 - Exemplo do posicionamento dos Objetos no eixo da Controlabilidade.

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁ - bancos rochosos	sobre	C₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁ - bancos rochosos	sobre	C₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₂ - estruturas artificiais	sobre	C₁ - aspectos físicos?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-

Na Parte 2, após o posicionamento de todos os objetos nos eixos do *frame*, foi possível definir os relacionamentos entre eles, como apresentado na etapa 3. Nessa etapa os objetos são analisados aos pares e o sentido da relação pode ser bidirecional (\leftrightarrow), evidenciando uma relação de mutualidade; ou monodirecional (\rightarrow), evidenciando uma relação de influência. A intensidade da relação também é atribuída nessa etapa, podendo os objetos se encontrarem em um situação de reforço (**R**) ou balanço (**B**). A atribuição dos relacionamentos é apresentada no exemplo do Quadro 5.

Quadro 5 - Exemplo de relacionamento entre os Objetos (sentido e intensidade da relação).

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁ - bancos rochosos	e	Obj₂ - estruturas artificiais	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (\leftrightarrow)	-	-	-	-	B - Balanço

As planilhas com os resultados de todo o processo de aquisição do conhecimento se encontram no Apêndice A e os resultados da representação do conhecimento se encontram no capítulo 5.

O *frame* MORPH também possibilita sua leitura de duas formas. A primeira consiste em uma leitura detalhada dos objetos aos pares, considerando seu posicionamento no *frame*, o relacionamento e a intensidade entre esses, como apresentado no exemplo do Quadro 6. A segunda apresenta uma leitura e interpretação geral do *frame*, conforme exposto no capítulo 5.

Quadro 6 - Exemplo de notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares.

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_1 \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_2 \end{matrix}$ $\begin{matrix} NC \\ \end{matrix} \xrightarrow{\quad} \begin{matrix} CN \\ \end{matrix}$	Os bancos rochosos expostos (Obj₁) são componentes não controláveis e as estruturas artificiais (exposta/abrigada) (Obj₂) são componentes controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.

Para uma leitura padronizada dos pares de objetos, o ideal é iniciar declarando o posicionamento de cada objeto no eixo da Controlabilidade, logo após declarar a que conceito (C_i) e critério (c_j) pertencem. Em seguida identificar o posicionamento no eixo da Temporalidade e depois declarar o tipo da relação.

No Apêndice B encontram-se os quadros com os resultados da leitura aos pares de todos os objetos de cada agente textual.

2.2.3. Comparação dos agentes textuais por meio do software MORPH

O software MORPH possibilita a comparação de todos os agentes textuais por meio de um algoritmo de busca por similaridade, atribuindo uma pontuação (*score*) a cada agente. Essa pontuação é calculada considerando os valores do *frame* por meio do posicionamento dos objetos nos quadrantes e também a quantidade de objetos.

Para que o software possa atribuir o *score* de cada agente, é necessário utilizar os resultados do processo de aquisição e representação do conhecimento que foram realizados de forma manual para a inserção no programa.

Primeiramente foi preciso inserir a Rede Proposicional, em seguida os autores e a descrição do artigo, sendo este último opcional. Na sequência foi necessário vincular o agente textual à **P**. Logo após, foi realizada a inserção de cada objeto atribuindo seu posicionamento nos eixos (Temporalidade e Controlabilidade). Após a inserção de todos os objetos no software, seus relacionamentos puderam ser atribuídos. Com isso, o software pode calcular o *score* de cada agente e compará-los em um gráfico de dispersão, apresentando qual agente tem maior similaridade com o agente selecionado.

As Figuras 12 a 16 evidenciam todo o processo realizado no software.

Figura 12 - Apresentação de todos os agentes que se encontram sob a mesma Rede Proposicional, evidenciando a quantidade de objetos.

The screenshot shows the MORPH web application interface. At the top, there is a navigation menu with the following items: Bem-vindo Daiana Marques Costa, Sair, Início, Usuários, Grupos, Rede proposicional, Tipos de agentes textuais, Agentes, and Meus frames. The main content area displays a table of agents under the heading "Frames - Quais os aspectos físicos u...". The table has the following columns: ID, Agente, Versão, Número de objetos, and Opções. Below the table, it indicates "Exibindo resultados de 1 até 4 do total de 4". At the bottom, there is a copyright notice for 2011 and logos for UNICAMP and W2.

ID	Agente	Versão	Número de objetos	Opções
134	FERREIRA, M. F.; BEAUMORD, A.C. (2008)	1	(15)	[↔] [🔍] [✎] [✕]
135	HAYES, M. O.; MICHEL, J.; MONTELLO, T. M. (1997)	1	(24)	[↔] [🔍] [✎] [✕]
136	ARAUJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUHE, D. (2006)	1	(23)	[↔] [🔍] [✎] [✕]
137	HAYES; MICHEL; DAHLIN (1995)	1	(41)	[↔] [🔍] [✎] [✕]

Figura 13 - Apresentação da vinculação de um único agente à P, evidenciando seu score.

The screenshot shows the MORPH web application interface. At the top, there is a navigation menu with the following items: Bem-vindo Daiana Marques Costa, Sair, Início, Usuários, Grupos, Rede proposicional, Tipos de agentes textuais, Agentes, Meus frames, and Sair. The main content area displays the details of a frame under the heading "Frames". It includes buttons for "Imprimir frame" and "Alterar". The details are as follows:

Rede proposicional:
Quais os aspectos físicos utilizados para avaliar a Sensibilidade Ambiental ao Óleo em cursos fluviais?

Agente:
HAYES; MICHEL; DAHLIN (1995) - Humano

Versão:
1

Score:
1036.0

Figura 14 - Visualização do posicionamento de objetos do *frame*.

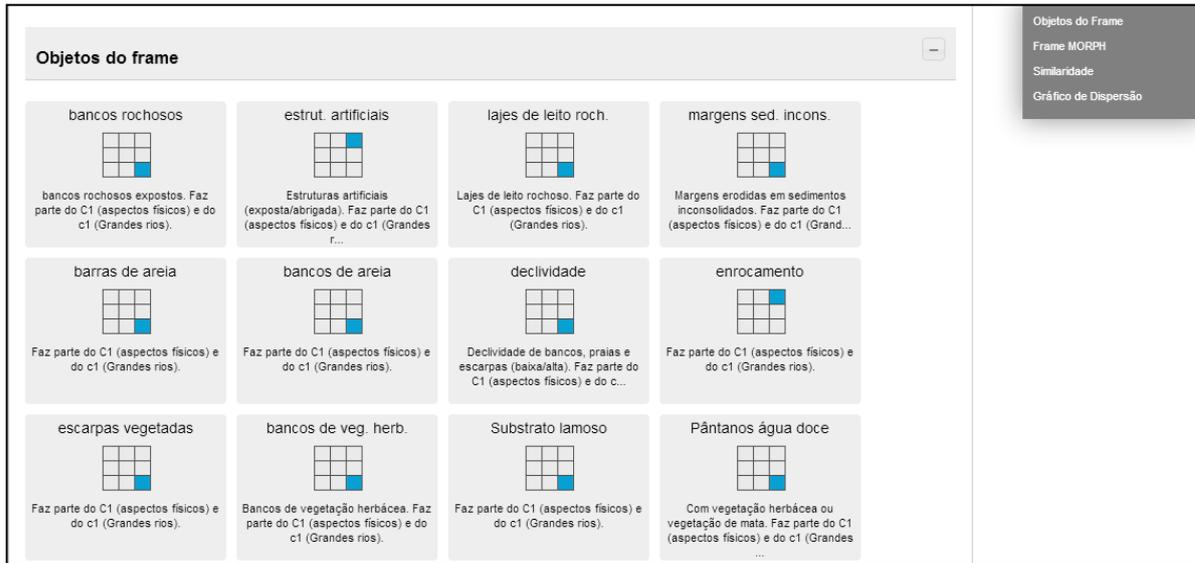


Figura 15 - Visualização dos objetos no *frame* e seus relacionamentos.

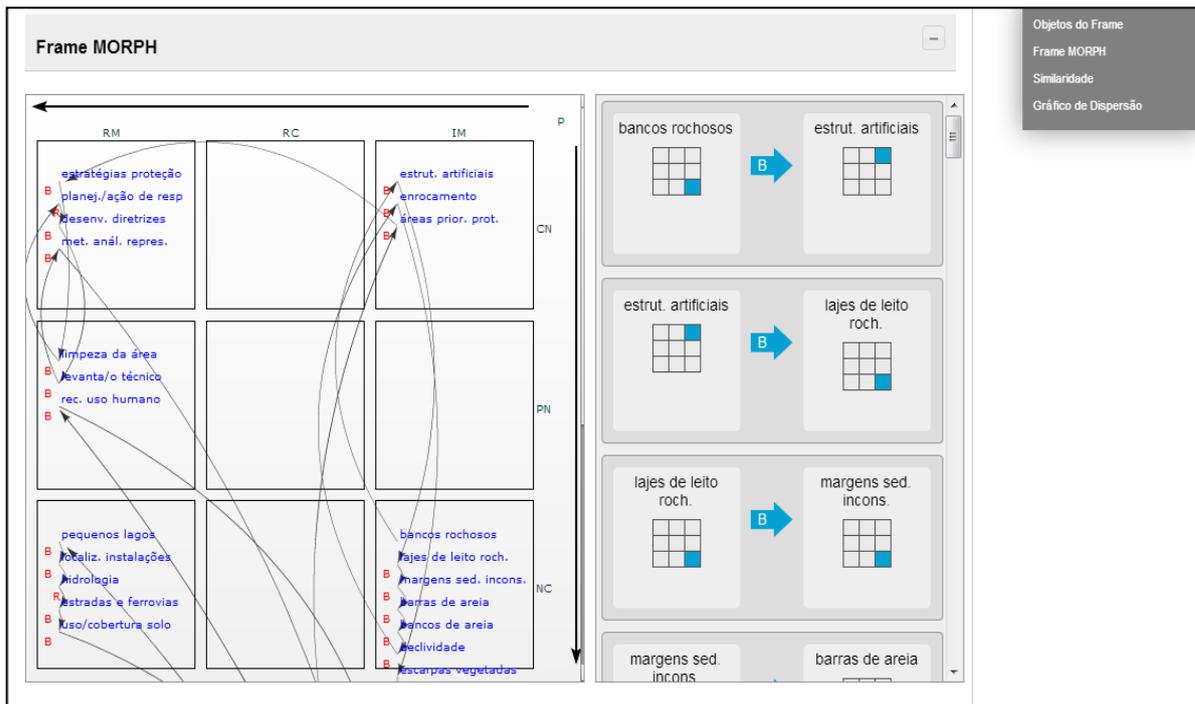
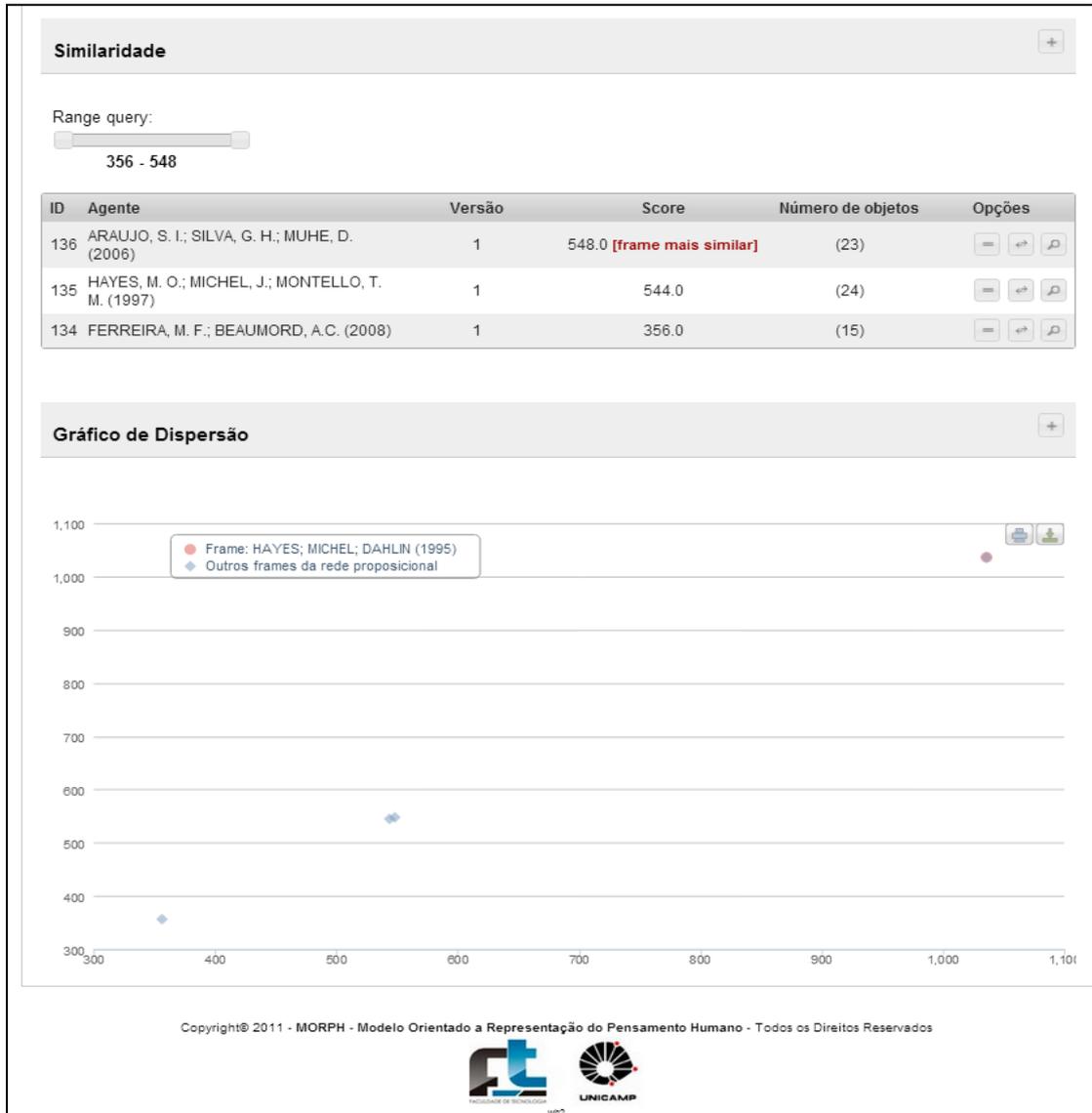


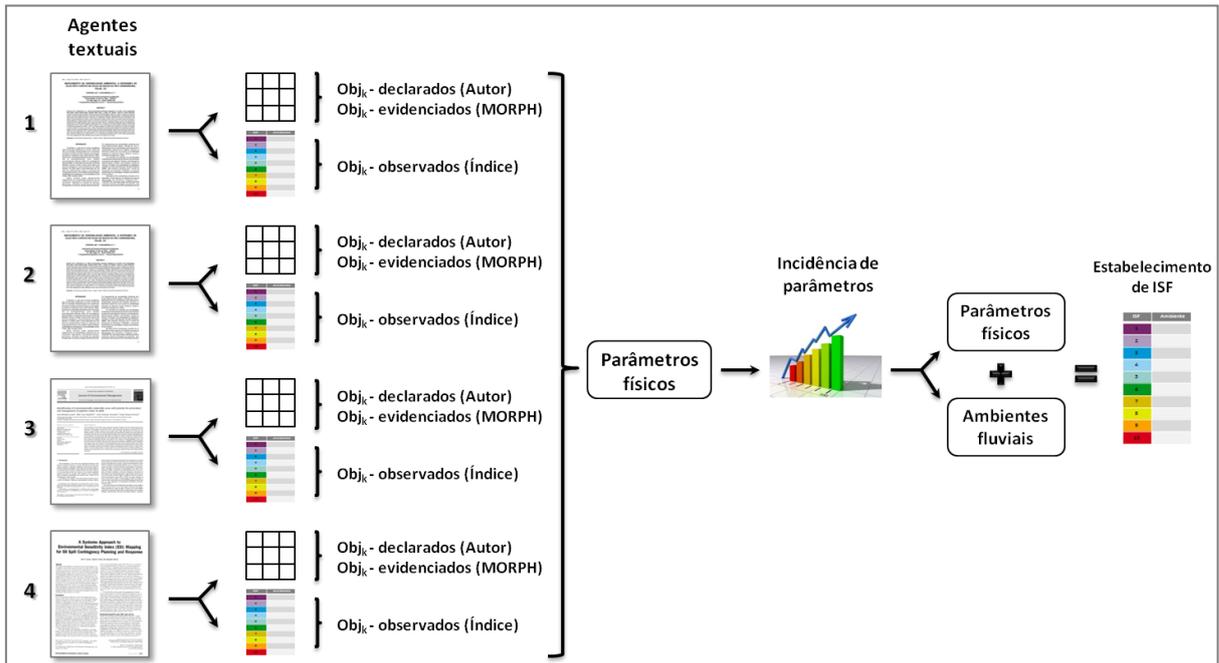
Figura 16 - Gráfico de dispersão e visualização da similaridade dos agentes.



2.3. Etapa 3: Estabelecimento de um Sistema de Classificação de Sensibilidade Fluvial

Essa etapa compreende a seleção dos aspectos físicos (parâmetros físicos e ambientes fluviais) com o auxílio da ferramenta MORPH, visando o estabelecimento de um Sistema de Classificação para determinar a Sensibilidade Ambiental ao Óleo de cursos fluviais. Para isso foram avaliados os aspectos físicos apresentados pelos artigos, conforme exposto na Figura 17.

Figura 17 - Processo de estabelecimento de um Sistema de Classificação da Sensibilidade Fluvial.



Após a extração dos objetos por meio da ferramenta MORPH, foi possível identificar os aspectos físicos mencionados por cada agente. Com isso, os objetos foram separados em aspectos físicos declarados pelos artigos e aspectos físicos evidenciados por MORPH, ambos representados por meio do *frame*. Para complementar a análise, também foram evidenciados os aspectos físicos dos Sistemas de Classificação apresentados pelos agentes.

Conseqüentemente os parâmetros físicos puderam ser identificados e sua incidência foi avaliada por meio de um gráfico de barras. Dessa forma, os parâmetros físicos de maior importância ao estabelecimento do sistema de classificação foram selecionados.

Em seguida, foram selecionados os ambientes fluviais por meio da análise dos sistemas de classificação apresentados pelos agentes. Com base nos ambientes desses sistemas e nos parâmetros físicos selecionados foi possível a proposição de um Sistema de Classificação da Sensibilidade Fluvial mais adequado às condições de climas quentes e úmidos.

2.3.1. *Investigação dos parâmetros físicos e ambientes fluviais*

Após a sistematização dos parâmetros físicos, houve a necessidade de analisar cada um com o auxílio de bibliografia complementar relacionada à geomorfologia fluvial, que evidenciou a complexa dinâmica dos sistemas fluviais e dos processos envolvidos, como os

padrões de transporte de sedimentos; classificação genética das rochas, que evidenciou a importância de suas estruturas; permeabilidade dos substratos, relacionando a porosidade e a granulometria dos sedimentos; as características das principais fácies dos sistemas deposicionais fluviais; as influências da vegetação exercidas sobre os sistemas fluviais; e outros.

Os parâmetros físicos foram investigados com o intuito de contribuir com o entendimento das influências que esses exercem sobre o comportamento do óleo. Com isso, foi possível a seleção dos parâmetros mais importantes ao estabelecimento da sensibilidade.

Cada ambiente fluvial também passou por um processo de investigação por meio de fundamentação teórica, objetivando a compreensão das dinâmicas que os regem para que fosse possível atribuir a sensibilidade de cada ambiente, ponderando principalmente os parâmetros físicos para antecipar o comportamento do óleo em caso de uma contaminação.

O prévio conhecimento das características físicas de cada ambiente é fundamental para que as ações de combate a um acidente possam ser estabelecidas antecipadamente.

Capítulo 3 | ESTADO DA ARTE: CARTAS SAO

As Cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental a Derramamentos de Óleo) são documentos cartográficos desenvolvidos como parte dos planos de contingência e resposta a acidentes envolvendo vazamentos de óleo e derivados, tanto em ambientes costeiros quanto continentais. Tais acidentes tornaram-se frequentes nos últimos 40 anos, devido à grande demanda pela produção de hidrocarbonetos. Em regiões continentais, esses estão cada vez mais recorrentes, principalmente pelo transporte por extensas malhas de oleodutos subterrâneos ou em superfície, por meio de rodovias e embarcações e o armazenamento com potenciais de danos ambientais ao solo e aos cursos fluviais.

3.1. Acidentes com hidrocarbonetos e instrumentos legais

A indústria do petróleo surgiu no século XIX, mas se desenvolveu efetivamente a partir do século XX. Ao longo desta última década, ocorreram muitos acidentes que causaram grandes prejuízos ambientais, trazendo danos às espécies que integram os ecossistemas marinho, lacustre, fluvial e terrestre, impactando de forma negativa às populações humanas, a biota e conseqüentemente a economia.

Um dos acidentes mais emblemáticos do século XX, em ambientes costeiros, ocorreu em 1989 na costa do Alasca, onde o navio petroleiro Exxon Valdez da companhia Exxon Mobil, encalhou na baía de *Prince William* e lançou ao mar aproximadamente 257.000 barris, causando sérios danos ambientais, com centenas de milhares de animais mortos e conseqüente prejuízo as populações locais (BIRKLAND; LAURENCE, 2002). Os impactos desse acidente são sentidos até hoje, devido à área atingida estar localizada em uma região abrigada, de clima frio e grande sensibilidade ambiental, o que contribui para uma lenta recuperação natural.

Após o desastre no Alasca, legislações internacionais com maior rigor foram sancionadas a fim de estabelecer medidas de maior responsabilidade em relação ao transporte e armazenamento do petróleo e seus derivados.

Outro acidente de grandes proporções, em ambientes costeiros, ocorreu em 2010 no Golfo do México, sendo considerado uma das maiores catástrofes ambientais da história. Este aconteceu devido à explosão da plataforma marítima de petróleo *Deepwater Horizon*, da

companhia *British Petroleum* (BP), estima-se que a quantidade de óleo derramado foi de 779 mil toneladas, atingindo a costa de cinco estados norte-americanos (Lousiana, Texas, Mississippi, Alabama e Florida), o que causou danos irreparáveis à biota e às populações humanas (CETESB, 2013).

A Tabela 4 evidencia alguns dos acidentes mais expressivos que ocorreram no mundo nas últimas décadas.

Tabela 4 - Principais acidentes internacionais envolvendo vazamento de óleo, entre os anos de 1967 e 2010.

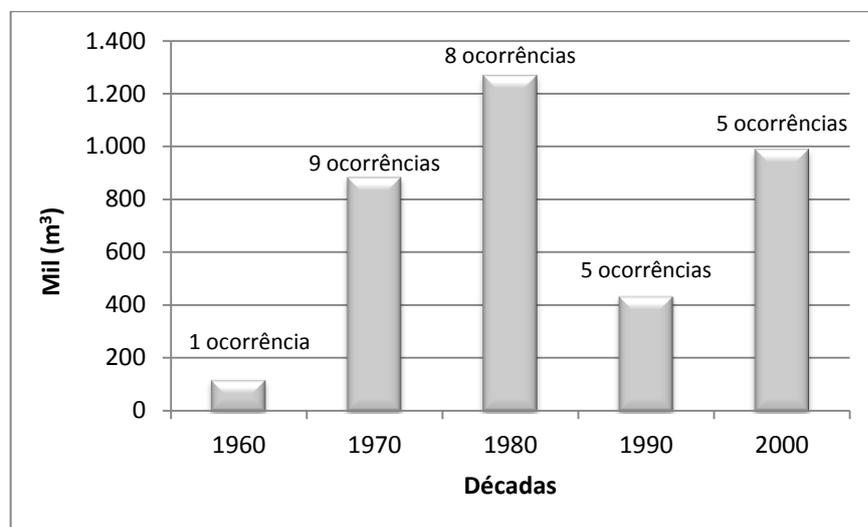
Ref.	Ano	Local	Ocorrência	Vol. Vazado (m ³)
1	1967	Inglaterra	Petroleiro Torrey Canyon	119 mil
2	1972	Golfo de Oman	Petroleiro Sea Star	115 mil
3	1973	Porto Rico	Petroleiro Zoe Colocotroni	5 mil
4	1974	Chile	Petroleiro Metula	51 mil
5	1975	Portugal	Petroleiro Jacob Maersk	85 mil
6	1976	Espanha	Petroleiro Urquiola	100 mil
7	1978	França	Petroleiro Amoco Cadiz	230 mil
8	1978	Brasil	Petroleiro Brazilian Marina	6 mil
9	1979	Caribe - Tobago	Petroleiro Atlantic Empress	287 mil
10	1979	México	Poço de petróleo Ixtoc	4,5 mil
11	1980	Líbia	Poço de petróleo	1,3 mil
12	1980	Grécia	Petroleiro Irenes Serenade	100 mil
13	1983	Golfo Pérsico	Plataforma Nowruz	2,6 mil
14	1983	África do Sul	Petroleiro Castillo de Belver	252 mil
15	1988	Mar do Norte	Plataforma Piper Alpha	670 mil
16	1988	Canadá	Petroleiro Odyssey	132 mil
17	1989	Alasca, EUA	Petroleiro Exxon Valdez	40 mil
18	1989	Espanha	Petroleiro Khark 5	70 mil
19	1991	Golfo Pérsico	Guerra do Golfo	7,7 mil
20	1991	Angola	Petroleiro ABT Summer	260 mil
21	1991	Itália	Haven	144 mil
22	1992	Uzbaquistão	Poço de petróleo	2,8 mil
23	1999	França	Petroleiro Erika	20 mil
24	2002	Espanha	Petroleiro Prestige	63 mil
25	2003	Paquistão	Petroleiro Tasman Spirit	30 mil
26	2007	Coréia	Petroleiro Hebei Spirit	10,5 mil
27	2007	Inglaterra	Navio Conteineiro Napoli	200 mil
28	2010	EUA	Plataforma Deepwater Horizon	779 mil

Fonte: Adaptado de Cetesb (2013).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, é importante observar que, a partir da década de 90, a quantidade de acidentes foi menor em relação às décadas anteriores. Neste mesmo período o volume de óleo vazado também se apresentou menor. Somente na década de

2000, devido à ocorrência com a Plataforma *Deepwater Horizon*, o volume de óleo vazado superou a década de 70, mesmo com menor quantidade de acidentes. Acredita-se que a diminuição de acidentes se deve em grande parte à adoção de legislações internacionais mais rigorosas como a MARPOL 73/78 e a OPRC 90, e também ao maior investimento em tecnologias preventivas (CETESB, 2013). Para melhor visualização dos dados, o gráfico da Figura 18 apresenta um resumo das informações contidas na Tabela 3, em que relaciona o volume de óleo vazado, com o período e a quantidade de acidentes.

Figura 18 - Gráfico da relação do volume de óleo vazado, período e quantidade de ocorrências, entre as décadas de 1960 e 2000.



O Brasil também apresenta uma ampla lista de acidentes com significativos danos aos ecossistemas terrestres, fluviais e marinhos, os quais são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Principais acidentes no Brasil envolvendo vazamento de óleo e derivados, entre os anos de 1960 e 2012.

Ref.	Ano	Local	Ocorrência	Vol. Vazado
1	1960	Ilha de Trindade/ES	Petroleiro Sinclair	66,5 mil m ³
2	1974	Canal de São Sebastião /SP	Petroleiro Takimya Maru	6 mil m ³
3	1975	Baía da Guanabara/RJ	Petroleiro Tarik Ibn Ziyad	6 mil m ³
4	1978	Ubatuba/SP	Petroleiro Brazilian Marina	6 mil m ³
5	1984	Cubatão/SP	Óleoduto	não estimado
6	1984	São Sebastião/SP	Terminal de armazenamento*	não estimado
7	1985	São Sebastião/SP	Navio Marina	2,5 mil m ³
8	1985	Cubatão/SP	Refinaria*	500 m ³
9	1990	Baía da Guanabara/RJ	Navio Horta Barbosa	20 m ³
10	1994	São Sebastião/ Cubatão/SP	Oleoduto	2,7 mil m ³
11	1997	Baía da Guanabara/RJ	Oleoduto	2,8 mil m ³

Ref.	Ano	Local	Ocorrência	Vol. Vazado
12	1998	Santos/SP	Navios Smyrni e Elizabeth Rickmers	40 m ³
13	1999	Manaus/AM	Oleoduto*	3 m ³
14	1999	Carmópolis/SE	Sonda em campo terrestre*	não estimado
15	2000	Baía da Guanabara/RJ	Oleoduto/ Refinaria	1,3 mil m ³
16	2000	Paraná/PR	Refinaria*	4 mil m ³
17	2001	Mato Grosso/MT	Oleoduto*	4 mil m ³
18	2001	Bacia de Campos/RJ	Plataforma P 36	1,5mil m ³
19	2001	Bacia de Campos/RJ	Plataforma P 7	124 mil m ³
20	2001	Baía de Paranaguá/PR	Navio Norma	5 mil m ³
21	2004	Porto de Paranaguá/PR	Navio químico Vicuña	291 mil m ³
22	2005	Rio Negro/AM	Naufração de barçaça*	não estimado
23	2008	Baía de São Francisco/SC	Embarcação Norsul	116 mil L
24	2009	Porto de Murice/CE	Navio Chembulk Shangai	3 ton
25	2009	Acre/AC	Barçaça*	25 mil L
26	2009	Rio Negro/AM	Barçaça*	5 mil L
27	2010	Litoral do Ceará	Plataforma Xaréu (PXA 1)	141 L
28	2010	Porto de Recife/PE	Embarcação	não estimado
29	2010	Bacia de Santos	Plataforma de Mexilhão	50 L
30	2011	Cubatão/SP	Refinaria	não estimado
31	2011	Bacia de Campo/RJ	Plataforma Chevron	356 mil L
32	2012	Tramandaí/RS	Transporte marítimo	1,2 m ³
33	2012	Bacia de Santos/SP	Navio Plataforma Dynamic Producer	26 m ³

* Acidentes com consequente poluição a cursos fluviais.

Fonte: Cetesb (2013).

Segundo dados da Cetesb, os acidentes que envolveram os maiores volumes de óleo derramados estão associados a embarcações marítimas e a transferência do produto por oleodutos, principalmente no litoral do sudeste do país, entre as décadas de 1960 e 1990. Destas ocorrências com transporte marítimo, grande parte sobreveio em áreas portuárias, como é o exemplo dos encalhes dos navios Takamyia Maru e Brazilian Marina no Canal de São Sebastião. Esses dois acidentes contaminaram grandes extensões do litoral norte paulista e também do litoral sul do Rio de Janeiro, pois não havia planos de emergência, recursos humanos e materiais para a contenção do produto e a proteção das áreas sensíveis (CETESB, 2013).

Importante notar que acidentes associados a dutos, refinarias e transporte marítimo vem diminuindo ao longo do tempo, mas ocorrências envolvendo atividades de perfuração, exploração e produção de petróleo tornaram-se mais frequentes a partir do ano de 2010 (CETESB, 2013).

Acidentes em áreas continentais que atingem cursos fluviais intensificam-se a cada dia. Até o ano de 2009, a maioria dos acidentes estava associada ao transporte por oleodutos, porém a partir de 2011 as ocorrências se associam ao transporte por meio rodoviário e fluvial, como pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 - Principais acidentes no Brasil envolvendo derramamento de óleo e derivados em áreas continentais.

Ref.	Ano	Local	Ocorrência	Vol. Vazado
1	1983	São Bernardo do Campo/SP	Oleoduto	200 m ³
2	1987	Guararema/SP	Oleoduto	250 m ³
3	1998	São José dos Campos/SP	Oleoduto	1.000 m ³
4	1998	São Paulo/SP	Gasoduto	não estimado
5	2000	Cubatão/SP	Oleoduto	500 L
6	2000	Araucária/PR	Oleoduto	4 mil m ³
7	2001	Barueri/SP	Oleoduto	200 m ³
8	2001	Osasco	Oleoduto	100 T
9	2001	Paraná/PR	Poliduto	48,5 mil L
10	2009	Canoas/RS	Oleoduto	não estimado
11	2011	Lages/SC	Trem	não estimado
12	2012	São Sebastião/SP	Caminhão tanque	15 mil L
13	2012	Cascavél/PR	Caminhão tanque	10 mil L
14	2012	Jaraguá do Sul/PR	Gerador de energia elétrica	20 a 50 L
15	2012	Santarém/AM	Caminhão tanque	10 mil L
16	2013	Manaus/AM	Balsa	60 mil L
17	2013	Manaus/Am	Balsa	15 mil L
18	2013	Jaraguari/MS	Caminhão tanque	30 mil L
19	2013	Barbacena/MG	Caminhão tanque	40 mil L
20	2013	São José do Barreiro/SP	Oleoduto	49 mil L
21	2013	Santarém/AM	Balsa	não estimado

Fonte: Adaptado de Cetesb (2013).

Somente no primeiro semestre de 2013, pode-se contabilizar 5 acidentes em ambientes fluviais com consideráveis danos ambientais. Desses acidentes, o que envolveu maior quantidade de óleo derramado ocorreu em março deste ano no Rio Negro, onde uma balsa que transportava tanques de óleo CAPCM20, produto utilizado na composição do asfalto, tombou na margem do rio ocasionando um derramamento de aproximadamente 60 mil litros do produto, contaminando uma área estimada de 900m².

Devido aos inúmeros acidentes e com o intuito de assegurar a proteção aos ambientes marinho, lacustre, fluvial e terrestre, bem como à vida humana, legislações internacionais e nacionais mais rigorosas foram sancionadas a fim de impor medidas de maior responsabilidade quanto ao transporte e armazenamento de petróleo e seus derivados.

O Quadro 7, lista os principais instrumentos legais norteadores de ações de proteção e preservação ambiental relacionados à poluição por óleo.

Quadro 7 - Principais instrumentos legais relacionados à poluição por óleo.

Assunto	Instrumento legal
Comunicação do vazamento de óleo	<ul style="list-style-type: none"> • Dec. Federal Nº 83.540/79: Art. 8º §1º - Regulamenta a CLC 6; • Portaria da Agência Nacional de Petróleo: Nº 170/98 - Art. 13; • Lei de Crimes Ambientais: Lei Federal Nº 9.605/98 - Art. 14; • “Lei do óleo e de substâncias nocivas” - Lei Art. 22.
Planos de Emergência	<ul style="list-style-type: none"> • Lei dos Portos: Lei Federal Nº 8.630/93 - Art. 33 §1º-inciso VII; • Lei Federal N.º 9.719/98 e NR 29/97: Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário – Itens: 29.1.6, 29.6.3.4 e 29.6.6; • "Lei do óleo e de substâncias nocivas": Lei Federal Nº 9.966/2000; • Plano de Emergência Individual - Resolução CONAMA Nº 398/2008; • Plano de Área para combate à poluição por óleo Dec. Fed. Nº 4.871/2003.
Prevenção da poluição aquática	<ul style="list-style-type: none"> • Prevenção da poluição origem terrestre: Portaria do Minist. dos Transp. Nº 124/80; • Política Nacional de Meio Ambiente: Lei Federal Nº 6.938/81; • Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário (LESTA): Lei Federal Nº 9.537/97; • “Lei do óleo e de substâncias nocivas”: Lei Federal Nº 9.966/2000; • Procedimentos para transferência de óleo entre embarcações - NORMAM 08 com alterações de 2010 - Cap. 3 – Seção IV – Item 308.
Penalidades aos agentes poluidores	<ul style="list-style-type: none"> • Lei Federal Nº 6.938/81 - Política Nacional de Meio Ambiente: Art. 14º; • Lei Federal Nº 7.347/85 - Ação Civil Pública por Danos Ambientais,; • Dec. Federal Nº 83.540/79 - regulamenta a aplicação da Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo (CLC 69): Art. 2º; • Lei Federal Nº 9.605/98 - Lei de Crimes Ambientais: Art. 6º a 15º, 23º e 54º; • Dec. Lei Nº 3.179/99 - especifica sanções aplicáveis às condutas e atividades lesivas ao meio ambiente: Art. 2º e 41º; • Lei Federal Nº 9.966/2000 - estabelece princípios básicos a serem obedecidos na movimentação de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em portos organizados, instalações portuárias, plataformas e navios: Art. 15 a 17, 21 e 23, 25 a 27 e 32; • Dec. Federal Nº 4.136/02: Sanções às infrações previstas na Lei 9.966/00.
Convenções internacionais	<ul style="list-style-type: none"> • CLC 69 - Convenção Internacional sobre a Responsabilidade Civil de Danos Causados por Poluição por Óleo: Dec. Federal Nº 83.540/79; • <i>ISM Code</i> - Código Segurança Marítima - Portaria Nº 046/96 da Diretoria e Portos e Costas (DPC) do Ministério da Marinha; • MARPOL 73/78 – “<i>Marine Pollution</i>” - Convenção internacional para prevenção da poluição causada por navios: Dec. Executivo Nº 2.508/98; • OPRC 90 - Convenção Internacional sobre Preparo, Responsabilidade e Cooperação em Casos de Poluição por Óleo estabelecida pela IMO em 30/11/90: Dec. Executivo Nº 2.870/1998; • Convenção OPRC – HNS 2000 – <i>Hazardous and Noxious Substances</i>: incorporado à Lei Federal Nº 9.966/2000 no seu Art. 4º –

Assunto	Instrumento legal
	Cap. III e IV.
Assuntos correlacionados	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de dispersantes - Resolução CONAMA N° 269/2000; • Livro de Registro de Óleo: Lei Fed. N° 9.966/2000 - Cap. III - Art. 10 e 11; • Licenciamento Ambiental: Resolução CONAMA N° 237/97, - Bens Afundados (navios): Lei Federal N° 7.542/86; • Delimitações do mar territorial brasileiro: Lei Federal N° 8.617/93 e Linhas de base reta na costa brasileira – Dec. Federal N° 1290/94; • Lei de Segurança do Tráfego Aquaviário (LESTA): Lei Federal N° 9.537/97; • Água de lastro - NORMAM N° 20/2008.

Fonte: Cetesb (2013).

Como parte dessas legislações, desenvolveram-se planos de contingência a partir de planos individuais de emergência, visando à proteção da vida humana e à redução do impacto ambiental negativo.

Os planos de contingência são ações destinadas a reduzir a magnitude de um derramamento de óleo, esses permitem que as ações, estratégias, recursos humanos e materiais necessários ao atendimento de uma operação emergencial sejam previamente determinados. Neste cenário é importante definir, *a priori*, quais setores apresentam maior ou menor sensibilidade ambiental e onde estão localizados os recursos biológicos e de uso humano que possam ser impactados negativamente. Segundo IPIECA (*International Petroleum Industry Environmental Conservation Association*), Associação de Conservação Ambiental da Indústria Internacional do Petróleo, um plano de contingência deve conter:

- Estratégica, que deve descrever o escopo do plano, incluindo a cobertura geográfica, os riscos percebidos, as funções e responsabilidades dos acusados de executar o plano e a estratégia de resposta para a proposta;
- Operacional, que deverá estabelecer os procedimentos de emergência que permitam a rápida avaliação do derramamento e mobilização de recursos para respostas adequadas;
- Banco de dados, que deve conter todos os mapas relevantes, listas de recursos e dados necessários para suportar um esforço de combate a derramamentos de petróleo e conduzir a resposta de acordo com uma estratégia consensual. (IPIECA, 2010, p. 3, tradução nossa)

Neste contexto se inserem as cartas de sensibilidade ambiental ao óleo. Essas são instrumentos de planejamento e resposta a vazamentos de óleo, que têm por objetivo a localização das áreas mais sensíveis para que as prioridades de proteção possam ser estabelecidas e as estratégias de limpeza selecionadas, visando à proteção da vida humana e à redução do impacto ambiental negativo (JENSEN; HALLS; MICHEL, 1998).

3.2. Historicidade do Mapeamento de Sensibilidade Ambiental ao Óleo

O conceito das cartas de sensibilidade ambiental evoluiu a partir da década de 1970. Nesta época os Estados Unidos começaram a desenvolvê-las como elemento essencial aos planos de contingência para a proteção dos recursos naturais, de acordo com a proposição de Gundlach e Hayes (1978) (JENSEN; HALLS; MICHEL, 1998).

No Brasil, estes documentos são conhecidos como Cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo). Essas constituem documentos cartográficos utilizados no planejamento de contingência e resposta a vazamentos de óleo. A composição desses documentos leva em conta o Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), bem como os recursos biológicos e os recursos de uso humano passíveis de serem negativamente impactados.

Gundlach e Hayes (1978) propuseram um índice de vulnerabilidade que foi classificado em uma escala de 1 a 10 (1 menor sensibilidade), levando em conta a sensibilidade de um ambiente em relação a sua exposição ao hidrodinamismo e ao tipo de substrato. O hidrodinamismo representa uma variável fundamental nas condições de limpeza do ambiente, como salienta Wieczorek (2006, p.13): “Quanto mais elevado o hidrodinamismo, mais efetiva é a limpeza natural do ambiente e, portanto menor a sua sensibilidade ao óleo”. Com relação aos tipos de substratos são considerados os consolidados e os inconsolidados, o primeiro apresenta menor vulnerabilidade ao óleo devido ao grau de impermeabilidade; já o segundo apresenta maior vulnerabilidade, pois o óleo se associa à partículas, onde sedimentos finos são menos vulneráveis em relação aos mais grossos e ao cascalho. Desta forma, Gundlach e Hayes classificaram os ambientes de acordo com o Quadro 8.

Quadro 8 - Escala de classificação dos ambientes de acordo com o Índice de Vulnerabilidade proposto por Gundlach e Hayes em 1978.

Índice	Ambiente
1	Costas rochosas expostas
2	Costas erodidas
3	Praias de areia fina
4	Praias de areia média
5	Planícies expostas
6	Praias de areia mista ou cascalho
7	Praias de areia grossa
8	Costas rochosas abrigadas
9	Planícies estuarinas abrigadas
10	Marismas e manguezais

Fonte: Gundlach; Hayes (1978).

Muitos pesquisadores propuseram estudos sobre o mapeamento dos ambientes litorâneos referenciados por índices de vulnerabilidade ambiental, bem como seu aprimoramento. Michel; Hayes; Brown (1978) realizaram um estudo na baía de Lower Cook, Alasca, que apresentou um sistema de classificação dos ambientes em uma escala de vulnerabilidade com variação de 1 a 10 (1 menor vulnerabilidade), onde relacionou a ocorrência e longevidade do óleo em diferentes ambientes costeiros, além de considerar a suscetibilidade biológica e a facilidade de limpeza manual. A Quadro 9 apresenta essa classificação.

Quadro 9 - Escala de classificação de vulnerabilidade para a Baía de Lower Cook, Alasca.

Tipo de linha de costa	% de linha de costa	Argumentação	Índice de vulnerabilidade (1-10)
A1a Escarpa alta	8	Óleo é removido facilmente pela ação das ondas	1-2
A1b Escarpa baixa	28	Geralmente é uma área de baixo risco, exceto quando há encostas deposicionais; terraços de baixa maré de cascalhos e rochas sujeitos a permanência do óleo por longo tempo; eventual percolação do óleo nas praias	2-4
A1c Costa rochosa com escarpas escalonadas	5	O mesmo que A1a	1-2
A2a-b Escarpas em depósitos glaciais e deltaicos	4	O mesmo que A1b	2-4
B1a-b Linhas de costa com embaixamentos	38	Danos derramamento de óleo a longo prazo, devido à baixa energia das ondas; menos problemas na entrada que na cabeça da baía onde há presença de salinas	8-10
C1a Leques deltaicos lobados	1,5	Baixa energia das ondas e grãos com maior granulometria permite que o óleo permaneça por muitos anos; pluma de água doce poderia manter o óleo fora durante o escoamento da primavera	6-8
C1b Leques deltaicos em forma de com cúspide	6	Corrosão do óleo em 6 meses ao ano; possível penetração e sepultamento, se enterrado, permanecerá mais tempo	4-6
C1c Leques deltaicos assimétricos em forma de com cúspide	1	Energia das ondas menores (do que C1b); tamanho de grão grosseiro com maior tempo de residência do óleo (11/2 anos no Chile)	6-8
C2a-d Esporão	5,4	Misto principalmente de praias de cascalho e areia, 6 meses de residência do óleo; possível penetração e sepultamento do óleo	4-6
C3a Planícies com praias de cristas em forma de Baía	2	Longevidade variável, dependendo da composição das praias, praias de cascalho mais suscetíveis do que de areia, óleo tende a acumular-se	4-6
C3b Sistemas de Baías dominadas por marés	1	Área muito sensível, devido à vasta extensão do pântano de água salgada e planícies de marés, zonas entremarés menores seriam liberados por correntes de marés, o óleo não pode entrar se o escoamento da água de degelo for alta	8-10

Fonte: Michel; Hayes; Brown (1978, p. 116, tradução nossa).

Owens e Robilliard (1981) propuseram um índice de sensibilidade que considerou os aspectos biológicos e as características físicas de um ambiente costeiro, conduzido por quatro fatores principais: exposição em relação às ondas e energia das marés; declividade das margens; tipo de substrato (espectro de partículas, mobilidade, penetração e trafegabilidade) e produtividade biológica.

A partir de 1989, o mapeamento começou a ser elaborado utilizando ferramentas de geoprocessamento, tais como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e os produtos tecnológicos do sensoriamento remoto. Dessa forma, o mapeamento de sensibilidade passou de um mapa analógico (em papel), de distribuição limitada, a uma ferramenta disponível em vários formatos, permitindo sua distribuição em meios digitais, inclusive pela rede mundial de computadores (JENSEN; HALLS; MICHEL, 1998).

Até a década de 1990, o foco do mapeamento de sensibilidade e dos planos de contingência estava ancorado mais nos efeitos físicos do óleo no litoral do que nos efeitos ecológicos. Após esse período as cartas também começaram a ser elaboradas não somente com base nos aspectos geomorfológicos, mas também considerando os recursos biológicos e recursos de uso humano como o valor recreacional, comercial e de subsistência (JENSEN; HALLS; MICHEL, 1998).

Abdel-Kader et al. (1998) utilizaram ferramentas de geoprocessamento como importante aliada na análise de sensibilidade ambiental a derramamentos de petróleo no parque nacional Ras-Mohammed, Egito. Este trabalho possibilitou o desenvolvimento de um mapa com a definição de três classes de áreas com prioridade de proteção. Para chegar a este resultado foi necessária a integração de algumas variáveis como o índice de vulnerabilidade de Gundlach e Hayes (1978), valor econômico e recreacional, valores culturais e sociais, valor ecológico e valor científico (WIECZOREK, 2006).

Moe et al. (2000) propuseram uma abordagem aplicada à compreensão da deriva do óleo, da população e a dinâmica da comunidade, onde o impacto pode ser descrito pela função de dois fatores: extensão e durabilidade imediata dos danos. Para isso foi empregado um modelo matemático com base nos fatores biológicos e físicos, onde foram analisadas as especificidades de sensibilidade de cada comunidade, a acumulação de óleo, a capacidade de retenção do substrato e o hidrodinamismo.

Uma normatização para o mapeamento de sensibilidade ao derramamento de óleo foi elaborada pelo NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), Serviço Nacional de Administração dos Oceanos e da Atmosfera dos Estados Unidos, essa se intitula “*Environmental Sensitivity Index*” (ESI), Índice de Sensibilidade Ambiental (ISA) e objetivou

compilar as informações em formatos padrão de sensibilidade da zona litorânea, de seus recursos biológicos e de utilidade humana. As cartas de sensibilidade constituíram um ponto de partida para a prevenção, planejamento e ações de resposta a acidentes envolvendo derramamento de óleo (NOAA, 2002).

No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente elaborou em 2002 um documento intitulado “Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo” que apresentou um índice de sensibilidade do litoral (ISL) adaptado às condições dos ambientes brasileiros, mantendo a mesma escala de variação 1 a 10. Este documento foi amplamente baseado no manual norte-americano elaborado pelo NOAA. O Quadro 10 compara a classificação do ISA do NOAA com a classificação do ISL dos segmentos costeiros do litoral brasileiro.

Quadro 10 - Comparação da classificação de sensibilidade adotada pelo NOAA com a proposta para os ambientes costeiros do Brasil.

Índice	Classificação NOAA	Classificação para a costa brasileira
1	<ul style="list-style-type: none"> • Molhes expostos e outras estruturas sólidas feitas de concreto, madeira ou metal, impermeáveis 	<ul style="list-style-type: none"> • Costões rochosos lisos, de alta declividade, expostos • Falésias em rochas sedimentares, expostas • Estruturas artificiais lisas (paredões marítimos artificiais), expostas
2	<ul style="list-style-type: none"> • Escarpas e taludes íngremes de argila (barreiras) • Plataformas de argila erodidas pelas ondas 	<ul style="list-style-type: none"> • Costões rochosos lisos, de declividade média a baixa, expostos • Terraços ou substratos de declividade média, expostos (terraço ou plataforma de abrasão, terraço arenítico exumado bem consolidado, etc.)
3	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de areia fina • Escarpas e taludes íngremes de areia 	<ul style="list-style-type: none"> • Praias dissipativas de areia média a fina, expostas • Faixas arenosas contíguas à praia, não vegetadas, sujeitas à ação de ressacas (restingas isoladas ou múltiplas, feixes alongados de restingas tipo “<i>long beach</i>”) • Escarpas e taludes íngremes (formações do grupo Barreiras e Tabuleiros Litorâneos), expostos • Campos de dunas expostas
4	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de areia grossa 	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de areia grossa • Praias intermediárias de areia fina a média, expostas • Praias de areia fina a média, abrigadas
5	<ul style="list-style-type: none"> • Praias mistas de areia e cascalho (ou conchas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Praias mistas de areia e cascalho, ou conchas e fragmentos de corais • Terraço ou plataforma de abrasão de superfície irregular ou recoberta de vegetação • Recifes areníticos em franja
6	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de cascalho (ou de conchas) • Enrocamentos expostos (para proteção da costa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Praias de cascalho (seixos e calhaus) • Costa de detritos calcários • Depósito de tálus • Enrocamentos (“<i>rip-rap</i>”, guia corrente, quebra-mar) expostos • Plataforma ou terraço exumado recoberto por concreções lateríticas (disformes e porosas)
7	<ul style="list-style-type: none"> • Planícies de maré (inundáveis) expostas 	<ul style="list-style-type: none"> • Planície de maré arenosa exposta • Terraço de baixa-mar

Índice	Classificação NOAA	Classificação para a costa brasileira
8	<ul style="list-style-type: none"> Estruturas artificiais sólidas abrigadas (<i>piers</i>, instalações portuárias, molhes) Enrocamentos abrigados Escarpas abrigadas 	<ul style="list-style-type: none"> Escarpa / encosta de rocha lisa, abrigada Escarpa / encosta de rocha não lisa, abrigada Escarpas e taludes íngremes de areia, abrigados Enrocamentos ("<i>rip-rap</i>" e outras estruturas artificiais não lisas) abrigados
9	<ul style="list-style-type: none"> Planícies tidais (inundáveis) abrigadas Margens de rios com gramíneas e árvores 	<ul style="list-style-type: none"> Planície de maré arenosa / lamosa abrigada e outras áreas úmidas costeiras não vegetadas Terraço de baixa-mar lamoso abrigado Recifes areníticos servindo de suporte para colônias de corais
10	<ul style="list-style-type: none"> Pântanos salobros e salgados Pântanos de água doce (vegetação herbácea) Pântanos de água doce (vegetação de mata) 	<ul style="list-style-type: none"> Deltas e barras de rio vegetadas Terraços alagadiços, banhados, brejos, margens de rios e lagoas Brejo salobro ou de água salgada, com vegetação adaptada ao meio salobro ou salgado; apicum Marismas Manguezal (mangues frontais e mangues de estuários)

Fonte: Brasil (2004 p.13).

As Cartas SAO, segundo IPIECA (2000), são ferramentas estratégicas para procedimentos de resposta em três diferentes níveis de abrangência: 1) pequenos vazamentos, geralmente utilizadas por órgãos locais de controle ambiental, podendo adotar uma escala de 1:10.000; 2) derramamentos de médio porte; e 3) derramamentos de grande porte, onde os usuários serão os órgãos responsáveis pelo direcionamento de recursos de combate nos âmbitos nacional e internacional. Para vazamentos de médio porte pode-se utilizar uma escala superior ou inferior a 1:100.000 e no caso de resposta a derramamentos classificados no nível 3 pode chegar a 1:1.000.000. Desta forma, evidencia-se que para cada nível de abrangência adota-se uma determinada escala com base na precisão dos dados apresentados.

No Brasil, os níveis de abrangência para derramamentos de óleo adotados pelo MMA (2004) foram estipulados com base nos volumes de descarga. Para pequenas descargas foi considerado um volume de até 8 m³; para médias descargas 8 a 200 m³ e para grandes descargas, acima de 200 m³. Com isso, as cartas SAO devem atender a todos os níveis de derramamento de óleo com base em três categorias de abrangência: cartas estratégicas, de ordem regional; cartas táticas, de escala intermediária e cartas operacionais, com maior detalhamento das feições litorâneas em áreas de alto risco e/ou de alta sensibilidade ecológica (BRASIL, 2004).

3.3. Índice de Sensibilidade Fluvial - ISF

O primeiro índice adaptado a ambientes de água doce foi proposto por Owen (1979), esse foi desenvolvido para os Grandes Lagos Canadenses e se baseou na persistência do óleo

no ambiente, prevista nos modelos marinhos. O mesmo apresentou uma escala com variação de 1 a 5, onde 1 refere-se a maior sensibilidade e 5 a menor e foi classificado da seguinte forma: (1) pântanos e lagoas; (2) costões rochosos abrigados e praias abrigadas; (3) dunas e bancos de lama; (4) praias de seixos e cascalho, praias de areia; e (5) rochas expostas ou praias artificiais (MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994).

Logo após, o NOAA adaptou o índice de sensibilidade ambiental costeiro para os Grandes Lagos e ambientes fluviais e o utilizou no mapeamento dos rios Saint Marys, Saint Clair, Columbia e Apalachicola, nos Estados Unidos. Esse índice apresentou uma classificação dos ambientes por cores e por uma variação de 1 a 10, onde 1 apresenta menor sensibilidade. Considerou também os recursos biológicos e recursos de uso humano indicados por símbolos que mostram a sazonalidade (MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994). O Quadro 11 apresenta essa classificação e o Quadro 12 apresenta uma outra abordagem muito similar, usada pelo governo do Canadá para o mapeamento dos Grandes Lagos canadenses.

Quadro 11 - Escala ISA do NOAA para os habitats das margens dos Grande Lagos, escala em ordem crescente de sensibilidade

ISA	Tipo de habitat
1A	Paredões rochosos expostos
1B	Paredões artificiais expostos de concreto, madeira ou metal
2	Encostas rochosas
3	Escarpas de sedimentos inconsolidados
4	Praias de areia
5	Praias mistas de areia e cascalho
6A	Praia de cascalho
6B	Rip-rap (enrocamentos)
7	-
8A	Costões rochosos abrigados
8B	Estruturas artificiais sólidas abrigadas, como quebra-mar
9A	Baixios de bancos vegetados
9B	Planícies de lama/areia
10A	Franja de pântanos
10B	Pântanos extensos

Fonte: Michel; Hayes; Dahlin, (1994, p.6, tradução nossa).

Quadro 12 - Escala de sensibilidade das margens para os Grandes Lagos canadenses.

ISA	Tipo de margem
Margens rochosas ou impermeáveis	
1a.	Escarpa exposta com menos de 1m de elevação
1b.	Escarpa exposta de 1 a 5 m de elevação
1c.	Escarpa exposta com mais de 5 m de elevação
2.	Muro de contenção/estruturas portuárias/quebra-mar
3.	Encostas rochosas
Margens de sedimentos inconsolidados	
4.	Escarpa de sedimentos exposta
5a.	Praia de areia: deposicional
5b.	Praia de areia: erosional ou transitória
6.	Barreiras de areia com lagoa
7a.	Praia de grânulo
7b.	Praia de grânulo/ seixo
7c.	Praia de seixo
8.	Rip-rap (enrocamentos)
9.	Praia de bloco ou calhau
10.	Praia mista
Margens vegetadas	
11.	Baixios de bancos vegetados (gramíneas ou árvores)
12.	Planície de lama deltaica
13a.	Franja de áreas alagáveis
13b.	Extensas áreas alagáveis

Fonte: Backer (1993 apud MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994, p.7, tradução nossa).

Baca et al. (1983) propuseram uma metodologia baseada no trabalho de Adams et al. (1981), que listou critérios de avaliação para classificação dos ambientes (ribeirinhos, lacustres e palustres) considerando o tempo de permanência do óleo, o tempo de recuperação do ambiente, a complexidade de limpeza, os valores dos recursos naturais, os efeitos do óleo sobre a vegetação flutuante, vegetação submersa e a pesca adotando os seguintes valores: 1 = baixo, menos de um ano; 2 = médio, de um a três anos; e, 3 = alto, mais de três anos. Após essa classificação cada valor atribuído a um critério foi somado e com isso um ranking de áreas prioritárias para proteção foi definido (MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994). O Quadro 13 aborda essa classificação.

Quadro 13 - Escala dos habitats de água doce.

Características	Ribeirinhos*		Lacustrino*		Palustrino*	
	Marisma**	Pântano**	Marisma	Pântano	Marisma	Pântano
Tempo de residência do óleo	1	1	3	3	3	3
Penetração	1	2	2	3	3	3
Período de tempo para recuperação	1	1	2	3	2	3
Complexidade de limpeza	1	1	2	3	2	3
Valor dos recursos naturais	3	2	2	2	2	2
Efeitos específicos						
Vegetação flutuante	1	1	2	2	2	3
Vegetação submersa	1	1	3	3	2	3
Pesca	3	2	3	2	1	1
Total	12	11	19	21	17	21
Escala de prioridade de proteção	4	5	2	1	3	1

* Baseado na classificação de Coward et al. (1979). Ribeirinhos = áreas alagadas, principalmente com um canal; lacustrino = principalmente água parada, com água corrente superior a 30% do sistema; palustrino = principalmente água corrente dominado por vegetação.

**Marisma aqui se refere predominantemente a vegetação herbácea (gramíneas e ciperáceas) e pântanos predominantemente a vegetação lenhosa (arbustos e árvores).

Fonte: Baca et al. (1983 apud MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994, p.9, tradução nossa).

Michel; Hayes; Dahlin (1994; 1995) desenvolveram um documento para o NOAA com base nas classificações apresentadas e na metodologia de mapeamento utilizada para a costa americana utilizando uma escala com variação de 1 a 10 (10 maior sensibilidade) com cores padronizadas, para o mapeamento de ambientes lacustrinos, estuarinos e fluviais. Esse documento também definiu modelos de sensibilidade para rios meandantes de médio porte e para bacias hidrográficas que abrangem pequenos rios e córregos. O Quadro 14 mostra a proposta do índice de sensibilidade ambiental para três tipos de ambientes (estuários, lagos e rios de grande porte). Esse mapeamento também abrange os componentes bióticos e

socioeconômicos de forma pontual e tem-se mostrado uma ferramenta de planejamento e resposta eficaz por cerca de 15 anos.

Quadro 14 - Proposta de classificação do Índice de Sensibilidade Ambiental.

ISA	Estuários	Lagos	Rios (grandes rios)
1A	Costões rochosos expostos	Paredões rochosos expostos	Bancos rochosos expostos
1B	Paredões artificiais expostos	Estruturas artificiais rígidas expostas	Revestimentos sólidos verticais
2	Plataformas de argila erodidas pelas ondas	Penhascos rochosos com depósito de tatus, expostos	Bancos de rochas, lajes de leito rochoso
3	Praias de areia fina	Escarpas erodidas em sedimentos inconsolidados	Margens erodidas em sedimentos inconsolidados
4	Praias de areia grossa	Praias de areia	Barras de areia e bancos de baixa declividade
5	Praias mistas de areia e cascalho	Praias mistas de areia e cascalho	Praias mistas de areia e cascalho de baixa declividade
6A	Praia de cascalho	Praia de cascalho	Praia de cascalho de baixa declividade
6B	Enrocamentos	Enrocamentos	Enrocamentos
7	Planícies de maré expostas	Planícies de maré expostas	—
8A	Costões rochosos abrigados	Escarpas abrigadas em rocha, lama ou barro	Escarpas íngremes vegetadas
8B	Estruturas artificiais sólidas abrigadas	Estruturas artificiais sólidas abrigadas	Estruturas artificiais sólidas abrigadas
9A	Planícies de maré abrigadas	Bancos de vegetação herbácea abrigados	Bancos de vegetação herbácea
9B	—	Bancos de areia ou lama abrigados	Substrato lamoso (não vegetado)
10A	Pântanos salobros e salgados	—	—
10B	Manguezais	—	—
10C	Pântanos de água doce (vegetação herbácea)	Pântanos de água doce (vegetação herbácea)	Pântanos de água doce (vegetação herbácea)
10D	Pântanos de água doce (vegetação de mata)	Pântanos de água doce (vegetação de mata)	Pântanos de água doce (vegetação de mata)

Fonte: Michel; Hayes; Dahlin (1994, p. 30, tradução nossa); Hayes; Michel; Dahlin (1995, p. 366, tradução nossa).

Outra proposta que merece destaque refere-se ao trabalho de Hayes; Michel; Montello (1997), que apresentaram uma classificação de rios e córregos baseada em dois critérios primários, o primeiro corresponde ao grau de dificuldade em conter ou recuperar a área afetada pelo óleo; e o segundo, a sensibilidade e vulnerabilidade das áreas alagáveis associadas aos cursos d'água. O índice avalia fatores como navegabilidade, padrão da drenagem, tamanho do canal, pontos de coletas de óleo adequados, fugas e bifurcação de canais, tempo de residência do óleo e o número de áreas alagáveis. A classificação apresenta uma variação de 1 a 10 (1 menos sensível e 10 maior sensibilidade). O Quadro 16 apresenta essa classificação.

Quadro 15 - Proposta de classificação de sensibilidade a derramamento de óleo em pequenos rios e córregos do sudeste dos Estados Unidos.

RSI	Descrição do ambiente	Bases para a escala
1	Piscinas tranquilas com bancos de baixa sensibilidade.	Não há zonas úmidas vulneráveis. Óleo pode ser recuperado a partir da superfície da água ou direcionado para bancos de baixa sensibilidade.
2	Pequeno canal não navegável com correntes moderadas e bancos de baixa sensibilidade.	Não há zonas úmidas vulneráveis. Uma barragem para conter o fluxo pode ser construída ou o óleo pode ser direcionado para os bancos de baixa sensibilidade.
3	Canais navegáveis com correntes moderadas e bancos de baixa sensibilidade.	Não há zonas úmidas mais vulneráveis. O óleo pode ser direcionado para os bancos de baixa sensibilidade. Com maior dificuldade do que o RSI 2.
4	Pequeno canal não navegável com corredeiras sobre leito rochoso.	Não há zonas úmidas vulneráveis. O óleo pode mover-se rapidamente através da área com prováveis impactos na coluna de água. Barragem para conter o fluxo é uma possibilidade remota e deve ser feita somente se o fluxo for pequeno o suficiente.
5	Canal navegável com corredeiras sobre leito rochoso.	Não há zonas úmidas vulneráveis. O óleo não pode ser recolhido e se move rapidamente através da área. Os impactos na coluna de água são maiores que no RSI 4, com provável e significativa mortalidade de peixes.
6A	Pequeno canal não navegável associado a áreas de floresta superior alagáveis de baixa vulnerabilidade	Floresta superior alagável e presença de raros pântanos, mas não altamente vulneráveis por causa da posição elevada ou remota. Coleta de óleo contra bancos do canal de baixa sensibilidade.
6B	Canal navegável associado a floresta superior alagável de baixa vulnerabilidade	Floresta superior alagável e presença de raros pântanos, mas não altamente vulneráveis por causa da posição elevada ou remota. Coleta de óleo contra bancos do canal de baixa sensibilidade.
7	Navegável. Baixo gradiente e correntes variáveis (normalmente < 15 nós). Extensas e baixas planícies de inundação. Braços de córregos, paredes de antigos vales com bancos íngremes compostos por sedimentos lamosos ou paredes rochosas. Outro lado do canal com fuga de água associada a pântanos.	Áreas alagáveis altamente sensíveis presentes de um lado do canal que são vulneráveis a penetração do óleo.
8	Navegável. Baixo gradiente e correntes variáveis (normalmente < 15 nós) com fluxo principalmente confinado ao canal reto com bancos relativamente baixos bem definidos. Extensas e baixas planícies de inundação. Associadas a extensos pântanos.	Áreas alagáveis altamente sensíveis, presentes em ambos os lados do canal que são vulneráveis à penetração do óleo. Isso possibilita que o óleo seja coletado nos bancos de baixa sensibilidade adjacentes a parede alta.
9A	Pequeno canal meandrante não navegável com abundantes pontos de fuga associados a pântanos e a meandros abandonados.	Pântanos altamente vulneráveis presentes em ambos os lados do canal. Pontos de fuga difíceis de fechar. Recuperação e armazenamento muito difíceis. Acesso a pé.
9B	Canais meandantes navegáveis com abundantes pontos de fugas associados a pântanos e a lagos de meandros abandonados.	Pântanos altamente vulneráveis presentes em ambos os lados do canal. Múltiplos pontos de fuga difíceis de fechar. Recuperação e armazenamento muito difíceis. Acesso a pé.
10A	Pequeno canal anastomosado não navegável com abundantes pontos de fugas em pântanos adjacentes.	Pântanos altamente vulneráveis presentes em ambos os lados do canal. Múltiplos pontos de fuga difíceis de fechar. Recuperação e armazenamento muito difíceis. Acesso a pé.

RSI	Descrição do ambiente	Bases para a escala
10B	Canal anastomosado navegável com abundantes pontos de fugas em pântanos adjacentes.	Pântanos altamente vulneráveis presentes em ambos os lados do canal. Múltiplos pontos de entrada de fuga difíceis de fechar. Recuperação e armazenamento muito difíceis. Acesso por barco.

Fonte: Hayes; Michel; Montello (1997, p. 347, tradução nossa).

No Brasil a primeira metodologia que se tem conhecimento foi desenvolvida por Araújo; Silva; Muehe (2006) para a Petrobras em 2001, em conjunto com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional do Petróleo (ANP), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Museu Goeldi, Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Estadual Norte Fluminense (UENF), Tecgraf/ Pontíficia Universidade Católica (PUC – Rio) e Alpina Briggs, para os rios amazônicos de Manaus e Coari. Essa metodologia apresentou uma hierarquização das feições fluviais da área que relacionou os seguintes componentes (Quadro 16).

Quadro 16 - Feições fluviais amazônicas.

Feições encontradas no canal	
1	Margens de rio (grande classe subdividida em feições mais precisas) e ilhas
2	Praias de margens
3	Cachoeiras
4	Barras ou bancos fluviais – regionalmente tem o sentido de bancos de areia, mas são praias formadas no meio do rio, isoladas da margem
Feições encontradas em planícies fluviais	
1	Lago/ planície exposta
2	Floresta alagável/ densa
3	Chavascal (densidade florestal menor)
4	Banco de macrófitas herbáceas ou de gramíneas/ planície exposta em função do período, funciona como filtro
Feições de transição entre componentes de canal e de planície fluvial	
1	Furos
2	Bocas de lagos

Fonte: Forsberg (2001 apud ARAÚJO; SILVA; MUEHE, 2006, p. 38).

Com base nas informações das feições fluviais amazônicas e nas adaptações da metodologia proposta pelo MMA, em 2002, para ambientes costeiros, desenvolveu-se um índice de sensibilidade fluvial com variação de 1 a 10 (1 menor sensibilidade e 10 maior), apresentado no Quadro 17. Os recursos biológicos foram mapeados pontualmente,

identificando as áreas de maior concentração de espécies, as fases ou atividades mais sensíveis do ciclo de vida, bem como as espécies endêmicas e protegidas por lei.

Quadro 17 - Índice de sensibilidade fluvial da região amazônica a derrames de óleo.

Índice	Feição
1	Estruturas artificiais
2	Laje ou afloramento rochoso
3	Corredeira/ cachoeira
4	Escarpa/ Barranco
5	Praia ou banco de areia/ seixo exposta
6	Praia ou banco de areia/ seixo abrigada
7	Praia ou banco de lama exposto
8	Praia ou banco de lama abrigado
9	Zona de confluência de rios e lagos
10a	Banco de macrófitas aquáticas
10b	Vegetação alagada (igapós, várzea, chavascal, campo etc.)

Fonte: Araújo; Silva; Muehe (2006, p. 39).

Ferreira; Beaumord (2008) desenvolveram uma metodologia de mapeamento focada em outra realidade brasileira, os cursos d'água da bacia do rio Canhanduba no município de Itajaí, Santa Catarina. Essa apresentou um índice de sensibilidade fluvial com variação de 1 a 10 (10 maior sensibilidade) adaptado do manual do MMA (2002) para ambientes costeiros. Além do índice que leva em consideração os aspectos físicos, também foram mapeados os recursos bióticos e socioeconômicos de forma pontual. Para os aspectos físicos foram consideradas as características geomorfológicas e as feições marginais associadas aos aspectos bióticos e de uso e ocupação. Fatores como correntes, profundidade, largura, bancos de areia, substrato de fundo, declividade marginal, substrato marginal, tipo de vegetação e fauna também foram considerados para a coleta das informações de campo e atribuição dos graus de sensibilidade.

Outro trabalho, desenvolvido por Mendoza-Cantú et al. (2011) para os rios mexicanos Coatzacoalcos e Tonalá (sudeste do estado de Vera Cruz) propôs uma abordagem baseada em geossistemas, esses são unidades geográficas básicas que compreendem todas as unidades naturais e socioeconômicas que poderiam refletir a relação das variáveis e são classificadas da seguinte forma, segundo González (1994):

- Primeira ordem: grau de fisionomia modificada (feitos pelo homem, natural e geossistemas semi-transformados).
- Segunda ordem: principal influência relacionada com a produtividade e

processos de função (tecnogênicos e geossistemas agrícolas) e localização, estrutura e função (terrestres, de transição e geossistemas marinhos).

- Terceira ordem: modalidade específica que define a principal influência (por exemplo, geossistemas técnicos-industriais; umidade agricultura residual e geossistemas de culturas sazonais; geossistemas terrestres-bioclimáticos-hidrodinâmicos; geossistemas simples de transição-acumulativos).
- Quarta ordem: subtipos de principal influência (derivados da terceira ordem) (por exemplo, indústria do petróleo, mineração, altas florestas com vegetação perene e médias florestas tropicais com vegetação secundária). (MENDOZA-CANTÚ et al., 2011, p. 1708, tradução nossa).

As variáveis selecionadas para a constituição de uma matriz com a finalidade de estabelecer pesos ou a relativa importância dessas em cada geossistema, foram: a declividade do terreno e relevo, permeabilidade, riqueza, singularidade, integridade, marginalização social (índice ponderado) e atividades econômicas (índice ponderado). Para a classificação, os autores utilizaram uma escala com cinco níveis de vulnerabilidade, onde (I) muito alta, (II) alta, (III) média, (IV) baixa e (V) muito baixa. Essa classificação considera as características geomorfológicas, as características das feições marginais e das margens fluviais, no que se refere a aspectos bióticos e de uso e ocupação. O Quadro 18 apresenta os níveis de vulnerabilidade classificados pela pesquisa.

Quadro 18 - Níveis de vulnerabilidade com as respectivas características.

Nível de vulnerabilidade	Descrição
I - Muito alto	<ul style="list-style-type: none"> • Baixas planícies acumulativas permanentemente inundadas (áreas alagadas) • Áreas naturais protegidas • Assentamentos humanos até 15 mil habitantes • Corpos d'água
II - Alto	<ul style="list-style-type: none"> • Mangues • Pântanos fluviais acumulativos e lagos de planícies (áreas alagadas)
III - Médio	<ul style="list-style-type: none"> • Alta e média floresta perene tropical com vegetação secundária
IV - Baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Planície costeira acumulativa (campo de dunas) • Planície costeira acumulativa (praias de areia) • Agricultura com culturas anuais • Mista
V - Muito baixo	<ul style="list-style-type: none"> • Pastagens cultivadas e induzidas • Culturas semi perenes e perenes • Culturas de plantação • Agricultura alagada residual

Fonte: Mendoza-Cantú et al. (2011, p. 1712, tradução nossa).

No capítulo seguinte, serão apresentadas as bases para o entendimento do Modelo Orientado a Representação do Pensamento Humano (MORPH), que será empregado na análise dos critérios fundamentais do mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo.

3.4. Considerações sobre o capítulo

No presente capítulo apresentou-se a evolução das Cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo) evidenciando sua importância como parte fundamental para o cumprimento das legislações sancionadas em âmbito nacional e internacional, servindo como uma ferramenta elementar aos planos de contingência, auxiliando no planejamento de ações de resposta a acidentes envolvendo derramamentos de óleo e derivados, como evidencia Brasil (2004, p.1):

As Cartas de Sensibilidade Ambiental para Derramamentos de Óleo (Cartas SAO) constituem um componente essencial e fonte de informação primária para o planejamento de contingência e avaliação de danos em casos de derramamento de óleo. Elas representam uma ferramenta fundamental para o balizamento das ações de resposta a vazamentos de óleo, na medida em que, ao identificar aqueles ambientes com prioridade de preservação, permitem o direcionamento dos recursos disponíveis e a mobilização mais eficiente das equipes de proteção e limpeza.

As Cartas SAO foram constituídas inicialmente para os ambientes marítimos e costeiros, mas devido à recorrência de acidentes em áreas continentais, com consequente contaminação de cursos fluviais, houve a necessidade de adaptação dessas cartas para tais ambientes.

Para o estabelecimento da sensibilidade ambiental ao óleo um índice de classificação é utilizado. Em ambientes costeiros tal índice é denominado Índice de Sensibilidade do Litoral (ISL), já em ambientes fluviais não há um consenso quanto a sua denominação, portanto a presente pesquisa considera como Índice de Sensibilidade Fluvial (ISF). Esse é abordado por inúmeros autores e o presente capítulo revela a evolução de sua composição.

O primeiro ISF foi desenvolvido nos Estados Unidos por pesquisadores do NOAA e utilizado para o mapeamento dos cursos fluviais da costa oeste do país e para os Grandes Lagos. No Brasil o primeiro índice foi proposto pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) para a classificação dos rios amazônicos. Dessa maneira a maioria das pesquisas

internacionais adota a classificação oficial do NOAA e as nacionais a classificação oficial do MMA, com adaptações para cada tipo de curso fluvial.

Os cursos fluviais são ambientes extremamente complexos, com inúmeras variáveis que diferem um sistema de outro. As características dos cursos fluviais norte-americanos são distintas da realidade brasileira, pois o Brasil apresenta características de sistemas fluviais tropicais. Devido a isso, e também às diferentes características geomorfológicas associadas às dimensões da drenagem – rios de pequeno, médio e grande porte – há uma dificuldade na criação de um ISF que atenda a todo tipo de ambiente fluvial. Por isso, é fundamental a caracterização do maior número de feições fluviais para cada tipo de sistema de grande, médio e pequeno porte, discriminando suas características geomorfológicas, com o intuito de constituir um ISF que possa ser aplicado a um grande número de feições fluviais.

Neste capítulo foram apresentados os trabalhos de maior relevância para o tema abordado, inúmeros outros trabalhos foram realizados, mas grande parte destes foram balizados pelas pesquisas apresentadas no presente capítulo.

Capítulo 4 | MORPH COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE E COMPARAÇÃO

O Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano (MORPH), idealizado por Zambon (2006), tem fundamentação teórica em conceitos de *System Dynamics (SD)*, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, semiótica e psicologia cognitiva. Visa à aquisição, sistematização e representação do conhecimento de um agente especialista por meio de seu armazenamento como uma unidade (*frame*) em uma base de conhecimento. O *frame* possibilita a análise e comparação do conhecimento de vários agentes especialistas, ampliando a possibilidade de tomada de decisão com base no conhecimento coletivo, envolvendo também um processo de aprendizagem.

A proposta do Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano - MORPH - é 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 (ZAMBON, BAIOCO e MAGRIN, 2012, p. 3).

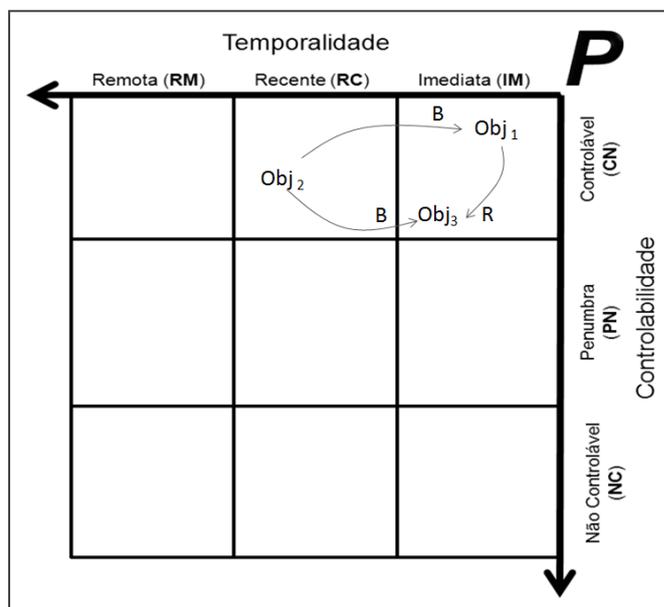
Dessa maneira, MORPH consiste em um conjunto de regras para a representação do conhecimento de agentes especialistas por meio de *frames* (quadros), revelando elementos que auxiliam na composição de uma visão crítica, sistêmica e compartilhada. Entende-se por conhecimento especialista, todo conhecimento construído por agentes humanos sobre um assunto de domínio específico, expresso verbalmente tanto na forma escrita (artigos científicos), quanto falada (entrevistas) (COSTA, 2012).

No presente capítulo, apresenta-se MORPH como ferramenta de análise e comparação do conhecimento multiespecialista, que tem o objetivo de explicitar o conhecimento do autor, para a tomada de decisão no estabelecimento de parâmetros fundamentais de mapeamento de sensibilidade ambiental ao óleo para a determinação dos ambientes que compõem o Índice de Sensibilidade Fluvial (ISF). O item 3.1 apresenta o *frame* MORPH como uma ferramenta de análise, pois a mesma evidencia as relações entre as variáveis (objetos) interdependentes com o intuito de compreender quais aspectos físicos são de maior relevância na composição do ISF; e o item 3.3 apresenta o software MORPH como uma ferramenta de comparação por similaridade entre *frames* dos trabalhos dos diversos autores sob a mesma temática, na tentativa de estruturar um ISF de maior abrangência.

4.1. O *frame* MORPH

O *frame* MORPH representa a menor unidade de conhecimento de um agente e pode ser entendido como um conceito, de forma estruturada, sobre um determinado problema ou sobre uma situação. Sua estrutura está representada na Figura 19, que demonstra que o *frame* é constituído por dois eixos: o horizontal, que determina a temporalidade e representa o sistema de recuperação de memória humana e o vertical, que determina a controlabilidade e representa o controle do agente, do qual é elicitado o conhecimento. Esses eixos são divididos em nove zonas onde os objetos são posicionados (ZAMBON, BAIOCO e MAGRIN, 2012).

Figura 19 - Representação da estrutura do *frame* MORPH.

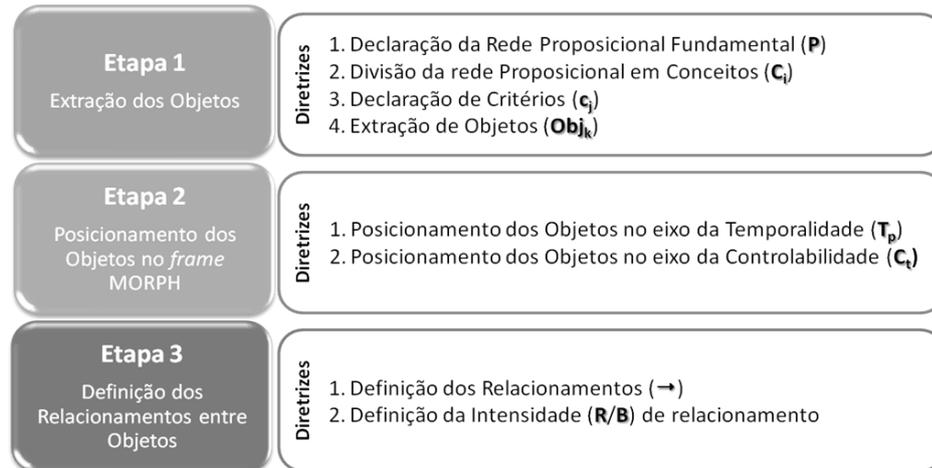


Fonte: Adaptado de Costa (2012, p. 51).

O *frame* é formado por uma estrutura de sintagmas nominais (**SN**), denominados objetos (**Obj_k**), que são elicitados a partir de uma rede proposicional escolhida (**P**) e são unidos por relações de influências (\rightarrow), que formam relações de causa e efeito. Essas relações possuem pesos de equilíbrio, também denominados balanço (**B**), que não dependem de energia, e reforço (**R**), que é auto amplificador (COSTA, 2012).

Para a estruturação do *frame*, o processo de aquisição e representação do conhecimento adota etapas e diretrizes desenvolvidas por Costa (2012). Este tem por finalidade a extração de objetos de uma entrevista ou de um texto para posterior análise e comparação com *frames* de diversos agentes. A Figura 20 apresenta essas etapas e diretrizes.

Figura 20 - Etapas e Diretrizes do processo de aquisição de conhecimento.



Fonte: Adaptado de Costa (2012, p. 59).

4.1.1. Etapas e diretrizes do processo de aquisição do conhecimento por meio do *frame* MORPH

As etapas e diretrizes descritas na Figura 20, do processo de aquisição do conhecimento de um agente textual para seu posicionamento no *frame* MORPH e seu detalhamento é apresentado nos subitens a, b e c. Esse processo consiste em três etapas, onde a primeira trata da extração dos objetos da Rede Proposicional Fundamental, a segunda do posicionamento dos mesmos no *frame* e a terceira, a definição do relacionamento entre os objetos.

a. Etapa 1 – Extração dos Objetos

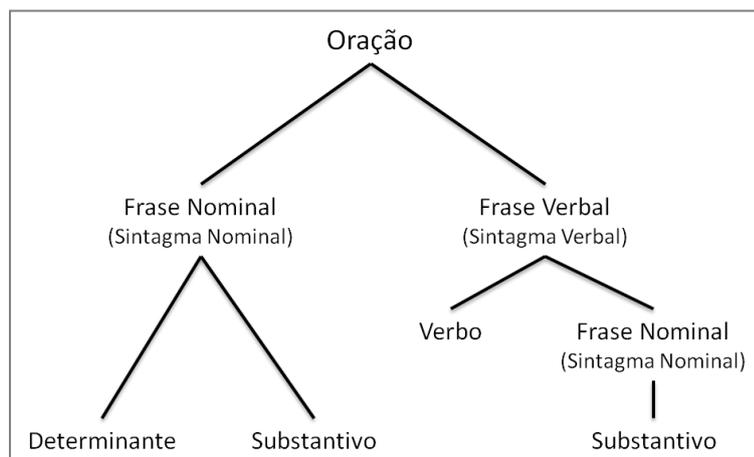
Esta etapa compreende a extração dos Objetos (**Obj_k**) da Rede Proposicional **P** e se subdivide em quatro diretrizes. A primeira compreende a declaração da Rede Proposicional Fundamental (**P**), onde todo o processo de aquisição do conhecimento de um agente especialista é iniciado. Para a elicitacão do conhecimento de um agente, Costa (2012) afirma que é fundamental a declaração da **P**, ou seja, a declaração do problema que se deseja solucionar ou compreender, ou ainda sobre o contexto que se deseja decidir. Nesse processo utiliza-se um método identificado como heurística de meios e fins que segundo Costa (2012), significa dividir o problema em vários subproblemas, tentando reduzir a diferença entre o estado inicial e o desejado para cada subproblema e pressupõe uma atitude, onde os fins

requeridos devem ser identificados para que se possa imaginar os meios, sendo essa uma relação de causa e efeito.

Para a definição de **P** é necessário ao menos uma oração de período simples ou composto, devendo ser estruturada por frase nominal (**FN**) ou sintagma nominal, e uma frase verbal (**FV**) ou sintagma verbal. A FN é dividida em um determinante e um núcleo, que necessariamente deve ser um substantivo. A FV é dividida em um verbo seguido de outra frase nominal (LEVINE; DRANG; EDELSON, 1986).

A oração que constitui **P** pode ser do tipo declarativa ou interrogativa, segundo a linguística e deve conter pelo menos dois conceitos, que são identificados como substantivos. Essas figuras de linguagem desempenham um papel importante na **P** e podem ser considerados como agente, alvo e destinatário da ação (MESQUITA, 1999). A Figura 21 evidencia a estrutura gramatical básica para a constituição da **P**.

Figura 21 - Árvore da estrutura gramatical básica da **P**.



Fonte: Adaptado de Levine; Drang; Edelson (1988, p. 28); Dubois-Charlier (1981, p. 163)

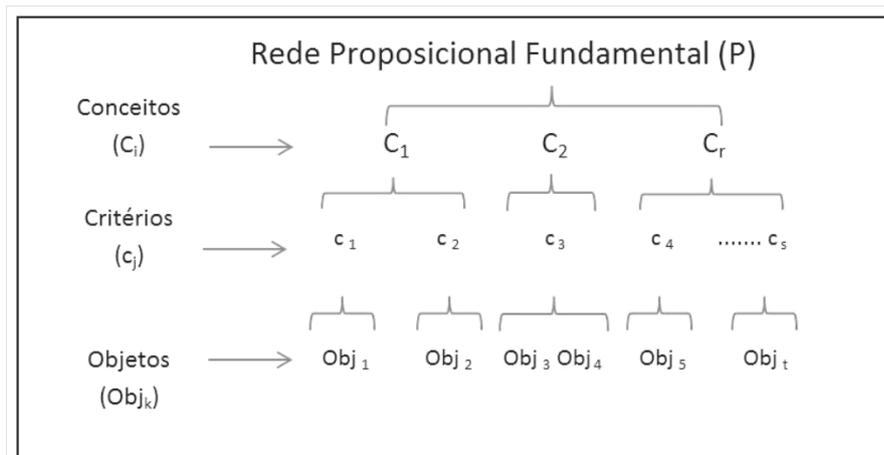
A segunda diretriz refere-se à divisão da **P** em Conceitos (**C_i**), em que **C_i** é uma ideia sobre algo, uma representação mental de uma categoria, uma proposição que se obtém pela decomposição de uma rede proposicional fundamental (**P**) (COSTA, 2012).

Com isso, a terceira diretriz é evidenciada, em que para cada **C_i** define-se um conjunto de critérios (**c_j**) que determinam o significado relacionado dos Objetos (**Obj_k**). O **c_j** é tudo que serve como critério de julgamento e que une **C_i** ao **Obj_k**, devendo ser declarado para que seja possível reconhecer os objetos. Costa (2012, p. 66) afirma "Para que os objetos sejam trazidos à memória de trabalho, os "critérios" (**c_j**) tornam possível o acesso à memória de longo prazo e, portanto, os critérios trazem os "objetos" que se associam aos "conceitos"".

Desta maneira a pergunta que se faz à **P** para a obtenção do c_j é "Com que se define C_i na **P**?" e a resposta que se obtém é "Com c_j ".

A Figura 22 evidencia a decomposição da **P** para a extração dos objetos e as relações entres os conceitos, critérios e objetos.

Figura 22 - Representação esquemática da extração de objetos.



Fonte: Costa (2012, p. 63).

Na quarta diretriz os Objetos (**Obj_k**) são extraídos da **P**, estes objetos são figuras de linguagem capazes de nomear o componente central de uma narrativa. **Obj_k** é um sintagma nominal que contém o sentido conotativo do termo ou um conjunto de palavras, não é necessariamente um objeto material ou abstrato, pode ser qualquer coisa, sensação, evento, conceito que possa gerar uma ideia na mente do agente e pode ser inclusive outra ideia, não precisa ter existência real no mundo (COSTA, 2012).

Desta maneira a pergunta que se faz ao texto para a obtenção do **Obj_k** é "Como c_j define C_i ?" a resposta que se obtém é "Com **Obj_k**".

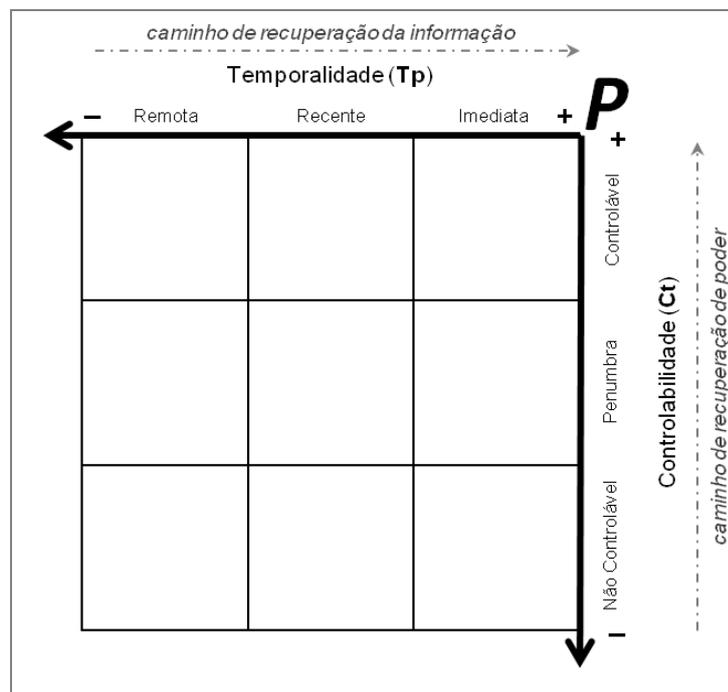
Vale ressaltar que as perguntas são feitas até esgotar a identificação de todos os objetos no texto.

b. Etapa 2 - Posicionamento dos objetos no *frame* MORPH

Conforme pode ser observado na Figura 23, esta etapa consiste no posicionamento dos objetos nas zonas do *frame*, nos eixos de Temporalidade e Controlabilidade. A primeira diretriz posiciona os objetos no eixo horizontal da Temporalidade (**T_p**), neste encontram-se os atributos: memórias Imediata (**IM**), Recente (**RC**) e Remota (**RM**), que determinam o tempo existente entre os objetos relacionados com a dinâmica do evento. Costa (2012) afirma que a

memória de trabalho (**IM**) refere-se à capacidade do agente em focar a atenção sobre um determinado conteúdo, enquanto que a memória recente (**RC**) refere-se à capacidade do agente de associar o conteúdo a questões menos focais, de orientação geral e de estudo de possibilidades, que convergem para um aprofundamento em teorias e conhecimentos básicos e generalistas, descritos na memória de longo prazo (**RM**). Dessa maneira, a **RM** e a **RC**, se complementam para descrever o caminho de recuperação da informação na **IM**.

Figura 23 - Representação dos eixos do *frame* MORPH, evidenciando o caminho de recuperação da informação e do poder.



Fonte: Adaptado de Zambon (2006 apud COSTA, 2012, p. 43).

Desse modo, a pergunta que se faz ao texto para a obtenção do posicionamento do **Obj_k** no *frame* (eixo da Temporalidade) é "O **Obj_k** contribui diretamente para atingir o que se deseja em relação ao **C_i**?" se **não** contribuir, estará na posição Remota (**RM**), mas se contribuir, uma segunda questão deverá ser respondida, a saber: "Se **Obj_k** deixar de existir haverá uma mudança no **C_i**?" se **não** houver, estará na posição Recente (**RC**) e se houver, estará na posição Imediata (**IM**).

A segunda diretriz posiciona os objetos no eixo vertical da Controlabilidade (**Ct**), neste encontra-se uma relação de domínio, os atributos Controlável (**CN**), Penumbra (**PN**) e Não Controlável (**NC**), ou seja, uma relação de poder do agente especialista sobre os objetos em relação à rede proposicional (**P**). No atributo **NC** mesmo os objetos fazendo parte da explicação da **P**, não podem ser controlados pelo agente especialista; no atributo **PN**, o objeto

causa a incerteza em controlar ou não a situação; e no atributo **CN**, o objeto é declarado controlável pelo agente especialista. Desta maneira, pode-se notar que o sentido de recuperação do poder caracteriza-se de baixo para cima, isto é, do atributo **NC** para o **CN**, conforme evidenciado pela Figura 11.

Desse modo, a pergunta que se faz ao texto para a obtenção do posicionamento do **Obj_k** no *frame* (eixo da Controlabilidade) "É possível controlar integralmente a ação do **Obj_k** sobre o **C_i**?", se **sim**, estará na posição Controlável (**CN**), mas se **não**, uma segunda questão deverá ser respondida, a saber: "É possível controlar parcialmente a ação do **Obj_k** sobre o **C_i**?", se **sim**, estará na posição Penumbra (**PN**), se **não**, estará na posição Não Controlável (**NC**).

c. Etapa 3 – Definição dos relacionamentos e pesos entre os objetos

Nessa última etapa é possível atribuir os relacionamentos (\rightarrow) e pesos de balanço (**B**) e reforço (**R**) aos objetos. A primeira diretriz corresponde à definição dos relacionamentos, ou seja, o sentido da relação. Estes são estabelecidos por setas que podem indicar força ou sentido e estabelecer, em termos de causalidade, dependência ou influência. Como exemplo, "**Obj₁** \rightarrow **Obj₂**", um objeto influencia outro objeto de alguma forma. Esta forma pode ser positiva, negativa ou equilibrada, dependendo da intensidade da força da relação (COSTA, 2012).

Assim sendo, o sentido da relação se dá por meio da pergunta "O **Obj_k** e **Obj_{k+1}** encontram-se no mesmo **C_i** e **c_j**?", se **sim**, será uma relação de mutualidade (\leftrightarrow), ou seja, nos dois sentidos. Se **não**, o sentido da relação ocorre do **Obj_k** (\rightarrow) para **Obj_{k+1}**".

A intensidade com que essa influência ocorre entre os objetos pode ser uma situação de balanço ou reforço, como evidencia a segunda diretriz. O Balanço consiste em uma situação que não depende de energia para ocorrer, pois tende a um equilíbrio, de acordo com Costa (2012, p.81) "isto demonstra a pressão do "objeto-causa" sobre o "objeto-efeito" para que este segundo atinja um ponto adequado", regulando o estado. O Reforço versa uma situação que amplifica a relação, tanto positivamente quanto negativamente, polarizando o estado. A intensidade da relação se dá por meio da pergunta "O **Obj_k** influencia a situação do **Obj_{k+1}**?", se **sim**, assume uma relação de Balanço (**B**), se **não**, Reforço (**R**). Cabe salientar que na relação de mutualidade, atribuí-se ao **Obj_k** o peso Balanço (**B**).

4.1.2. *Leitura do frame MORPH*

A Figura 24 evidencia a estrutura genérica de um *frame*, onde o posicionamento dos objetos nos eixos possibilita a obtenção de uma leitura para a situação/problema de maneira estruturada. A Figura 25 auxilia nessa interpretação, pois representa a argumentação do agente em cada zona.

Figura 24 - Estrutura genérica de representação do Obj_k no *frame* MORPH.

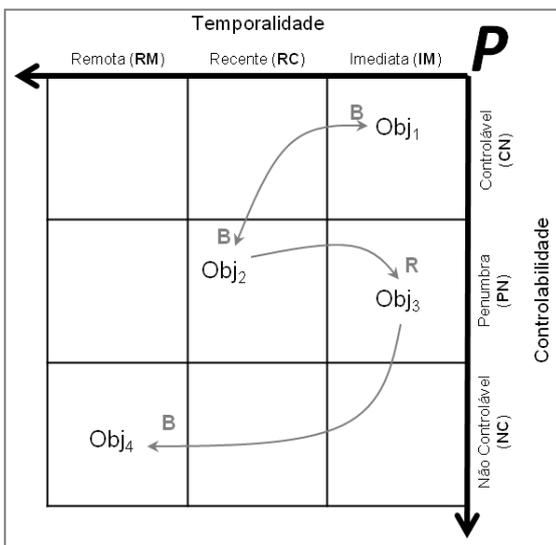
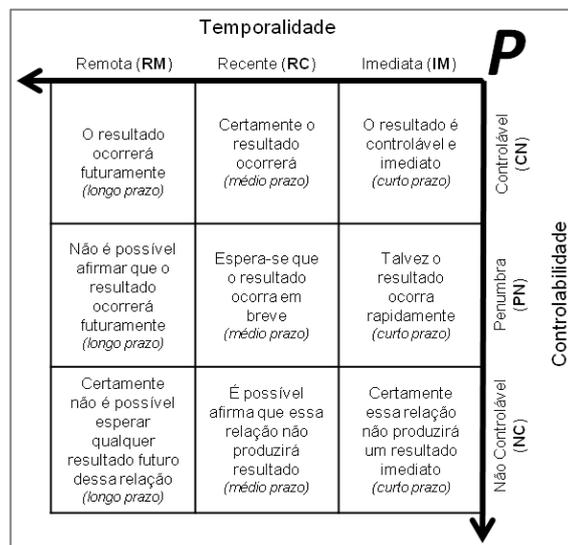


Figura 25 - Interpretação das zonas do *frame* MORPH.



Fonte: Adaptado de Costa (2012, p. 75)

Dessa maneira, a leitura geral do frame em relação ao posicionamento dos objetos poderá ser: em **Obj₁** o resultado é controlável e imediato em relação a **P**; em **Obj₂** espera-se que o resultado ocorra em breve; em **Obj₃** talvez o resultado ocorra rapidamente; e em **Obj₄** certamente não é possível esperar qualquer resultado futuro dessa relação.

Para uma análise por meio da relação dos objetos em pares, o Quadro 20 apresenta a notação, bem como a leitura de cada par.

Quadro 19 - Notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares.

Objetos	Notação do objeto causa-efeito	Leitura
1 e 2	$ \begin{array}{ccc} \overset{IM}{Obj_1} & \xleftarrow{B} & \overset{RC}{Obj_2} \\ \underset{CN}{} & & \underset{PN}{} \end{array} $	O Objeto 1 é um componente controlável e o Objeto 2 é um componente de incerteza. O Objeto 1 influencia a P de forma imediata e o Objeto 2 influencia a P a médio prazo. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo.

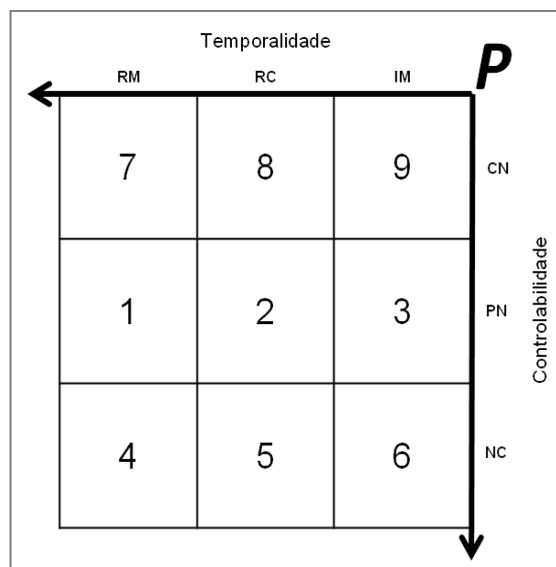
Objetos	Notação do objeto causa-efeito	Leitura
2 e 3	$\underset{PN}{\overset{RC}{Obj_2}} \xrightarrow{R} \underset{PN}{\overset{IM}{Obj_3}}$	O Objeto 2 e o Objeto 3 são componentes de incerteza. O Objeto 2 influencia a P a médio prazo e o Objeto 3 influencia a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de reforço, de modo que o Objeto 2 afeta diretamente o Objeto 3.
3 e 4	$\underset{PN}{\overset{IM}{Obj_3}} \xrightarrow{B} \underset{NC}{\overset{RM}{Obj_4}}$	O Objeto 3 é um componente de incerteza e o Objeto 4 é um componente não controlável. O Objeto 3 influencia a P de forma imediata e o Objeto 4 influencia a P de forma remota. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio, de modo que o Objeto 3 afeta proporcionalmente o Objeto 4.

4.2. O software MORPH

O software MORPH é composto por uma base de conhecimento, onde são armazenados os *frames*. A eventual proximidade entre os *frames* pode ser avaliada mediante a comparação das estruturas por meio de um algoritmo de busca por similaridade, de acordo com uma função de distância. Este considera a posição de cada objeto nos eixos de temporalidade e controlabilidade, as relações entre eles e o peso dessas relações (TOMÉ, 2012; MAGRIN, 2012).

A definição dos valores das zonas do *frame* segue a escala proposta por Saaty (1994) para análise de pares (*parwise*) de cada objeto, onde são estabelecidos valores de 1 a 9 que representam a influência que este objeto terá sobre a P (COSTA, 2012; TOMÉ, 2012), como visualizado na Figura 26.

Figura 26 - Valores (pesos) das zonas do *frame* MORPH.



Fonte: Adaptado de Zambon (2006 apud TOMÉ, 2012, p. 66).

Dessa maneira, quanto maior o valor da zona em que um objeto está posicionado, maior será sua influência sobre a rede proposicional. As faixas que apresentam os maiores valores **CN** (Controlável) e **NC** (Não Controlável) são as áreas que representam certeza, já a faixa com os menores valores **PN** (Penumbra) são as áreas de incerteza (MAGRIN, 2012).

Os relacionamentos entre os objetos são estabelecidos por ordens de cooperação e competição. De acordo Magrin (2012, p.38) as relações de cooperação apresentam duas possibilidades: "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". Já as relações de competição apresentam três possibilidades, como menciona Magrin (2012, p.40): "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**)".

Com isso é possível identificar as estruturas similares, bem como a realização de uma análise comparativa dos *frames* de diversos agentes, armazenados na base computacional, por meio de valores, denominados *score*. Cada *frame* gerado recebe um *score* que possibilita a comparação por similaridade e dissimilaridade (distância) entre dois *frames*.

4.3. Considerações sobre o capítulo

Neste capítulo se apresentou o MORPH como ferramenta para elicitação e representação de conhecimento de textos. Com a utilização do modelo é possível elicitar o conhecimento de agentes, bem como representar graficamente e sintetizar uma leitura para posterior interpretação e comparação de tais conhecimentos.

MORPH também possibilita evidenciar as relações de interdependência entre variáveis que compõem um texto, o que permite a comparação do conhecimento de agentes especialistas para auxiliar na verificação de padrões de similaridade, bem como a comparação de modelos de ação de diferentes agentes sobre uma mesma situação complexa, que segundo MORPH é descrita por meio de proposição, revelando conceitos e ampliando as possibilidades de análise sob diversas óticas, auxiliando em uma análise refinada das metodologias de sensibilidade ambiental ao óleo evidenciadas na presente pesquisa.

Capítulo 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados e as discussões da aplicação de MORPH para a elicitación (aquisição) e representação do conhecimento (*frame*) de agentes textuais especialistas (artigos científicos), com o intuito de analisar e comparar tais agentes para atender aos objetivos da pesquisa. Com isso o item 5.1 apresenta a rede proposicional que é comum a todos os agentes; o item 5.2 apresenta os resultados da aplicação das etapas e diretrizes (definidas no capítulo 3) para a elicitación (extração de objetos) e representação do conhecimento dos agentes por meio do *frame* MORPH, bem como a análise e considerações; e o item 5.3 apresenta a comparação desses agentes por meio do *software* MORPH.

O item 5.4 propõe uma classificação de sensibilidade ao óleo de maior abrangência para os ambientes fluviais, com base nos estudos efetuados (capítulo 3) e nos resultados obtidos por meio de MORPH. Esse também tem por objetivo a identificação e análise dos parâmetros físicos que definem o sistema de classificação, bem como a identificação e o alinhamento dos ambientes e feições que compõem esse sistema.

5.1. A Rede Proposicional (P)

Por meio das regras de composição da P apresentadas no capítulo 5, uma única rede foi estabelecida para todos os agentes: "Quais os aspectos físicos utilizados para avaliar a Sensibilidade Ambiental ao Óleo nos cursos fluviais?"

A P dividiu-se em três conceitos (C_i), onde C_1 é identificado como aspectos físicos, C_2 a Sensibilidade Ambiental ao Óleo e C_3 os cursos fluviais. Com isso os critérios (c_j) e os objetos (Obj_k) puderam ser identificados para cada artigo, como evidenciado no item 5.2.

5.2. Análise dos agentes textuais de Sensibilidade Ambiental ao Óleo para cursos fluviais por meio do *frame* MORPH

Neste item os artigos são apresentados em ordem cronológica e os resultados da análise serão apresentados em cinco etapas, em que a primeira consiste na exposição dos

conceitos, critérios e objetos extraídos dos artigos; a segunda, a visualização dos objetos no *frame*; a terceira, a leitura aos pares desses objetos, que se encontra no Apêndice B; a quarta, a leitura geral do *frame*; e a quinta, as considerações levantadas por essa pesquisa.

Cabe ressaltar que um número reduzido de trabalhos e publicações científicas sobre o referido tema foi encontrado, pois poucos atenderam ao principal critério de seleção que foi a apresentação de um Sistema de Classificação da Sensibilidade Ambiental ao Óleo. A grande maioria dos trabalhos encontrados utilizam como referência os mesmos agentes textuais selecionados por esse estudo.

O Quadro 20 apresenta a relação dos agentes textuais selecionados por esse estudo, seus respectivos autores, ano de publicação e país de origem.

Quadro 20 - Relação dos agentes textuais analisados por este estudo.

	Título	Autor(es)	Ano	País
1	Sensitivity Mapping of Inland Areas: Technical Support to the Inland Area Planning Committee Working Group USEPA Region 5.	Jacqueline Michel; Miles O. Hayes; Jeffrey A. Dahlin	1994	Estados Unidos
2	The reach sensitivity index (RSI) for mapping rivers and streams.	Miles O. Hayes; Jacqueline Michel; Todd M. Montello	1997	Estados Unidos
3	Mapas de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo: Ambientes costeiros, estuarinos e fluviais.	Solange Irene de Araujo; Gabriel Henrique da Silva; Dieter Muhe	2006	Brasil
4	Mapeamento de sensibilidade ambiental a derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhanduba, Itajaí, SC.	Ferreira, M. F.; Beaumord, A. C.	2008	Brasil

5.2.1. Agente textual 1: Identifying and mapping sensitive resources for inland area planning. Hayes; Michel; Dahlin (1995)

O presente artigo se baseia no relatório intitulado "*Sensitivity mapping of inland areas: Technical support to the inland area planning committee working group USEPA region 5*" desenvolvido para o NOAA pelos mesmos autores, no ano de 1994. Optou-se pela análise do artigo ao invés do relatório, pois o mesmo apresentou atualizações importantes, bem como informações pontuais.

O artigo trata do mapeamento de habitats marginais encontrados em ambientes estuarinos, lacustres e grandes rios dos Estados Unidos, o qual utiliza uma abordagem semelhante à aplicada atualmente pelo NOAA, em seu programa de mapeamento dos ambientes costeiros e Grandes Lagos norte americanos. Nesta, um índice de classificação baseado em uma escala com variação de 1 a 10 (10 maior sensibilidade) é utilizado para o

mapeamento de áreas sensíveis a um derramamento de óleo. Os autores afirmam que esse índice pode ser utilizado para qualquer rio norte americano, bem como para cursos fluviais com variação climática de subtropical úmido a temperado. Rios localizados em climas extremos precisariam adaptar esse índice.

Outra abordagem aplicada às bacias hidrográficas também é apresentada, com o objetivo de mapear pequenos rios e córregos como um sistema único, sob a alegação de que um derramamento de óleo de pequenas proporções (ex. caminhão tanque = 20 mil litros) afetaria todo esse sistema. Nesta os trechos são classificados em três tipos (A, B e C) e mapeados de acordo com o comportamento e os efeitos do óleo no curso d'água, considerando o gradiente, a estabilidade da descarga e turbulência da água, tipologia do canal, correntes, substrato, vegetação e clima.

Para rios de maior porte a classificação baseia-se na geomorfologia e nos processos fluviais. Os dados sobre recursos biológicos e de uso humano são mapeados de forma pontual, como pictogramas, e não se restringem às espécies ameaçadas. Esses dados são focados em espécies associadas a água e a todo tipo de área alagada (vegetação ciliar, várzea e outros).

Os critérios e objetos encontrados no artigo sob a rede proposicional (**P**) são apresentados no Quadro 21.

Quadro 21 - Visualização dos resultados do artigo de Hayes; Michel; Dahlin (1995), obtidos pela decomposição da P, por meio da aplicação das diretrizes de extração.

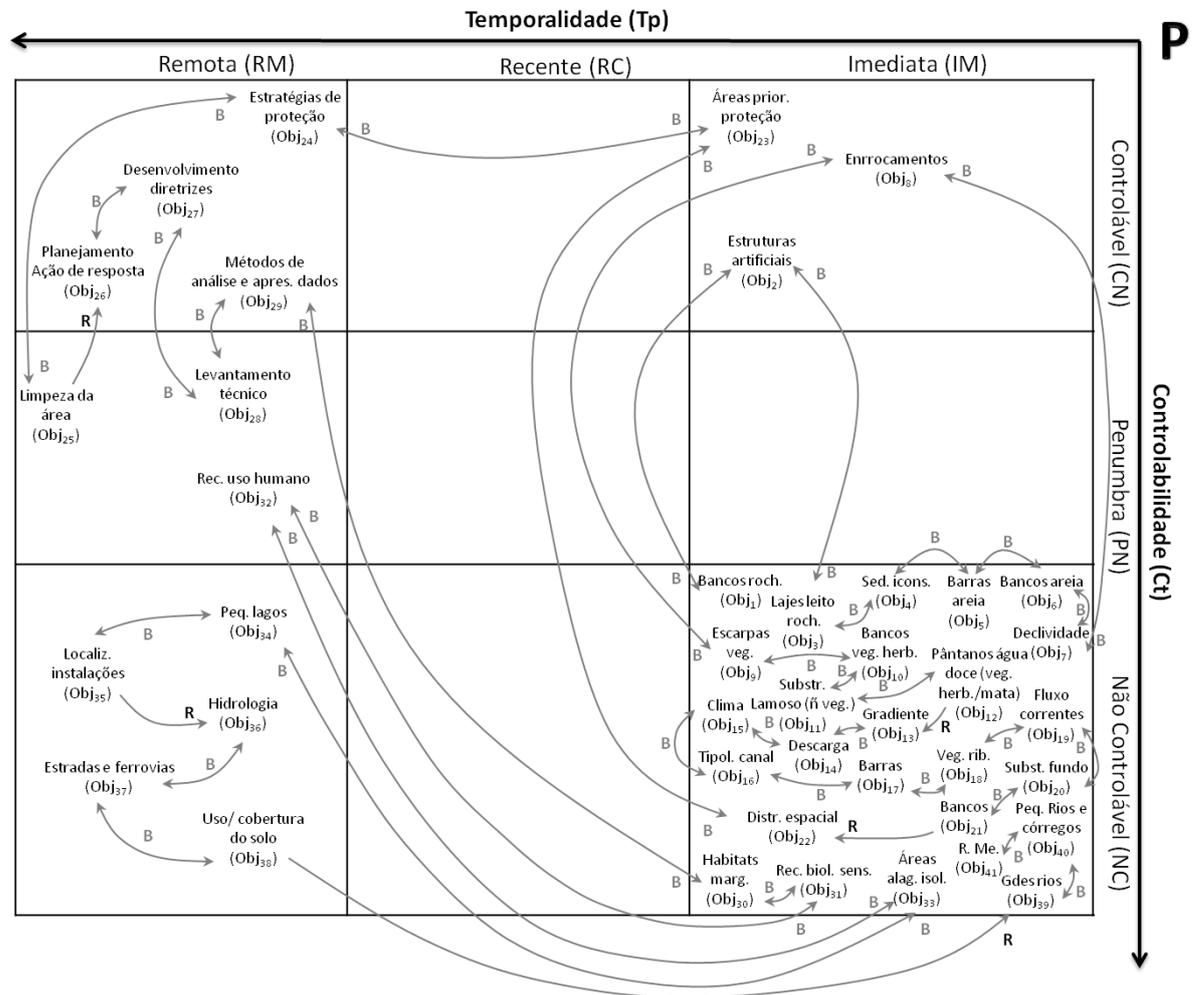
Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3
<p>C₁: aspectos físicos</p> <p>c₁ : Grandes rios</p> <p>Obj₁: bancos rochosos (expostos)</p> <p>Obj₂: estruturas artificiais (exposta/abrigada)</p> <p>Obj₃: lajes de leito rochoso</p> <p>Obj₄: margens em sedimentos inconsolidados (erodida)</p> <p>Obj₅: barras de areia</p> <p>Obj₆: bancos de areia</p> <p>Obj₇: declividade (baixa/alta - bancos, praias, escarpas)</p> <p>Obj₈: enrocamentos</p> <p>Obj₉: escarpas vegetadas</p> <p>Obj₁₀: bancos vegetados (herbáceas)</p> <p>Obj₁₁: substrato lamoso (não vegetado)</p> <p>Obj₁₂: pântanos de água doce (veg. herbácea/ veg. de mata)</p> <p>c_j : Geologia</p> <p>c₂ : Pequenos rios e córregos (Bacia</p>	<p>C₂ : Sensibilidade Ambiental ao Óleo</p> <p>c₃ : Planejamento de contingência</p> <p>Obj₂₂: distribuição espacial e temporal (recursos sensíveis)</p> <p>Obj₂₃: áreas prioritárias de proteção</p> <p>Obj₂₄: estratégias de proteção</p> <p>Obj₂₅: limpeza da área</p> <p>c₄ : Mapeamento de Sensibilidade</p> <p>Obj₂₆: planejamento e ação de resposta</p> <p>Obj₂₇: desenvolvimento de diretrizes (p/ descrição de habitats, espécies e elementos de uso humano)</p> <p>Obj₂₈: levantamento técnico (recursos naturais)</p> <p>Obj₂₉: métodos de análise e apresentação de dados</p> <p>Obj₃₀: habitats marginais</p> <p>Obj₃₁: recursos biológicos sensíveis</p> <p>Obj₃₂: recursos de uso humano</p> <p>Obj₃₃: áreas alagadas isoladas</p> <p>Obj₃₄: pequenos lagos</p>	<p>C₃: cursos fluviais</p> <p>c₆ : Tipos de rio</p> <p>Obj₃₉: grandes rios</p> <p>Obj₄₀ : pequenos rios e córregos (bacias hidrográficas)</p> <p>Obj₄₁: rio meandrante</p>

hidrográfica)	Obj₃₅ : localização das instalações (armazenamento de óleo)
Obj₁₃ : gradiente (inclinação)	c₅ : Mapeamento de base
Obj₁₄ : descarga (estabilidade)	Obj₃₆ : hidrologia
Obj₁₅ : clima (subtropical a temperado)	Obj₃₇ : estradas de ferro
Obj₁₆ : tipologia do canal (reto, meandrante, trançado)	Obj₃₈ : uso/cobertura do solo
Obj₁₇ : barras (areia/cascalho)	
Obj₁₈ : vegetação ribeirinha	
Obj₁₉ : fluxo de correntes (moderada/ forte)	
Obj₂₀ : substrato de fundo (areia grossa)	
Obj₂₁ : bancos (areia)	

O primeiro conceito identificado (aspectos físicos) pôde ser decomposto em três critérios distintos que foram identificados no artigo (Grandes rios, Geologia e Pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)) e revelaram 21 objetos. Nota-se que o critério identificado por c_j (Geologia), não houve a possibilidade de extrair qualquer objeto, pois os autores do artigo somente citaram a geologia como uma variável importante a ser considerada, mas não declararam qualquer componente da mesma. Portanto para esse critério não foi atribuído numeração, pois o mesmo não foi utilizado devido o MORPH analisar somente objetos. O segundo conceito (Sensibilidade Ambiental ao Óleo) foi decomposto em três critérios (Planejamento de contingência, Mapeamento de Sensibilidade e Mapeamento de base) que revelaram 17 objetos. O terceiro conceito (cursos fluviais) foi decomposto em apenas um critério (tipos de rio), em que 3 objetos foram revelados. Totalizando 41 objetos.

Após a extração dos objetos do artigo, os mesmos foram posicionados nos quadrantes do *frame*, de acordo com as regras de posicionamento (capítulos 3 e 4), como evidenciado na Figura 27, possibilitando uma visão geral, bem como sua leitura e interpretação.

Figura 27 - Representação do conhecimento do artigo de Hayes; Michel; Dahlin (1995), por meio do *frame* MORPH.



O *frame* MORPH possibilita a leitura de duas formas. A primeira consiste em uma leitura detalhada dos objetos aos pares, considerando seu posicionamento no *frame*, o relacionamento e a intensidade entre eles, como apresentado no Apêndice B. A segunda apresenta uma leitura e interpretação geral do *frame*.

A leitura e interpretação geral do *frame* evidencia que os objetos localizados no quadrante de maior valor, zona Controlável e Imediata são: **Obj₂** (estruturas artificiais), **Obj₂₃** (áreas prioritárias de proteção) e **Obj₈** (enrocamentos). Isso indica que estes são os aspectos físicos (**C₁**) de maior influência sobre a **P**. Ambos são encontrados em grandes rios e podem ser controlados por algum tipo de agente (ação antrópica ou natural), sendo que o resultado desta relação é de curto prazo. Tanto as estruturas artificiais quanto os enrocamentos apresentam uma relação de dependência com os objetos aos quais estão vinculados, sendo o **Obj₁** (bancos rochosos (expostos)) e **Obj₃** (lajes de leito rochoso) para as estruturas artificiais; e, **Obj₇** (declividade de bancos, praias e escarpas (baixa/alta)) e **Obj₉** (escarpas vegetadas)

para os enrocamentos. Esse relacionamento se deve ao fato dos objetos estarem no mesmo conceito C_1 e critério c_1 . Os objetos **1**, **3**, **7** e **9** também são aspectos físicos encontrados em grandes rios e não podem ser controlados, pois estão posicionados na zona de médio valor Não Controlável e Imediata.

No quadrante de médio valor, zona Não Controlável e Imediata estão localizados a maior parte dos aspectos físicos dos grandes rios **Obj₁** (bancos rochosos (expostos)), **Obj₃** (lajes de leito rochoso), **Obj₄** (margens erodidas em sedimentos inconsolidados), **Obj₅** (barras de areia), **Obj₆** (bancos de areia), **Obj₇** (declividade de bancos, praias e escarpas (baixa/alta)), **Obj₉** (escarpas vegetadas), **Obj₁₀** (bancos de vegetação herbácea), **Obj₁₁** (substrato lamoso (não vegetado)), **Obj₁₂** (pântanos de água doce (vegetação herbácea/ vegetação de mata)); todos os aspectos físicos que caracterizam os pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c_2) como **Obj₁₃** (gradiente (inclinação)), **Obj₁₄** (descarga (estabilidade)), **Obj₁₅** (clima (subtropical úmido a temperado)), **Obj₁₆** (tipologia do canal (reto, meandrante, trançado)), **Obj₁₇** (barras (areia/cascalho)), **Obj₁₈** (vegetação ribeirinha), **Obj₁₉** (fluxo de correntes (moderado/forte)), **Obj₂₀** (substrato de fundo (areia grossa)), **Obj₂₁** (Bancos (areia)); apenas um componente da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C_2) para o Planejamento de contingência (c_2) o **Obj₂₂** (distribuição espacial e temporal dos recursos sensíveis); parte dos componentes da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C_2) para o Mapeamento da Sensibilidade Ambiental, como **Obj₃₀** (habitats marginais), **Obj₃₁** (recursos biológicos sensíveis) e **Obj₃₃** (áreas alagadas isoladas); e todos os tipos de rios (c_3) dos cursos fluviais (C_2) como **Obj₃₉** (grandes rios), **Obj₄₀** (pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)) e **Obj₄₁** (rio meandrante). É possível afirmar, devido ao posicionamento desses objetos, que certamente essas relações não produzirão resultado a curto prazo, pois são aspectos físicos naturais que não podem ser controlados pelo homem, mas podem sofrer mudanças a longo prazo devido à dinâmica dos sistemas fluviais e ações antrópicas.

Os aspectos físicos dos grandes rios e dos pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica), os componentes da Sensibilidade Ambiental ao Óleo para o planejamento de contingência e para o mapeamento de sensibilidade ambiental, posicionados no quadrante da zona Não Controlável e Imediata, apresentam uma relação de dependência. Porém os **Obj₁₃** (gradiente (inclinação)) e **Obj₂₁** (bancos (areia)) são componentes de grande relevância nesse sistema, pois o gradiente é reforçado pelos pântanos de água doce (**Obj₁₃**), afetando-os diretamente e os bancos (areia) reforçam a distribuição espacial e temporal dos recursos sensíveis (**Obj₂₂**), afetando-a diretamente, ou seja, qualquer alteração (antrópica ou natural) desses componentes de reforço modificará a situação dos objetos aos quais se relacionam.

Os objetos da zona Não Controlável e Imediata, também se relacionam com objetos posicionados em outros três quadrantes: zona Não Controlável (NC) x Remota (RM), zona Penumbra (PN) x Remota (RM), zona Controlável (CN) x Remota (RM).

No quadrante NC x RM, quase todos os objetos se encontram em uma situação de dependência, pois estão no mesmo critério e conceito, este é o caso do **Obj₃₄** (pequenos lagos) e **Obj₃₅** (localização das instalações) que são componentes da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (**C₂**) para o mapeamento de sensibilidade ambiental (**c₄**) e do **Obj₃₆** (hidrologia), **Obj₃₇** (estradas e ferrovias), **Obj₃₈** (uso/cobertura do solo), que são componentes da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (**C₂**) para o mapeamento de base (**c₅**). Porém, a localização das instalações mantém uma relação de reforço com a hidrologia, onde a localização das instalações afeta diretamente a hidrologia. Para este quadrante não é possível esperar dessas relações qualquer resultado a longo prazo. O uso/cobertura do solo também mantém uma relação de reforço, mas com o **Obj₃₉** (grandes rios) posicionado no quadrante NC x IM, sendo possível inferir que o uso/cobertura do solo afeta diretamente os grandes rios.

Os objetos posicionados no quadrante PN x RM **Obj₂₅** (limpeza da área), **Obj₂₈** (levantamento técnico dos recursos naturais), **Obj₃₂** (recursos de uso humano) estão em uma área de incerteza, onde é possível afirmar que as relações não produzirão qualquer resultado a longo prazo, a não ser que haja interferência de um outro objeto externo ao sistema. Entretanto esses objetos não apresentam relações entre si, somente com objetos de outros quadrantes, como é o caso dos recursos de uso humano que apresenta uma relação de dependência com o **Obj₃₁** (recursos biológicos sensíveis) e **Obj₃₂** (áreas isoladas alagadas), ambos posicionados no quadrante NC x IM. Também é o caso do levantamento técnico dos recursos naturais que se relaciona de forma dependente com **Obj₂₉** (métodos de análise e apresentação dos dados) e **Obj₂₇** (desenvolvimento de diretrizes para descrição de habitats, espécies e elementos de uso humano) do quadrante RM x IM; e da limpeza da área que se relaciona de forma dependente com **Obj₂₄** (estratégias de proteção), porém apresenta uma relação de reforço com **Obj₂₆** (planejamento e ação de resposta), evidenciando que qualquer alteração na limpeza da área afetará diretamente o planejamento e ação de resposta.

Com base na análise da presente pesquisa sobre o sistema delineado pelos autores é possível verificar a presença de 35 relações de equilíbrio mútuo (dependência) e 5 relações de reforço, em que o objeto causa afeta diretamente o objeto efeito. Diante disso, as relações de dependência caracterizam uma situação de reciprocidade entre os objetos, de modo que

não há consumo de energia e as trocas são realizadas buscando o equilíbrio constante. Entretanto as relações de reforço podem ser consideradas como as mais importantes do sistema, pois são elas as responsáveis por alavancar mudanças expressivas que influenciam a **P**, como: pântanos de água doce, gradiente, bancos de areia, distribuição espacial e temporal dos recursos sensíveis, limpeza da área, localização das instalações, mapeamento da hidrologia e grandes rios.

Para que haja uma melhor compreensão sobre essas relações de reforço, as mesmas estão apresentadas a seguir:

- Os pântanos de água doce afetam diretamente o gradiente (inclinação): essa relação aparece dessa forma, pois trata da ordem com que esses objetos foram apresentados no artigo e extraídos. Na realidade a mesma ocorre de forma inversa, pois o gradiente, quando baixo, cria condições para a existência de pântanos. Estes geralmente ocorrem nas planícies de inundação (planícies aluviais), onde a corrente do rio é mais lenta (devido ao baixo gradiente), o que contribui para a deposição de material, elevando o leito do rio. Com isso, onde a declividade das margens são menores, há o transbordamento das águas do curso fluvial, originando as planícies aluviais.
- Os bancos (areia) afetam diretamente a distribuição espacial e temporal dos recursos sensíveis: os bancos de areia são regiões preferenciais de acúmulo de microorganismos. Esses são ambientes propícios ao desenvolvimento da biota e em alguns casos também servem como áreas de reprodução e proteção de peixes e outras espécies, bem como áreas de alimentação e nidificação de pássaros e outras espécies. Tais ambientes, quando possuem grandes dimensões, podem ser utilizados também como áreas de recreação e de uso humano. Tanto os recursos biológicos, quanto os de uso humano são recursos sensíveis.
- A limpeza da área afeta diretamente o planejamento e ação de resposta: essa relação indica que a forma como a limpeza será realizada (procedimentos técnicos de limpeza) define a ação de resposta.
- A localização das instalações (armazenamento de petróleo) afeta diretamente a hidrologia (mapeamento): a localização das instalações é um componente importante da avaliação de riscos, portanto essas devem estar pontuadas no mapeamento da hidrologia juntamente com os níveis de inundação para que se tenha conhecimento sobre o potencial de inundação.

- O uso/cobertura do solo afeta diretamente os grandes rios: o uso do solo altera a proteção das vertentes e a quantidade de sedimentos que chegam aos rios. Com isso tem-se uma mudança na dinâmica fluvial.

Os objetos "estruturas artificiais" e "enrocamentos" localizados na zona Controlável e Imediata são identificados como os aspectos físicos de maior influência sobre a **P**, porém eles devem ser compreendidos não como os mais importantes do sistema, mas sim como os objetos mais suscetíveis a mudanças a curto prazo, pois são construções feitas pelo homem, diferente dos demais aspectos físicos naturais localizados no quadrante Não Controlável e Imediata, em que as mudanças ocorrem sem interferência humana direta e certamente não acontecem a curto prazo. Outro objeto que se encontra nesse mesmo quadrante CN x IM são as áreas prioritárias de proteção que além de manter grande influência sobre a **P**, devem ser compreendido como o objeto prioritário para o planejamento de contingência que subsidia a avaliação da sensibilidade ambiental ao óleo.

Cabe salientar que os objetos conceituais estão posicionados em uma área de incerteza (Penumbra), pois é possível controlá-los de forma parcial. Um exemplo é a limpeza da área, em que a mesma só poderá ser definida após a contaminação do ambiente, onde será possível delimitar as estratégias e os materiais a serem utilizados. Outro exemplo é o levantamento técnico dos recursos naturais, pois este depende muitas vezes de dados secundários fornecidos por órgãos públicos ou instituições de pesquisas, que nem sempre os disponibilizam. O mesmo ocorre com os recursos de uso humano, onde se houver um vazamento de óleo não há certeza se esses serão afetados. Esses conceitos representam a incerteza do autor, onde os objetos só sofrerão alteração se houver modificação dos objetos aos quais estão interligados e certamente ocorrerão a longo prazo.

Outro quadrante que apresenta objetos conceituais é o Controlável e Remota, em que esses podem ser controlados, mas seus resultados só ocorrerão a longo prazo como é o caso do desenvolvimento de estratégias de proteção; o desenvolvimento de diretrizes para descrição de habitats, espécies e elementos de uso humano; o planejamento e ação de resposta; e os métodos de análise e apresentação de dados, pois para desenvolvê-los há necessidade de estudo aprofundado das informações primárias e secundárias associadas, o que demanda longo tempo para sua realização.

Os pequenos lagos, a localização das instalações, o mapeamento da hidrologia, o mapeamento das estradas e ferrovias e o mapeamento de uso e cobertura do solo são

informações consideradas como secundárias pelo autor, por isso se encontram no quadrante Não Controlável e Remota.

Cabe ressaltar que a constituição do *frame* representa a rede proposicional definida (Quais os aspectos físicos utilizados para avaliar a sensibilidade ambiental ao óleo em cursos fluviais?), por isso os objetos se encontram nas posições apresentadas. No entanto, para a extração de informações em outra perspectiva é necessário a elaboração de uma nova rede proposicional que possibilite outras conclusões.

Com isso, o *frame* se apresenta como uma ferramenta que amplia a possibilidade de tomada de decisão com base no conhecimento evidenciado. Este pode ser utilizado por especialistas para sugerir modificações dentro do sistema. Para que algo possa ser modificado, será necessário inserir novas variáveis ou refinar os processos metodológicos para que se obtenha um retorno maior do que já existe dentro do mesmo.

5.2.2. Agente textual 2: The Reach Sensitivity Index (RSI) for mapping rivers and streams. Hayes; Michel; Montello (1997)

O artigo trata de uma proposta para a classificação de rios e córregos de duas regiões do sudeste dos Estados Unidos, os rios localizados no piemonte, que apresentam maior gradiente e descarga; e os rios de planície costeira, que apresentam áreas alagadas associadas em maior abundância. Essa classificação utiliza uma escala que atribui o grau de sensibilidade de um ambiente ao óleo, apresentando variação de 1 a 10 (10 maior sensibilidade). As áreas alagáveis mais sensíveis identificadas são os pântanos e as menos sensíveis são áreas adjacentes aos córregos que apresentam grande descarga e que foram recentemente erguidos pela atividade tectônica.

Esta abordagem baseia-se em dois critérios primários, onde o primeiro corresponde a dificuldade em conter ou recuperar a área afetada pelo óleo; e o segundo, a sensibilidade (como a área é afetada pelo óleo) e a vulnerabilidade (potencial de exposição ao óleo) das áreas alagáveis associadas aos cursos d'água.

O índice avalia 6 fatores fundamentais relacionados à contenção e recuperação do óleo como: a navegabilidade, os padrões de drenagem, tamanho do canal, ocorrência de pontos de coleta de óleo adequados, fugas e bifurcações e tempo de residência do óleo.

Os critérios e objetos encontrados no artigo sob a rede proposicional (**P**) são apresentados no Quadro 22.

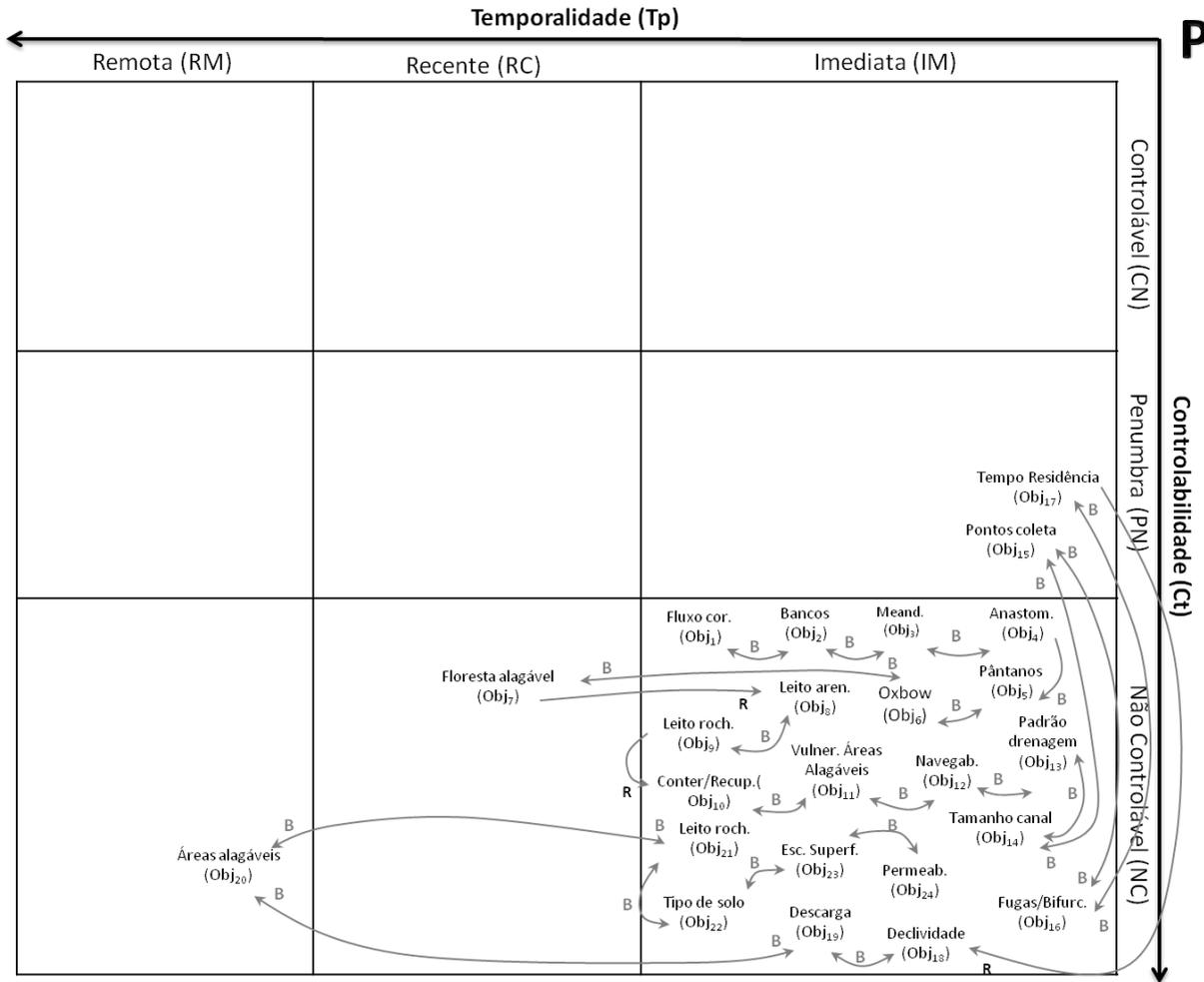
Quadro 22 - Visualização dos resultados do artigo de Hayes; Michel; Montello (1997), obtidos pela aplicação das diretrizes de extração.

Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3
C₁: aspectos físicos c_j : Navegabilidade c₁ : Padrão de drenagem Obj₁ : fluxo da corrente Obj₂ : bancos (areia/argila) Obj₃ : canal meandrante Obj₄ : canal anastomosado c₂ : Áreas alagáveis Obj₅ : pântanos Obj₆ : Oxbow lakes (lagos de meandros abandonados) Obj₇ : Floresta superior alagável (Bottomland Hardwoods superior) c₃ : Leito do rio Obj₈ : leito arenoso Obj₉ : leito rochoso	C₂ : Sensibilidade Ambiental ao Óleo c₄ : <i>Reach Sensitivity Index</i> - RSI Obj₁₀ : dificuldade em conter e recuperar o óleo Obj₁₁ : vulnerabilidade das áreas alagáveis Obj₁₂ : navegabilidade Obj₁₃ : padrão de drenagem Obj₁₄ : tamanho do canal Obj₁₅ : pontos de coleta Obj₁₆ : fugas e bifurcações Obj₁₇ : tempo de residência do óleo	C₃: cursos fluviais c₅ : Tipos de rio Obj₁₈ : declividade Obj₁₉ : descarga Obj₂₀ : áreas alagáveis Obj₂₁ : leito rochoso Obj₂₂ : tipo de solo Obj₂₃ : escoamento superficial Obj₂₄ : permeabilidade

O primeiro conceito (aspectos físicos) pôde ser decomposto em quatro critérios distintos identificados no artigo (Navegabilidade, Padrão de drenagem, Áreas alagáveis e Leito rochoso), esses revelaram 9 objetos. Nota-se que o critério identificado por **c_j** (Navegabilidade) não houve a possibilidade de extrair qualquer objeto, pois os autores do artigo somente citaram a navegabilidade como uma variável importante a ser considerada, mas não declararam qualquer componente da mesma. Portanto para esse critério não foi atribuído numeração, pois o mesmo não foi utilizado. O segundo conceito (Sensibilidade Ambiental ao Óleo) foi decomposto em apenas um critério (*Reach Sensitivity Index* - RSI) que revelou 8 objetos. O terceiro conceito (cursos fluviais) foi decomposto em um critério (tipos de rio), em que 7 objetos foram revelados. Totalizando 24 objetos.

Após a extração dos objetos do artigo, se obteve o *frame* como evidenciado na Figura 28, possibilitando a visão geral, bem como sua leitura e interpretação.

Figura 28 - Representação do conhecimento do artigo de Hayes; Michel; Montello (1997), por meio do frame MORPH.



A leitura detalhada dos objetos aos pares, é apresentada no Apêndice B.

A leitura geral do *frame* aponta que os objetos localizados no quadrante de maior valor estão posicionados na zona Não Controlável (NC) x Imediata (IM), em um total de 20 objetos, dos quais o **Obj₁** (fluxo da corrente), **Obj₂** (bancos (areia/argila)), **Obj₃** (canal meandrante) e **Obj₄** (canal anastomosado) são aspectos físicos (**C₁**) do padrão de drenagem (**c₁**); o **Obj₅** (Pântanos) e **Obj₆** (Oxbow lakes (lagos de meandros abandonados)) são aspectos físicos (**C₁**) das áreas alagáveis (**c₂**); o **Obj₈** (leito arenoso) e **Obj₉** (leito rochoso) também são aspectos físicos (**C₁**), porém do leito do rio (**c₃**); o **Obj₁₀** (dificuldade em conter e recuperar o óleo), **Obj₁₁** (vulnerabilidade das áreas alagáveis), **Obj₁₂** (navegabilidade), **Obj₁₃** (Padrão de drenagem), **Obj₁₄** (tamanho do canal) e **Obj₁₆** (fugas e bifurcações) são componentes da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (**C₂**) do *Reach Sensitivity Index* - RSI (**c₄**); e o **Obj₁₈** (declividade), **Obj₁₉** (descarga), **Obj₂₁** (leito rochoso), **Obj₂₂** (tipo de solo), **Obj₂₃** (escoamento superficial) e **Obj₂₄** (permeabilidade) são componentes dos cursos fluviais (**C₃**)

do tipo de rio (**c₅**). O posicionamento nesse quadrante assegura que essas relações não produzirão resultado a curto prazo.

Grande parte dos objetos posicionados no quadrante NC x IM apresentam relações de dependência, exceto o **Obj₄** (canal anastomosado) que apresenta uma relação de equilíbrio, afetando de forma proporcional o **Obj₅** (pântanos); e o **Obj₉** (leito rochoso) que apresenta uma relação de reforço com o **Obj₁₀** (dificuldade em conter e recuperar o óleo), ou seja, qualquer ação sobre o leito rochoso afetará a contenção e recuperação do óleo. Esses são os objetos considerados de maior relevância no quadrante.

Os objetos da zona Não Controlável x Imediata, também se relacionam com objetos posicionados em outros dois quadrantes: zona Não Controlável (NC) x Remota (RM) e zona Penumbra (PN) x Imediata (IM).

O **Obj₂₀** (áreas alagáveis) que é componente dos cursos fluviais (**C₃**) do tipo de rio (**c₅**) está alocado na zona de médio valor Não Controlável x Remota, o que evidencia a certeza de que não é possível esperar qualquer resultado futuro dessa relação, pois não há influência direta sobre a **P**. Esse objeto se relaciona de forma dependente com outros dois objetos, o **Obj₁₉** (descarga) e o **Obj₂₁** (leito rochoso) posicionados no quadrante NC x IM.

No quadrante PN x IM, área de incerteza do *frame*, onde talvez o resultado ocorra a curto prazo, se encontram dois objetos: o **Obj₁₅** (pontos de coleta de óleo) e **Obj₁₇** (tempo de residência do óleo). Ambos são componentes da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (**C₂**) do *Reach Sensitivity Index - RSI* (**c₄**), estes se relacionam com objetos posicionados no quadrante NC x IM. Os pontos de coleta de óleo estabelecem uma relação de dependência com o **Obj₁₄** (tamanho do canal) e **Obj₁₆** (fugas e bifurcações); o tempo de residência do óleo se encontra em uma relação de dependência com o **Obj₁₆** (fugas e bifurcações), porém apresenta uma relação de reforço com o **Obj₁₈** (declividade), de modo que o tempo de residência do óleo afeta diretamente a declividade .

Diante do exposto é possível verificar a presença de 19 relações de dependência, 3 relações de reforço e 1 relação de equilíbrio, em que o objeto causa afeta proporcionalmente o objeto efeito. Como observado no artigo anterior, as relações de dependência caracterizam uma situação de reciprocidade entre os objetos e as relações de reforço alavancam mudanças no sistema. No entanto as relações de equilíbrio ocorrem de forma proporcional, a medida que o objeto causa varia, o objeto efeito também varia na mesma proporção. Esse é o caso da relação entre o canal anastomosado e os pântanos.

O sistema delineado pelos autores não apresenta objetos posicionados no quadrante Controlável e Imediata, que seriam objetos suscetíveis a mudanças a curto prazo. Entretanto apresenta muitos objetos posicionados no quadrante Não Controlável e Imediata, estes são em grande parte aspectos físicos naturais, onde as mudanças ocorrem sem interferência humana direta e certamente não acontecem a curto prazo. Somente três objetos deste quadrante não integram os aspectos físicos, como: a dificuldade em conter e recuperar o óleo que é um componente de avaliação da sensibilidade ambiental ao óleo; a vulnerabilidade das áreas alagáveis, que indicam o potencial de exposição ao óleo dessas áreas; e a navegabilidade, que consiste em identificar características que viabilizem acesso aos cursos fluviais. Esses objetos dependem de outros aspectos físicos para que seja possível defini-los, por isso ocupam essa posição.

As relações de reforço, consideradas as mais expressivas do sistema em relação a **P**, são: floresta superior alagável, leito arenoso, leito rochoso, dificuldade em conter e recuperar o óleo, tempo de residência do óleo e declividade. Para que seja possível compreender essas relações, as mesmas são apresentadas a seguir:

- A floresta superior alagável (*upper Bottomland Hardwoods*) afeta diretamente o leito arenoso: esta relação pode ocorrer quando a matéria orgânica da floresta migra para o leito fluvial sendo capaz de alterar a granulometria do material.
- O leito rochoso afeta diretamente a dificuldade em conter e recuperar o óleo: estruturas rochosas fraturadas dificultam a limpeza, pois a penetração do óleo através dessas pode inviabilizar sua contenção e recuperação.
- O tempo de residência do óleo afeta diretamente a declividade: essa relação foi apresentada nessa ordem, pois foi como surgiu no artigo, mas na realidade ocorre de forma oposta, pois o grau de declividade define a frequência de exposição das feições à ação das correntes fluviais, onde esta determina o tempo de residência do óleo.

Os objetos posicionados em área de incerteza (Penumbra), passíveis de controle parcial são: os pontos de coleta do óleo e o tempo de residência do óleo. Ambos ocupam essa posição pois representam a incerteza do autor, visto que estes dependem da ação de outros objetos para que sejam modificados. Os pontos de coleta de óleo, por exemplo, consideram locais onde o óleo poderá ser desviado para que seja recuperado; isso só pode ser determinado após um vazamento de óleo e de acordo com as feições presentes na área contaminada. Esses dois objetos por também estarem posicionados no quadrante Imediata, indica que qualquer resultado que possa ocorrer, será a curto prazo.

A floresta superior alagável se encontra no quadrante Recente e Não Controlável, pois de acordo com os autores, dentre as áreas expostas a inundações, esta apresenta menor vulnerabilidade. Além disso, não pode ser controlada e modificada a médio prazo, pois se trata de um aspecto físico natural. Porém as área alagáveis posicionada no quadrante Não Controlável e Remota, ocupa essa posição pois também é um aspecto físico natural que não pode ser controlada pelo homem, mas pode sofrer mudanças a longo prazo devido a dinâmica erosiva e deposicional natural dos sistemas fluviais.

Contudo, para o especialista tomador de decisão, a melhor forma de alterar o presente sistema seria propor ações que possam alocar objetos de áreas de incerteza para zonas de certeza positiva ou negativa.

5.2.3. Agente textual 3: Mapas de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo: Ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Araújo; Silva; Muehe (2006)

Trata-se de uma metodologia de mapeamento das feições fluviais amazônicas, desenvolvida para a Petrobras, no ano de 2001. Essa se baseou na proposta do MMA para ambientes costeiros, que desenvolveu um índice de sensibilidade com classificação de 1 a 10 (1 menor sensibilidade e 10 maior).

A metodologia apresentou uma hierarquização de feições fluviais presentes em rios amazônicos de grande porte, considerando o comportamento do óleo e a facilidade de limpeza do ambiente, bem como os aspectos encontrados no canal, nas planícies fluviais e nas feições de transição entre o canal e a planície, tais como: o tipo de substrato, a permeabilidade, mobilidade e condições de tráfego, declividade, grau de exposição ao hidrodinamismo, produtividade e sensibilidade biológicas. Os recursos biológicos também foram mapeados de forma pontual, com figuras pictóricas. As áreas de maior concentração de espécies, as fases ou atividades mais sensíveis do ciclo de vida, bem como as espécies endêmicas e protegidas por lei foram identificadas por polígonos.

Os critérios e objetos encontrados no artigo sob a rede proposicional (**P**) são apresentados no Quadro 23.

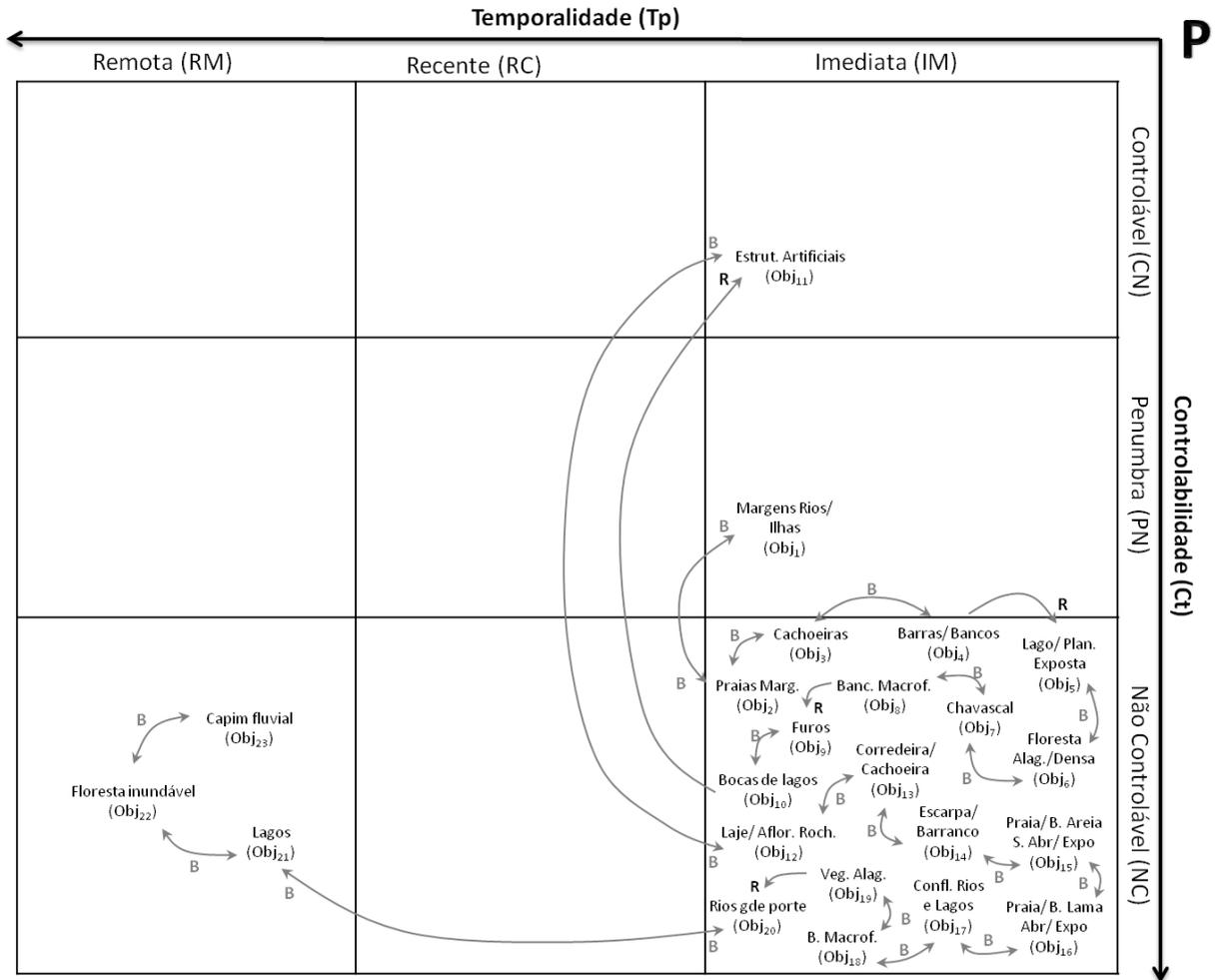
Quadro 23 - Visualização dos resultados do artigo de Araújo; Silva; Muehe (2006), obtidos pela aplicação das diretrizes de extração.

Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3
<p>C₁: aspectos físicos</p> <p>c₁ : Canal fluvial</p> <p>Obj₁: margens de rios e ilhas</p> <p>Obj₂: praias de margens</p> <p>Obj₃: cachoeiras</p> <p>Obj₄: barras ou bancos fluviais (bancos de areia ou praias formadas no meio do rio isoladas da margem)</p> <p>c₂ : Planícies fluviais</p> <p>Obj₅: lago/ planície exposta</p> <p>Obj₆: floresta alagável/ densa</p> <p>Obj₇: chavascal (densidade florestal menor)</p> <p>Obj₈: banco de macrófitas (herbáceas ou gramíneas)/ planície exposta</p> <p>c₃ : Feições de transição</p> <p>Obj₉: furos</p> <p>Obj₁₀: bocas de lagos</p>	<p>C₂ : Sensibilidade Ambiental ao Óleo</p> <p>c₄ : Feições fluviais</p> <p>Obj₁₁: estruturas artificiais</p> <p>Obj₁₂: laje ou afloramento rochoso</p> <p>Obj₁₃: corredeira/ cachoeiras</p> <p>Obj₁₄: escarpa/ barranco</p> <p>Obj₁₅: praia ou banco de areia/ seixo exposta/ abrigada</p> <p>Obj₁₆: praia ou banco de lama/ exposta/ abrigada</p> <p>Obj₁₇: zona de confluência de rios e lagos</p> <p>Obj₁₈: banco de macrófitas aquáticas</p> <p>Obj₁₉: vegetação alagada (igapó, várzea, chavascal, campo etc.)</p>	<p>C₃: cursos fluviais</p> <p>c₅ : Rios amazônicos</p> <p>Obj₂₀: rios de grande porte</p> <p>Obj₂₁: lagos</p> <p>Obj₂₂: floresta inundável</p> <p>Obj₂₃: capim fluvial</p>

O primeiro conceito (aspectos físicos) pôde ser decomposto em três critérios distintos identificados no texto (Canal fluvial, Planícies fluviais e Feições de transição), esses revelaram 10 objetos. O segundo conceito (Sensibilidade Ambiental ao Óleo) foi decomposto em apenas um critério (Feições fluviais) que revelou 9 objetos. O terceiro conceito (cursos fluviais) foi decomposto em um único critério (Rios amazônicos), revelando 4 objetos. O que totalizou 23 objetos.

Após a extração dos objetos do texto, se obteve o *frame* como evidenciado na Figura 29, possibilitando a visão geral, bem como sua leitura e interpretação.

Figura 29 - Representação do conhecimento do artigo de Araújo; Silva; Muehe (2006), por meio do frame MORPH.



A leitura detalhada dos objetos aos pares, é apresentada no Apêndice B.

A leitura e interpretação geral do *frame* evidencia apenas um objeto no quadrante de maior valor, zona Controlável (CN) x Imediata (IM), o **Obj₁₁** (estruturas artificiais). Este é componente da Sensibilidade Ambiental (**C₂**) ao Óleo que caracteriza as feições fluviais (**c₄**) e devido ao seu posicionamento, revela ter maior influência sobre a **P**.

As estruturas artificiais se relacionam com outros dois objetos posicionados no quadrante de médio valor, zona Não Controlável (NC) x Imediata (IM), onde mantém uma relação de dependência com o **Obj₁₂** (laje ou afloramento rochoso) e uma relação de reforço com o **Obj₁₀** (bocas de lagos), de modo que as estruturas artificiais são afetadas diretamente pelas bocas de lagos.

No quadrante NC x IM outros 18 objetos estão posicionados e quase todos se encontram em uma situação de dependência, pois estão no mesmo critério e conceito, este é o caso do **Obj₂** (praias de margens), **Obj₃** (cachoeiras) e **Obj₄** (barras ou bancos fluviais) que

são aspectos físicos (C_1) do canal fluvial (c_1). Porém este último mantém uma relação de reforço com o **Obj₅** (lago/planície exposta) que também é um aspecto físico, mas das planícies fluviais (c_1), de modo que as barras ou bancos fluviais afetam diretamente o lago/planície exposta. Os outros objetos desse mesmo quadrante que mantém uma relação de dependência são: **Obj₅** (lago/planície exposta), **Obj₆** (floresta alagável), **Obj₇** (chavascal) e **Obj₈** (banco de macrófitas/ planície exposta) que são aspectos físicos (C_1) das planícies fluviais (c_2); **Obj₉** (furos) e **Obj₁₀** (bocas de lagos) que são aspectos físicos (C_1) das feições de transição (c_3); **Obj₁₂** (laje ou afloramento rochoso), **Obj₁₃** (corredeira/cachoeiras), **Obj₁₄** (escarpa/barranco), **Obj₁₅** (praia ou banco de areia/seixo exposta/abrigada), **Obj₁₆** (praia ou banco de lama exposto/abrigado), **Obj₁₇** (zona de confluência de rios e lagos), **Obj₁₈** (banco de macrófitas aquáticas) e **Obj₁₉** (vegetação alagada) que são componentes da Sensibilidade Ambiental (C_2) ao Óleo e caracterizam as feições fluviais (c_4); e **Obj₂₀** (grande porte) dos cursos fluviais (C_3) dos rios amazônicos (c_5). A localização nesse quadrante indica que certamente as relações não produzirão resultado a curto prazo.

Os objetos do quadrante NC x IM que mantém relações de reforço são os mais relevantes para o sistema, pois esses afetam diretamente o objeto ao qual está relacionado, como o **Obj₄** (barras ou bancos fluviais) que afeta diretamente o **Obj₅** (lago/planície exposta); o **Obj₈** (banco de macrófitas/planície exposta) que afeta diretamente o **Obj₉** (furos); e **Obj₁₉** (vegetação alagada) que afeta diretamente o **Obj₂₀** (grande porte).

Nota-se também que os objetos do quadrante citado (NC x IM) se relacionam com objetos posicionados no quadrante Não Controlável (NC) x Remota (RM), onde é possível afirmar que as relações estabelecidas não irão gerar qualquer resultado a longo prazo; e no quadrante Penumbra (PN) x Imediato (IM), área de incerteza do *frame*, onde talvez algum resultado ocorra a curto prazo.

No quadrante NC x RM estão posicionados o **Obj₂₁** (lagos), **Obj₂₂** (floresta inundável) e **Obj₂₃** (capim fluvial) que mantém relações de dependência e são características de cursos fluviais (C_3) dos rios amazônicos (c_5). Cabe ressaltar que o **Obj₂₁** (lagos) também mantém uma relação de dependência, porém com o **Obj₂₀** (grande porte) posicionado no quadrante NC x IM.

O **Obj₁** (margens de rios e ilhas) é o único objeto localizado no quadrante de baixo valor, zona PN x IM, este mantém uma relação de reforço com o **Obj₂** (praias de margens) posicionado no quadrante NC x IM.

De acordo com o sistema apresentado é possível verificar a presença de 18 relações de dependência e 4 relações de reforço. Lembrando que as relações de dependência caracterizam uma situação de reciprocidade entre os objetos e as relações de reforço alavancam mudanças no sistema.

Referenciando as relações de reforço os objetos são: barras ou bancos fluviais (bancos de areia ou praias formadas no meio do rio isoladas da margem), lago/planície exposta, banco de macrófitas (herbácea ou gramíneas)/planície exposta, furos, bocas de lagos, estruturas artificiais, vegetação alagada e grande porte. Para que haja uma melhor compreensão sobre essas relações de reforço, as mesmas estão apresentadas a seguir:

- As barras ou bancos fluviais (bancos de areia ou praias formadas no meio do rio isoladas das margens) afetam diretamente o lago/ planície exposta: no caso dessa relação as barras ou bancos podem ser consideradas como ilhas, que após sua constituição, a mesma interfere na energia do rio, diminuindo-a, o que proporciona um aumento na deposição da planície.
- O banco de macrófitas (herbáceas ou gramíneas)/planície exposta afeta diretamente os furos: essa relação poderia ocorrer caso o banco de macrófitas esteja localizado onde os furos ocorrem, tais furos poderiam ter a passagem de água afetada pelo banco.
- As bocas de lago afetam diretamente as estruturas artificiais: Na verdade essa relação pode ocorrer de forma inversa, mas depende do tipo de estrutura artificial presente no local.

O objeto "estruturas artificiais" localizado na zona Controlável e Imediata é identificado como o aspecto físico de maior influência sobre a **P**, pois é o objeto mais suscetível a mudanças a curto prazo, pois trata de construções feitas pelo homem, diferente dos demais aspectos físicos naturais localizados no quadrante Não Controlável e Imediata, em que as mudanças ocorrem sem interferência humana direta e certamente não acontecem a curto prazo.

A área de incerteza (Penumbra) apresenta apenas um objeto "margens de rios e ilhas", este ocupa essa posição pois representam a incerteza do autor e pode ser parcialmente controlado, visto que este objeto depende da ação de outros objetos para ser modificado. Cabe salientar que os objetos que ocupam esse quadrante podem mudar seu posicionamento mediante ações externas ao sistema que o conduzam a áreas de certeza (positiva ou negativa).

Os objetos "lagos", "floresta inundável" e "capim fluvial" ocupam o quadrante Não Controlável e Remota, pois se tratam de aspectos físicos naturais que não podem ser

controlados pelo homem, e certamente mudanças não podem ser observadas nesses ambientes a longo prazo, mas isso não quer dizer não possa haver mudanças a médio e curto prazo.

Considerando o *frame* como uma ferramenta para a tomada de decisão utilizada por especialistas, modificações podem ser sugeridas dentro do sistema inserindo novas variáveis ou refinando os processos metodológicos para que se obtenha um retorno maior do que já existe dentro do mesmo.

5.2.4. Agente textual 4: Mapeamento da Sensibilidade Ambiental à Derrames de Óleo nos Cursos de Água da Bacia do Rio Canhanduba, Itajaí, SC (FERREIRA; BEAUMORD, 2008)

O artigo trata de uma metodologia de mapeamento para cursos fluviais da bacia do rio Canhanduba, localizado em Santa Catarina, que apresentou um índice de sensibilidade com variação de 1 a 10 (10 maior sensibilidade) adaptado do manual do MMA de 2002, para ambientes costeiros.

A classificação da sensibilidade dos ambientes fluviais foi baseada nas características geomorfológicas das feições marginais, e das características das margens fluviais relacionadas aos aspectos bióticos e de uso e ocupação. Com isso, componentes como: correntes fluviais; profundidade e largura média do trecho; existência de bancos de areia; substrato de fundo; altura média do trecho; declividade da margem; tipo de substrato da margem; tipo de vegetação e fauna associada; e intervenções antropogênicas (uso e ocupação), foram consideradas para determinar a sensibilidade.

O artigo também apresentou um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental de rios e riachos, com o intuito de levantar dados como substratos de fundo, complexidade do habitat, qualidade dos remansos, estabilidade e proteção dos barrancos e a cobertura vegetal da área, para subsidiar diagnósticos ambientais. Tais diagnósticos foram considerados necessários para o sucesso de programas de preservação e recuperação de ecossistemas fluviais.

Os critérios e objetos encontrados no artigo sob a rede proposicional (**P**) são apresentados no Quadro 24.

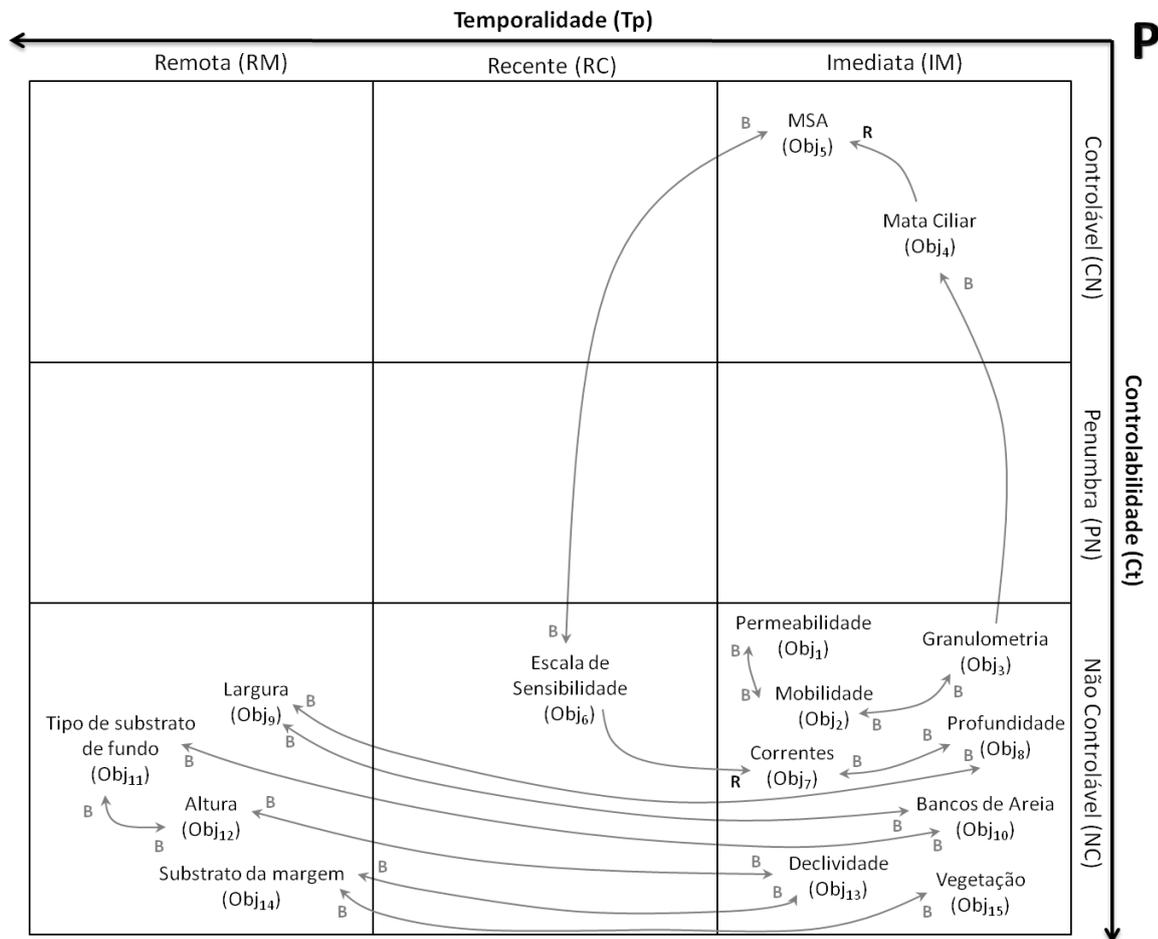
Quadro 24 - Visualização dos resultados do artigo de Ferreira; Beaumord (2008), obtidos pela aplicação das diretrizes.

Conceito 1	Conceito 2	Conceito 3
C₁ : aspectos físicos	C₂ : Sensibilidade Ambiental ao Óleo	C₃ : cursos fluviais
c₁ : Substrato de fundo	c₃ : Índice de Sensibilidade Ambiental - ISA (adaptado)	c₄ : Caracterização geomorfológica
Obj₁ : permeabilidade	Obj₅ : Mapeamento de Sensibilidade Ambiental – MSA (adaptado)	Obj₇ : correntes fluviais
Obj₂ : mobilidade do sedimento	Obj₆ : Escala de sensibilidade	Obj₈ : profundidade média
Obj₃ : granulometria dos sedimentos		Obj₉ : largura média
c_j : Complexidade do habitat		Obj₁₀ : bancos de areia
c_j : Qualidade dos remansos		Obj₁₁ : tipo de substrato de fundo
c_j : Estabilidade e proteção dos barrancos		Obj₁₂ : altura média da margem
c₂ : Cobertura vegetal da área		Obj₁₃ : declividade da margem
Obj₄ : mata ciliar		Obj₁₄ : substrato da margem
		Obj₁₅ : vegetação de margem

O primeiro conceito (aspectos físicos) pôde ser decomposto em cinco critérios distintos, identificados no artigo (Substrato de fundo, Complexidade do habitat, Qualidade dos remansos, Estabilidade e proteção dos barrancos, Cobertura vegetal da área), esses revelaram 4 objetos. Nota-se que os critérios identificados por **c_j** (Complexidade do habitat, Qualidade dos remansos, Estabilidade e proteção dos barrancos) não houve a possibilidade de extrair quaisquer objetos, pois os autores do artigo somente citaram a complexidade do habitat, a qualidade dos remansos, a estabilidade e proteção dos barrancos como variáveis importantes a serem consideradas, mas não declararam qualquer componente das mesmas. Portanto para esses critérios não foram atribuídos numeração, pois os mesmos não foram utilizados. O segundo conceito (Sensibilidade Ambiental ao Óleo) foi decomposto em apenas um critério (Índice de Sensibilidade Ambiental - ISA (adaptado) e revelou 2 objetos. O terceiro conceito (cursos fluviais) foi decomposto em um critério (Caracterização geomorfológica), onde 9 objetos foram revelados. Totalizando 15 objetos.

Após a extração dos objetos do artigo, se obteve o *frame*, como evidenciado na Figura 29, possibilitando a visão geral, bem como sua leitura e interpretação.

Figura 30 - Representação do conhecimento do artigo de Ferreira; Beaumord (2008), por meio do frame MORPH.



A leitura detalhada dos objetos aos pares é apresentada no Apêndice B.

A leitura e interpretação geral do *frame* referente ao artigo de Ferreira; Beaumord (2008) (Figura 29), apresenta dois objetos localizados no quadrante de maior valor, zona Controlável x Imediata, como: **Obj₄** (Mata Ciliar) e **Obj₅** (Mapeamento de Sensibilidade Ambiental). Isso indica que o aspecto físico de maior influência sobre a **P** é a Mata ciliar, a qual foi apontada como um importante aspecto para avaliação da sensibilidade; e o recurso utilizado pelo autor foi o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental. Este último apresenta uma relação de dependência com o **Obj₆** (Escala de Sensibilidade), sendo possível afirmar que essa relação não produzirá resultado a médio prazo, devido ao seu posicionamento no quadrante Não Controlável e Recente. A Escala de Sensibilidade é um dos instrumentos utilizados no Mapeamento de Sensibilidade Ambiental, este é realizado em razão da escala, por isso apresenta essa relação de dependência.

Com isso, também é possível afirmar que qualquer alteração da Mata Ciliar, de qualquer natureza, afetará diretamente o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental e consequentemente a avaliação da sensibilidade, esse é um aspecto físico que pode ser controlado por algum tipo de agente (ação antrópica ou natural).

Os objetos alocados no quadrante de médio valor, zona Não Controlável e Imediata, são todos os relacionados aos aspectos físicos do substrato de fundo como: **Obj₁** (Permeabilidade), **Obj₂** (mobilidade do sedimento) e **Obj₃** (granulometria dos sedimentos). Bem como grande parte dos objetos relacionados a caracterização geomorfológica dos cursos fluviais como: **Obj₇** (correntes fluviais), **Obj₈** (profundidade média), **Obj₁₀** (bancos de areia), **Obj₁₃** (declividade da margem), **Obj₁₅** (vegetação de margem). Estes não sofrerão modificações de forma imediata, sendo possível inferir que o objeto de maior importância são as correntes fluviais, pois elas reforçam a Escala de Sensibilidade Ambiental - ESA, ou seja, qualquer alteração nesse aspecto pode modificar a escala, mas as correntes matêm uma relação de equilíbrio com a profundidade média do curso fluvial. Porém os aspectos físicos do substrato de fundo (**Obj₁**, **Obj₂** e **Obj₃**) influenciam de forma imediata e proporcional o **Obj₄** (Mata Ciliar) em um estado de balanço, em que estes fornecem subsídios à Mata Ciliar.

As características geomorfológicas dos cursos fluviais representadas pelos **Obj₉** (largura média), **Obj₁₁** (altura média da margem), **Obj₁₂** (tipo de substrato de fundo) e **Obj₁₄** (substrato da margem) estão alocados na zona de médio valor Não Controlável e Remota, o que evidencia a certeza de que não é possível esperar qualquer resultado futuro dessas relações, pois essas características não influenciam diretamente a **P**. Tais objetos também encontram-se em equilíbrio mútuo com os objetos **Obj₈** (profundidade média), **Obj₁₀** (bancos de areia), **Obj₁₃** (declividade da margem), **Obj₁₅** (vegetação de margem), apresentando uma relação de interdependência, onde só poderiam sofrer algum tipo de alteração se influenciados diretamente por outro aspecto externo ao sistema.

Dentro do sistema delineado pelos autores é possível verificar a presença de 11 relações de equilíbrio mútuo (dependência), 2 relações de reforço, em que o objeto causa afeta diretamente o objeto efeito e 1 relação de equilíbrio, em que o objeto causa afeta proporcionalmente o objeto efeito. Ressaltando que as relações de dependência caracterizam uma situação de reciprocidade entre os objetos, de modo que não há consumo de energia e as trocas são realizadas buscando o equilíbrio constante. Entretanto as relações de reforço podem

ser consideradas como as mais importantes do sistema, pois são elas as responsáveis por alavancar mudanças expressivas que influenciam a **P**.

Para que haja melhor compreensão sobre as relações de reforço, as mesmas são apresentadas em detalhe, a seguir:

- A mata ciliar afeta diretamente o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental: é possível afirmar que qualquer alteração da Mata Ciliar, de qualquer natureza, afetará diretamente o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental e conseqüentemente a avaliação da sensibilidade
- A escala de sensibilidade afeta diretamente as correntes fluviais: essa relação foi apresentada dessa forma, pois se respeitou a ordem com que os objetos apareceram no artigo e a ordem de extração, mas a mesma ocorre de forma inversa. Com isso é possível aferir que as correntes afetam a escala de sensibilidade, pois a classificação de sensibilidade depende da velocidade das correntes, quando são lentas a sensibilidade é maior, quando são rápidas é menor.

Os objetos "mata ciliar" e "mapeamento da sensibilidade ambiental" localizados no quadrante Controlável e Imediata são identificados como os aspectos físicos de maior influência sobre a **P**. Esses devem ser compreendidos como os objetos mais suscetíveis a mudanças a curto prazo, pois o mapeamento segue regras estabelecidas pelo homem, onde as mesmas podem ser alteradas quando houver necessidade e a mata ciliar é o aspecto físico natural mais sujeito a ações antrópicas e até mesmo naturais. Assim, esses diferem dos demais aspectos físicos naturais localizados no quadrante Não Controlável e Imediata, em que as mudanças ocorrem sem interferência humana direta e certamente não acontecem a curto prazo. Bem como os aspectos físicos naturais localizados no quadrante Não Controlável e Remota, em que as mudanças ocorrem sem interferência humana direta e certamente não acontecem a longo prazo.

O objeto "escala de sensibilidade" localizado no quadrante Não Controlável e Recente, ocupa essa posição, pois a escala foi considerada como uma ferramenta de avaliação da sensibilidade que está vinculada diretamente ao mapeamento de sensibilidade. A mesma pode ser considerada um aspecto não controlável, pois poderá sofrer alterações se os objetos aos quais ela está vinculada também forem modificados, mas devido ao posicionamento da escala é certo afirmar que tais alterações não ocorrem a médio prazo.

Diante do exposto conclui-se que os fatores de maior relevância na determinação da Sensibilidade Ambiental ao Óleo são as correntes fluviais e a mata ciliar, pois o fluxo das

correntes influenciam no tempo de permanência do óleo no ambiente, bem como a estabilidade do tipo de substrato de fundo que determina a diversidade de espécies; e a mata ciliar, que está diretamente relacionada a ações antrópicas que interferem nas ações de resposta.

5.3. Resultado da comparação dos agentes textuais por meio do software MORPH

O presente item evidencia a comparação dos *frames* dos artigos por meio do software. Neste a comparação é balizada pelo posicionamento dos objetos nos quadrantes, nas relações entre os objetos e no peso das relações, como evidenciado no capítulo 3. Com isso, uma pontuação (*score*) foi atribuída a cada agente textual, como apresentado na Tabela 7. Esta apresenta também a quantidade de objetos extraídos de cada agente.

Tabela 7 - Comparação dos agentes textuais por meio do *score*.

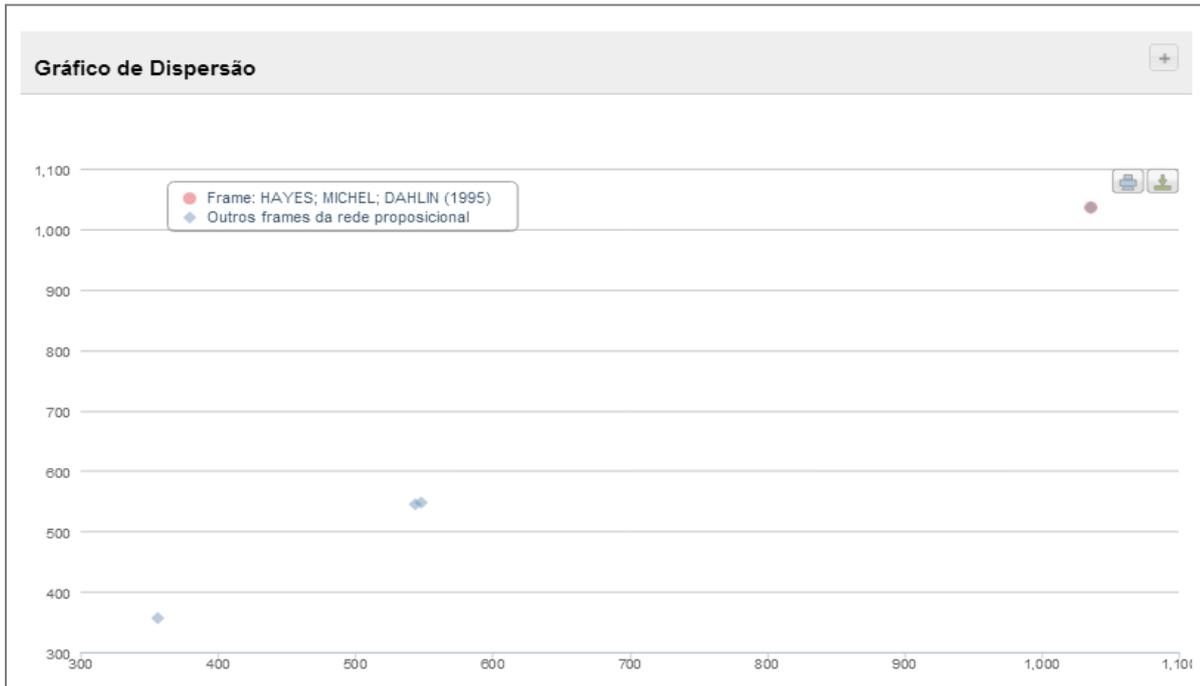
Ref.	Artigo	Quantidade de Objetos	Score
1	Hayes; Michel; Dahlin (1995)	41	1036
2	Hayes; Michel; Montello (1997)	24	544
3	Araújo; Silva; Muehe (2006)	23	548
4	Ferreira; Beaumord (2009)	15	356

A obtenção do *score* de cada agente permitiu verificar quais *frames* possuem estruturas semelhantes e quais diferem entre si. Com base nas informações da Tabela 6 é possível visualizar que o ranking obtido evidenciou diferenças consideráveis nas pontuações.

O primeiro artigo apresentou a maior pontuação, devido a grande quantidade de objetos extraídos, onde a maior parte se encontram nos quadrantes de maior valor (NC x IM, CN x RM e CN x IM). Esse agente textual pode ser considerado o mais completo em relação as informações obtidas por meio da **P**, diferente do quarto artigo que revelou o menor número de objetos. Os outros dois artigos apresentaram uma quantidade similar de objetos e pontuação.

O gráfico de dispersão da Figura 31 evidencia a similaridade entre os agentes textuais, tomando como referência de comparação o primeiro agente.

Figura 31 - Gráfico de dispersão evidenciando a similaridade entre os agentes textuais.



Os resultados obtidos por meio do software não se apresentaram muito relevantes, devido a pequena quantidade de agentes analisados e pela grande diferença na quantidade de objetos extraídos de cada agente, que apresentou maior influência sobre o *score*. Esse item objetivou demonstrar mais uma possibilidade de análise por meio de uma ferramenta computacional.

5.4. Sistema de classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo para ambientes fluviais

A diversidade de elementos que compõem os ambientes fluviais está intrinsecamente relacionada à combinação de uma série de fatores físicos como características geomorfológicas, hidrodinâmicas e climáticas, bem como fatores químicos e biológicos. A disposição e combinação desses fatores determinam a sensibilidade do ambiente a uma possível contaminação por hidrocarbonetos.

Com isso, o escopo do presente item visa destacar os aspectos físicos mais importantes que subsidiam a determinação de um sistema de classificação de sensibilidade ambiental ao óleo para os ambientes fluviais, bem como os aspectos físicos que compõem esse sistema.

5.4.1. Parâmetros físicos para a definição do Sistema de Classificação

Diante dos resultados obtidos por meio de MORPH (item 5.2), foi possível identificar os aspectos físicos fundamentais ao estabelecimento da sensibilidade ambiental ao óleo, apresentados por cada artigo. O Quadro 25 exhibe a compilação desses aspectos e os divide em: i) aspectos declarados diretamente pelos autores no artigo; ii) aspectos declarados no artigo, mas de forma indireta e evidenciados pelo MORPH; e iii) aspectos não declarados diretamente no artigo, mas observados nos índices de sensibilidade apresentados no mesmo.

Quadro 25 - Comparação dos aspectos físicos identificados em cada artigo.

Artigo 1 (Hayes; Michel; Dahlin, 1995)	Artigo 2 (Hayes; Michel; Montello, 1997)	Artigo 3 (Araújo; Silva; Muehe, 2006)	Artigo 4 (Ferreira; Beaumord, 2008)
Declarados pelo autor: <ul style="list-style-type: none"> • bancos • barras • clima • correntes • estabilidade da descarga • gradiente • substrato de fundo • tipologia do canal • turbulência da água • vegetação da margem • áreas alagadas isoladas • pequenos lagos 	Declarados pelo autor: <ul style="list-style-type: none"> • fugas e bifurcação de canais • navegabilidade • vulnerabilidade de áreas alagáveis • padrão da drenagem • pontos de coleta de óleo adequados • tamanho do canal • tempo de residência do óleo 	Declarados pelo autor: <ul style="list-style-type: none"> • declividade • grau de exposição ao hidrodinamismo • mobilidade e condições de tráfego • permeabilidade • produtividade e sensibilidade biológica • tipo de substrato 	Declarados pelo autor: <ul style="list-style-type: none"> • altura média da margem • correntes fluviais • declividade da margem • bancos de areia • largura média • profundidade média • substrato da margem • substrato de fundo • vegetação da margem • intervenções antropogênicas
Evidenciados por MORPH: <ul style="list-style-type: none"> • substrato de margem • estruturas artificiais • pântanos de água doce 	Evidenciados por MORPH: <ul style="list-style-type: none"> • bancos • correntes fluxos • declividade • descarga • escoamento superficial • pântanos • lagos • substrato de fundo • tipo de solo • permeabilidade • floresta superior alagável 	Evidenciados por MORPH: <ul style="list-style-type: none"> • bancos • barras • bocas de lagos • furos • lagos • planície fluvial • vegetação alagada • estruturas artificiais 	Evidenciados por MORPH: <ul style="list-style-type: none"> • granulometria dos sedimentos • mobilidade do sedimento • permeabilidade
Observados no Índice: <ul style="list-style-type: none"> • declividade da margem • permeabilidade • exposição ao hidrodinamismo 	Observados no Índice: <ul style="list-style-type: none"> • gradiente • substrato de margem 	Observados no Índice: <ul style="list-style-type: none"> • correntes • gradiente 	Observados no Índice: <ul style="list-style-type: none"> • Não há índice

Em vista dos dados apresentados no Quadro 25, houve a necessidade de padronizar os nomes atribuídos aos aspectos físicos e classificá-los em: i) parâmetros físicos utilizados para

a definição do sistema de classificação de sensibilidade ambiental; e ii) aspectos físicos que compõem esse sistema (Quadro 26).

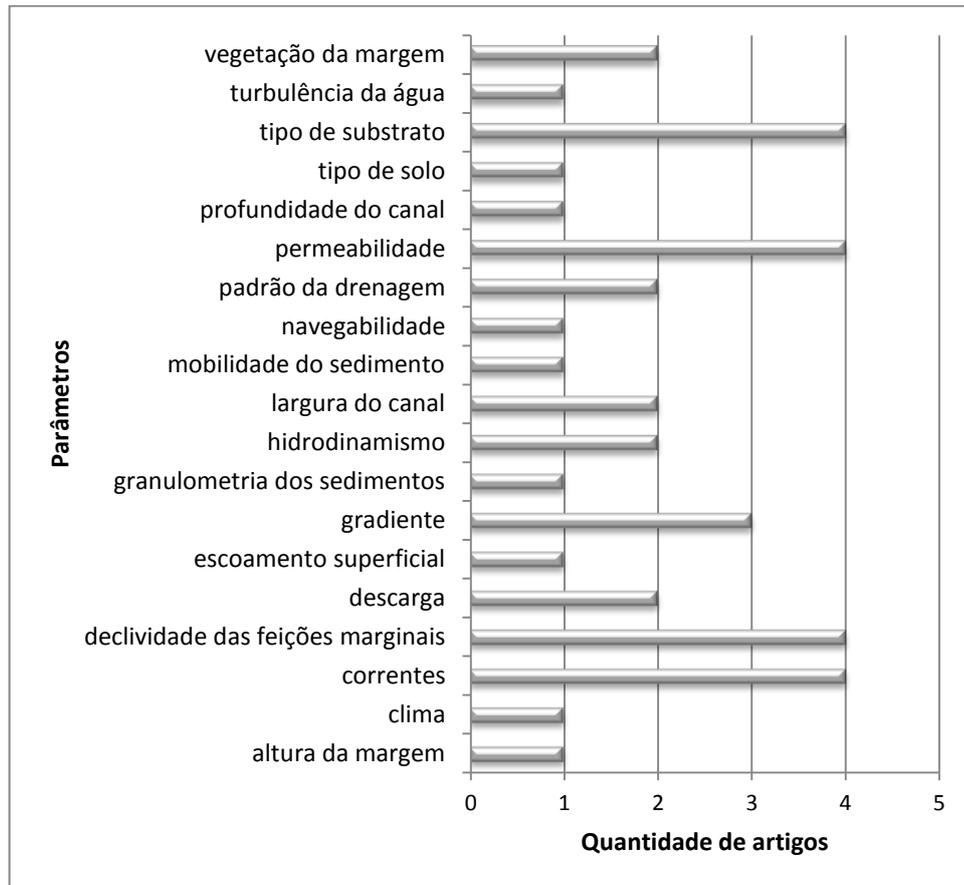
Quadro 26 - Identificação dos parâmetros físicos para definição do Sistema de Classificação de Sensibilidade Ambiental e aspectos físicos abordados no sistema.

Parâmetros físicos	Aspectos físicos
1. altura da margem	1. bancos (areia ou lama)
2. clima	2. barras (areia)
3. correntes (fluxos)	3. estruturas artificiais
4. declividade das feições marginais	4. floresta alagável
5. descarga (estabilidade)	5. fugas e bifurcações de canais (bocas de lagos, furos)
6. escoamento superficial	6. lagos
7. gradiente	7. planície aluvial (áreas alagadas isoladas, planície fluvial)
8. granulometria dos sedimentos	8. planície aluvial associada à vegetação (pântanos de água doce, vegetação alagada)
9. hidrodinamismo (grau de exposição)	
10. largura do canal (tamanho do canal)	
11. mobilidade do sedimento	
12. navegabilidade	
13. padrão da drenagem (tipologia do canal)	
14. permeabilidade	
15. profundidade do canal	
16. tipo de solo	
17. tipo de substrato (substrato de margem e fundo)	
18. turbulência da água	
19. vegetação da margem	

No presente item são analisados somente os parâmetros físicos apresentados pelos artigos, pois a classificação da sensibilidade depende do entendimento desses para poder ser atribuída. Tais parâmetros são evidenciados no gráfico da Figura 32.

Fatores como pontos de coleta de óleo adequados; tempo de residência do óleo; mobilidade e condições de tráfego; produtividade e sensibilidade biológica; e intervenções antrópicas, não serão analisados separadamente no presente item, pois não podem ser considerados como parâmetros físicos. Alguns desses fatores já são contemplados pelos parâmetros mencionados, como é o caso do tempo de residência do óleo que depende tanto da declividade quanto da permeabilidade do substrato e da velocidade de escoamento; e a mobilidade e condições de tráfego que depende do tipo de substrato.

Figura 32 - Gráfico de incidência dos parâmetros físicos identificados nos artigos.



De acordo com o gráfico da Figura 32, todos os artigos apontam quatro parâmetros de maior importância ao estabelecimento do sistema de classificação como correntes, declividade das feições marginais, permeabilidade e tipo de substrato. Outros seis parâmetros foram considerados relevantes por grande parte dos artigos como descarga, gradiente, hidrodinamismo, largura do canal, padrão da drenagem e vegetação da margem. No entanto, parâmetros como altura da margem, clima, escoamento superficial, granulometria dos sedimentos, mobilidade do sedimento, navegabilidade, profundidade do canal, tipo de solo e turbulência da água, foram considerados em apenas um dos artigos.

Correntes fluviais, gradiente, velocidade e turbulência

Muitos dos parâmetros mencionados interagem quase em uma relação de equilíbrio, como é o caso da corrente fluvial que desempenha papel fundamental em muitas relações. Essa se relaciona a outros fatores como gradiente, velocidade, turbulência, competência do rio

(tamanho máximo do material que pode ser movido) e capacidade do rio (volume da carga transportada) (SUGUIU; BIGARELLA,1990).

Dessa maneira, o gradiente, compreendido como o grau de inclinação do curso fluvial, influencia a velocidade das águas que é fator determinante das correntes. Estas contribuem com os processos deposicionais e erosivos que determinam os tipos de fácies sedimentares presentes ao longo do curso. A turbulência da água associada à velocidade também contribui com esses processos e a mesma é verificada quando há alterações na velocidade, em que essas excedem um determinado valor crítico e são causadas por redemoinhos produzidos por obstáculos e irregularidades no leito do canal (SUGUIU; BIGARELLA,1990). Os efeitos da turbulência sobre o óleo faz com que o mesmo seja misturado em toda a coluna d'água, dificultando sua recuperação.

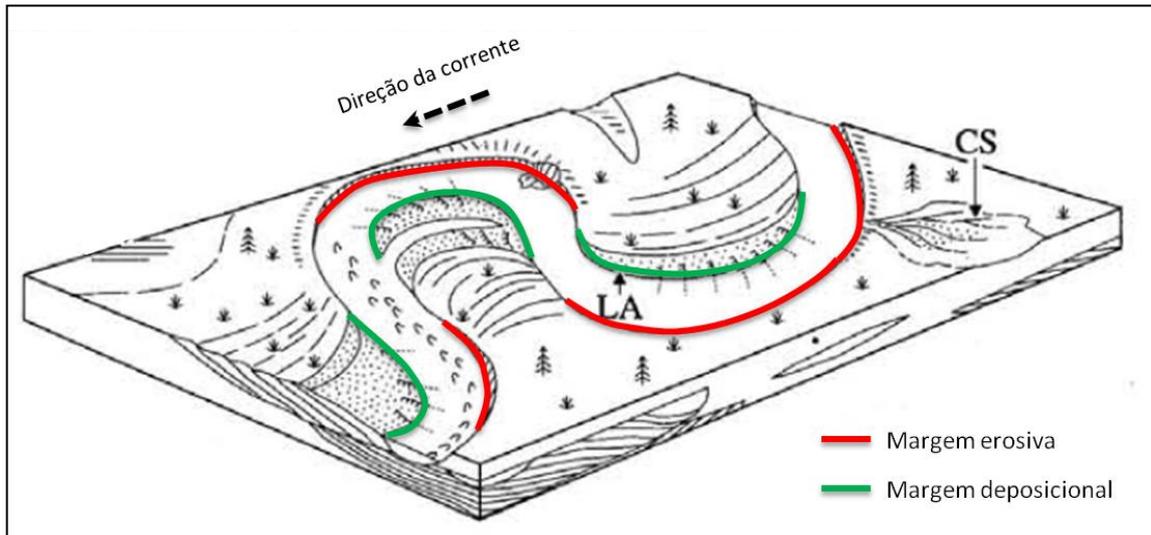
As correntes de maior velocidade situam-se abaixo da superfície do curso e as de menor velocidade situam-se junto ao leito e próximas às paredes laterais (SUGUIU; BIGARELLA,1990). O tempo de permanência do óleo em um ambiente depende diretamente deste fator hidrodinâmico.

Hidrodinamismo

O hidrodinamismo está diretamente associado às correntes fluviais e deve ser considerado como uma característica importante, pois contribui diretamente com a dispersão e trajetória do óleo. Em ambientes expostos a fortes correntes, durante todas as estações, o óleo é normalmente removido a curto prazo, em questão de dias a semanas. Ambientes expostos a correntes moderadas, sujeitos a inundações sazonais, o óleo só poderá ser removido em eventos de alta energia (eventos de inundação) a médio prazo, em um período de dias a meses. Ambientes protegidos da ação das correntes e inundações, o óleo pode permanecer por longo tempo, muitas vezes em um período de anos. Porém, ambientes que não apresentam padrões previsíveis na frequência de inundações, não é possível definir o tempo de permanência do óleo (WIECZOREK, 2005).

O padrão da drenagem também está relacionado ao hidrodinamismo: nos rios que apresentam padrão retilíneo, ambas as margens estão expostas à ação das correntes; em rios de padrão meandrante as margens que recebem maior energia das correntes são as que apresentam feições erosivas, as margens abrigadas da ação das correntes são as que apresentam características deposicionais, como apresentado na Figura 33.

Figura 33 - Padrão de rio meandrante apresentando feições erosivas e deposicionais (barras arenosas).



LA - Depósito de acreção lateral; CS - Depósito de rompimento de dique (Crevassa)
 Fonte: Adaptado de Menezes (2004, p. 28)

Declividade das feições marginais

Outro parâmetro apresentado e considerado de grande importância é a declividade das feições marginais. Esta determina a extensão da área sujeita à contaminação por óleo, de acordo com o grau de inclinação, que pode ser: alto, quando o mesmo apresenta 30° ou mais; moderado, quando a inclinação varia de 30° a 5° ; e pequeno ou plano, quando a inclinação apresentar valores inferiores à 5° . Ambientes deposicionais como planícies aluviais apresentam baixa inclinação o que permite a permanência do óleo por tempo prolongado. Devido à relativa estabilidade física desses ambientes, os mesmos comportam altos índices de concentração de matéria orgânica, permitindo o estabelecimento de cobertura vegetal de pequeno e médio porte, o que dificulta as ações de limpeza (WIECZOREK, 2005).

Tipo de substrato, permeabilidade, granulometria e mobilidade do sedimento

O tipo de substrato e a permeabilidade estão diretamente relacionados e também são parâmetros considerados importantes, pois o substrato determina a permeabilidade que está associada à granulometria e à mobilidade do sedimento e, conseqüentemente, à permanência do óleo no ambiente. O conhecimento sobre o tipo de substrato também auxilia na determinação do tipo de equipamento que poderá ser utilizado em ações de limpeza (BRASIL, 2004).

Substratos de sedimentos grosseiros apresentam grãos mal selecionados, o que permite a percolação do óleo por mais de um metro. Em sedimentos de granulometria mista, como areia e cascalho, a percolação do óleo pode ser menor que 50 centímetros. A diferenciação quanto ao diâmetro dos grãos (fino, médio e grosseiro) influencia na percolação do óleo. Sedimentos mais finos como as argilas são menos permeáveis, pois apresentam granulometria menor, o que dificulta a percolação do óleo, e são comumente saturados por água (WIECZOREK, 2005).

O tipo de substrato pode ser classificado em consolidado e não consolidado.

- Substratos consolidados - estes se relacionam à permeabilidade do substrato e podem ser divididos em semipermeáveis, que permite percolação do óleo e impermeáveis que não permitem qualquer percolação. Esse substrato é comum aos leitos e paredões rochosos marginais. A permeabilidade destes meios se dá pelas fraturas.
- Substratos inconsolidados - estes se relacionam à granulometria e à mobilidade dos sedimentos. Em relação à mobilidade, o movimento dos sedimentos pode diminuir o tempo de permanência do óleo ou incorporá-lo aos estratos inferiores, dependendo da ação hidrodinâmica. Entretanto, a granulometria está associada ao diâmetro dos grãos, de acordo com a escala de Wentworth (Tabela 8).

Tabela 8 - Escala de classificação granulométrica dos sedimentos.

	Tamanho limite de classe (mm)	Classe	Sedimento	Rocha
Grânulos	> 256	Matacão	Cascalho	Conglomerado ou brecha
	256 - 64	Bloco ou calhau		
	64 - 4	Seixo		
	4 - 2	Grânulo		
	2 - 1	Areia muito grossa	Areia	Arenito
	1 - 0,5	Areia grossa		
0,5 - 0,25	Areia média			
0,25 - 0,125	Areia fina			
0,125 - 0,06	Areia muito fina			
Partículas	0,06 - 0,004	Silte	Silte	Siltito
	< 0,004	Argila	Argila	Argilito

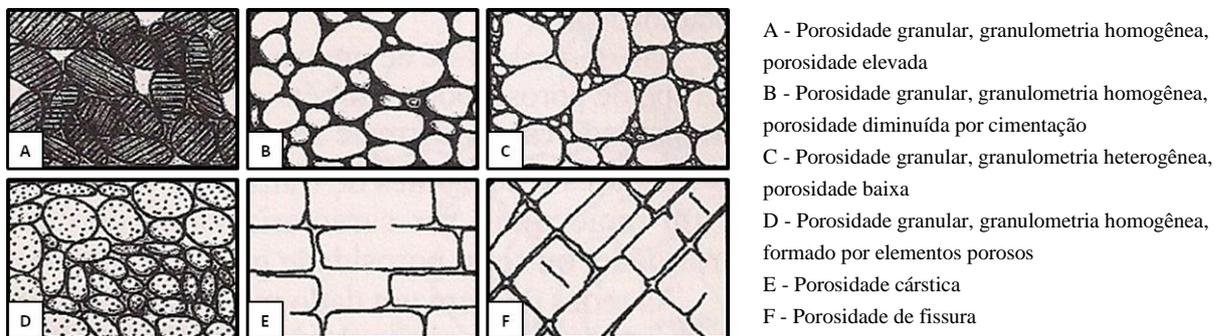
Fonte: Adaptado de Magalhães; Cella (1998, p. 53).

Cabe ressaltar a importância em se conhecer a natureza dos substratos para que seja possível identificar sua porosidade e permeabilidade e associá-las ao comportamento do óleo. A porosidade pode ser classificada em três tipos: granular ou de interstício, representadas por solos e sedimentos; porosidade de fraturas, fissuras ou fendas comum a rochas duras ou compactas como os granitos, basaltos, gnaisses, outras rochas ígneas ou metamórficas; e

porosidade cárstica, associada a rochas solúveis (AZEVEDO; ALBUQUERQUE FILHO, 1998).

De acordo com Azevedo; Albuquerque Filho (1998, p. 117) "As redes de poros em um dado meio podem estar totalmente interconectados e a circulação da água ocorrer livremente", permitindo a infiltração e percolação do óleo. "Em outros, os poros podem estar totalmente isolados e a água não circular, ficando confinado ao interior destes", o que pode ocasionar o confinamento do óleo. A Figura 34 apresenta diferentes tipos de porosidade.

Figura 34 - Diferentes tipos de porosidade.



Fonte: Custódio; Llamas (1976 apud MAGALHÃES; CELLA, 1998, p. 118).

A variação da porosidade está relacionada a alguns fatores como: imbricamento dos grãos; presença de materiais de granulometria fina (argilas e siltes) que ocupam os espaços intergranulares; presença de materiais cimentantes, que normalmente são constituídos por óxidos e carbonatos e podem preencher total ou parcialmente os poros do meio; distribuição granulométrica, entre outros (AZEVEDO; ALBUQUERQUE FILHO, 1998).

O pior caso de um acidente envolvendo derramamento de óleo seria em maciços com porosidade cárstica, pois estes possuem uma rede complexa de condutos, canais, tubos e cavernas que dificultam ou até mesmo inviabilizam as ações de limpeza.

A Tabela 9 apresenta a porosidade total e efetiva de alguns tipos de rochas e sedimentos, onde a porosidade total (η) trata da relação entre o volume de vazios e o volume total considerado; e a porosidade efetiva (η_e) trata da relação entre o volume ocupado pela água e o volume total. Essa reflete o grau de intercomunicação entre os poros que permite a percolação da água (AZEVEDO; ALBUQUERQUE FILHO, 1998).

Tabela 9 - Porosidades totais e efetivas de diversos materiais.

Material	Porosidade Total (η)					Porosidade Efetiva (η_e)			OBS
	%					%			
	Tipo e descrição	Média	Normal		Extraordinária		Média	Máx.	
Máx.			Min.	Máx.	Min.				
Rochas maciças									
Calcário maciço	0,3	4	0,2	9	0,05	< 0,2	0,5	0,0	A
	8	15	0,5	20		< 0,5	1	0,0	B
	5	10	2			< 0,5	1	0,0	B
Rochas metamórficas	0,5	5	0,2			< 0,5	2	0,0	B
Rochas vulcânicas	30	50	10	60	5	< 5	20	0,0	C, E
	25	80	10		-	< 20	50	1	C, E
	85	90	50		-	< 5	20	0,0	D
	2	5	0,1		-	< 1	2	0,1	A
	12	30	5		-	5	10	1	C
Rochas sedimentares consolidadas									
	5	15	2	30	0,5	< 2	5	0,0	E
	15	25	3	30	0,5	10	20	0,0	F
	20	50	10			1	5	0,2	B
	10	30	1,5			3	20	0,5	-
Rochas sedimentares inconsolidadas									
Aluviões	25	40	20	45	15	15	35	5	E
	35	40	30	-	-	20	30	10	-
	30	40	25	40	20	25	35	15	-
	45	55	40			< 5	10	0,1	E
	35	45	20			25	35	10	-
	25	35	15	-	-	15	30	5	
	40	50	35			10	20	2	E
Argilas sem compactação e solos superiores	50	60	30			10	20	1	E

Obs.: A: η e η_e aumentam por alteraçãoB: η e η_e aumentam por dissoluçãoC: η e η_e diminuem com o tempoD: η diminui e η_e pode aumentar com o tempoE: η e η_e muito variáveis conforme circunstâncias e tempoF: η e η_e variáveis conforme o grau de cimentação e de solubilidade

Fonte: Custódio; Llamas (1976 apud AZEVEDO; ALBUQUERQUE FILHO, 1998, p. 119).

O tipo de substrato também pode ser associado à vegetação. Substratos vegetados influenciam diretamente as ações de limpeza, dificultando a remoção do óleo. Estes podem estar associados aos bancos de macrófitas, vegetação arbustiva, capoeiras, campos, floresta de várzea, entre outros.

As estruturas artificiais também podem ser consideradas como um tipo de substrato. Essas são construções antrópicas comumente presentes nas margens dos cursos fluviais como rampas, muros e enrocamentos. Estruturas constituídas por blocos não cimentados apresentam grande permeabilidade à percolação do óleo entre os blocos, como os enrocamentos. Quando

estes são cimentados (concreto ou aço) não há permeabilidade à percolação do óleo, como em muros e rampas.

Padrão de drenagem

O padrão de drenagem, de acordo com Suguiu; Bigarella (1990) é influenciado por diversos fatores como: condições climáticas, natureza do substrato, cobertura vegetal e gradiente. Além desses, a relação entre descarga e declividade também pode definir o padrão de um canal. Os principais padrões de drenagem definidos com base na geometria do canal são: meandrante, anastomosado e retilíneo.

Canais meandrantares podem ser classificados em pelítico e psamítico. O primeiro recebe essa denominação devido à predominância das fácies de transbordamento sobre as fácies do canal. O segundo devido à predominância das fácies de canal sobre as de transbordamento. São característicos de regiões úmidas cobertas por vegetação e estão associados a rios extremamente sinuosos desenvolvidos em planícies aluviais de agradação ou em planícies deltaicas arenosas (SUGUIU; BIGARELLA,1990).

Os canais anastomosados são característicos de climas áridos ou semiáridos e climas frios. Estão associados a leques aluviais, leques deltaicos, ambientes semiáridos e planícies de lavagem de depósitos glaciais. Estes canais se desenvolvem em condições de alto declive e ocorrem normalmente em regiões de relevo acidentado. Canais retilíneos são menos recorrentes em comparação a outros padrões e são característicos tipicamente de planícies deltaicas (SUGUIU; BIGARELLA,1990).

O Quadro 27 apresenta as principais características de cada sistema fluvial.

Quadro 27 - Comparação das características dos sistemas deposicionais fluviais.

Modelo Variáveis	Meandrante pelítico	Meandrante psamítico	Anastomosado	Retilíneo
Relação lama/areia	Moderada a alta	Moderada a baixa	Baixa	Alta
Declive	Moderado a baixo	Moderado a alto	Alto	Baixo
Descarga	Moderada uniforme	Moderada "relâmpaga"	Baixa "relâmpaga"	Alta uniforme
Fácies predominante	Transbordamento	Canal	Canal	Transbordamento
Sequência vertical	Decréscimo ascendente	Homogênea	Homogênea	Incipiente decréscimo
Desenvolvimento	Multicíclico	Multilateral	Multilateral	Multicíclico
Posição dos diques naturais	Superpostos	–	–	Lateral

Modelo Variáveis	Meandrante pelítico	Meandrante psamítico	Anastomosado	Retilíneo
Principais fácies	<ul style="list-style-type: none"> • Barra de meandro • Diques naturais • Rompimento de diques • Depósito de várzea • Canais abandonados 	<ul style="list-style-type: none"> • Barra de meandro incompleta • Barra de corredeira • Canais abandonados 	<ul style="list-style-type: none"> • Barras horizontais e transversais 	<ul style="list-style-type: none"> • Canais distribuídos • Diques naturais • Rompimento de diques • Depósito de várzea e matéria orgânica

Para o estabelecimento da sensibilidade ao óleo é importante considerar as fácies presentes nesses sistemas deposicionais.

Embora dois agentes textuais tenham mencionado o padrão de drenagem como um parâmetro importante na determinação da sensibilidade, somente um o apresentou como componente do sistema de classificação, como é o caso de Hayes, Michel, Montello (1997) que atribui maior sensibilidade ao canal anastomosado.

Vegetação marginal

A vegetação marginal pode ter grande influência em pequenos cursos d'água, como aponta um estudo realizado por Zimmerman; Goodlett; Comer (1967) para as bacias hidrográficas da parte setentrional de Vermont (Estados Unidos). Esse estudo observou que pequenos rios têm sua forma e tamanho basicamente controlados pela vegetação marginal, onde a mesma invade o canal eliminando o efeito do aumento de débito em direção a jusante. Porém em cursos fluviais maiores somente as margens são afetadas pela vegetação (CHRISTOFOLETTI, 1981).

A alteração da vegetação pode ocasionar modificações no balanço hídrico. Suguiu; Bigarella (1990) afirmam que a vegetação, em alguns casos, constitui um importante agente minimizador das diferenças de vazão líquida entre os períodos de cheia e vazante. Devido a isso, a supressão da vegetação poderá causar grandes alterações nos regimes fluviais, que poderão caracterizar-se por vazantes acentuadas e cheias catastróficas, podendo surgir padrões típicos de canais anastomosados durante as estiagens.

A vegetação marginal também pode dificultar as ações de limpeza/ remoção do óleo.

Escoamento superficial

O escoamento superficial está relacionado a muitos fatores como o regime de chuvas, condições de infiltração, drenagem subterrânea, cobertura vegetal. Esta última auxilia na infiltração da água no solo contribuindo com um menor escoamento superficial (SUGUIU; BIGARELLA,1990).

Em casos onde há supressão da vegetação das margens, há também um consequente aumento no escoamento superficial. Este carrega partículas de silte e argila que se depositam entre os poros do solo, diminuindo a capacidade de infiltração, ocasionando a erosão do solo (SUGUIU; BIGARELLA,1990). Esta por sua vez, contribui com o aumentando do aporte de sedimentos no leito do rio, alterando a profundidade do canal, contribuindo com o assoreamento.

Navegabilidade

A navegabilidade de um canal fluvial pode ser determinada por vários fatores como largura e profundidade do canal, rugosidade do leito, presença de cachoeiras e corredeiras, o calado da embarcação, entre outros. Este é um importante aspecto a ser considerado, pois é necessário ter conhecimento sobre as condições de acesso ao local impactado pelo óleo para que seja possível estabelecer as ações de limpeza.

Mesmo sendo um aspecto importante, somente um artigo considerou a navegabilidade em seu sistema de classificação, mas não apresentou os parâmetros necessários ao seu estabelecimento, apenas mencionou se o canal era navegável ou não por embarcações de pequeno porte motorizadas ou botes infláveis.

Parâmetro não considerado

Um aspecto não considerado pelos estudos de sensibilidade ao óleo, mas de suma importância, trata da variação sazonal. Em relação ao mapeamento, o mesmo deve ser realizado considerando o comportamento sazonal das chuvas, sendo ideal o mapeamento em épocas de seca. Nesse período é possível identificar todos os ambientes que constituem o canal fluvial, para a determinação de sua sensibilidade. Em períodos de vazões de cheias, a capacidade de escoamento do curso é excedida causando inundações dos ambientes marginais, consequentemente impossibilitando a identificação das fácies presentes.

A variação sazonal pode ser considerada como condicionante de vários aspectos como as correntes associadas ao fluxo laminar e ao transporte da carga sedimentar que podem elevar ao máximo ou tornar mínimo o impacto do óleo.

5.4.2. Índice de Sensibilidade Fluvial - ISF

A classificação da sensibilidade dos ambientes fluviais consiste na delimitação das feições encontradas no curso de um rio de acordo com suas características físicas, padrões de transporte de sedimentos, persistência natural do óleo e condições de limpeza e/ou remoção. Tais características influenciam diretamente na dispersão do óleo, com reflexo direto no grau do impacto. Conhecer cuidadosamente tais características previamente a um acidente com óleo é de suma importância.

Dessa maneira, após a análise apresentada no item anterior, cinco parâmetros fundamentais puderam ser selecionados para o estabelecimento da sensibilidade e composição do sistema de classificação como:

- Tipo e natureza do substrato (margem e fundo)
- Hidrodinamismo
- Declividade das feições marginais
- Fácies dos sistemas deposicionais fluviais
- Vegetação

O Quadro 28 apresenta os principais sistemas de classificação de sensibilidade ambiental ao óleo utilizados na atualidade. Esses, juntamente com os parâmetros mencionados serviram de base para a definição dos principais ambientes selecionados, que irão compor um sistema de classificação de maior abrangência, com o intuito de atender aos mais diversos ambientes presentes nos sistemas deposicionais fluviais mais comuns.

Quadro 28 - Sistemas de Classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo.

Índice	NOAA Michel; Hayes; Dahlin (1994, p.6)	Backer (1993 apud MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994, p.7)	Michel; Hayes; Dahlin (1994, p. 30; 1995, p. 366)	Hayes, Michel, Montello (1997, p. 347)	Araújo; Silva; Muehe (2006, p. 39).
1	A: Paredões rochosos expostos B: Paredões artificiais expostos de concreto, madeira ou metal	A: Escarpa exposta com menos de 1m de elevação B: Escarpa exposta de 1 a 5 m de elevação C: Escarpa exposta com mais de 5 m de elevação	A: Bancos rochosos expostos B: Revestimentos sólidos verticais	Piscinas tranquilas com bancos de baixa sensibilidade	Estruturas artificiais
2	Encostas rochosas	Muro de contenção/estruturas portuárias/ quebra-mar	Bancos de rochas, lajes de leito rochoso	Pequeno canal não navegável com correntes moderadas e bancos de baixa sensibilidade	Laje ou afloramento rochoso
3	Escarpas de sedimentos inconsolidados	Encostas rochosas	Margens erodidas em sedimentos inconsolidados	Canais navegáveis com correntes moderadas e bancos de baixa sensibilidade	Corredeira, cachoeira
4	Praias de areia	Escarpa de sedimentos exposta	Barras de areia e bancos de baixa declividade	Pequeno canal não navegável com corredeiras sobre leito rochoso	Escarpa, Barranco
5	Praias mistas de areia e cascalho	A: Praia de areia: deposicional B: Praia de areia: erosional ou transitória	Praias mistas de areia e cascalho de baixa declividade	Canal navegável com corredeiras sobre leito rochoso	Praia ou banco de areia, seixo exposta
6	A: Praia de cascalho B: Rip-rap (enrocamentos)	Barreiras de areia com lagoa	A: Praia de cascalho de baixa declividade B: Enrocamentos	A: Pequeno canal não navegável associado a floresta superior alagáveis de baixa vulnerabilidade B: Canal navegável associado a floresta superior alagáveis de baixa vulnerabilidade	Praia ou banco de areia, seixo abrigada
7	–	A: Praia de cascalho B: Praia de cascalho/ matacões C: Praia de matacões	–	Navegável. Baixo gradiente e correntes variáveis (normalmente <15 nós). extensas e baixas Planícies de inundação. Braços de córregos, paredes de antigos vales com bancos íngremes compostos por sedimentos lamosos ou paredes rochosas. Outro lado do canal com fuga de água associada a pântanos.	Praia ou banco de lama exposto

Índice	NOAA Michel; Hayes; Dahlin (1994, p.6)	Backer (1993 apud MICHEL; HAYES; DAHLIN, 1994, p.7)	Michel; Hayes; Dahlin (1994, p. 30; 1995, p. 366)	Hayes, Michel, Montello (1997, p. 347)	Araújo; Silva; Muehe (2006, p. 39).
8	A: Costões rochosos abrigados B: Estruturas artificiais sólidas abrigadas, como quebra-mar	Rip-rap (enrocamentos)	A: Escarpas íngremes vegetadas B: Estruturas artificiais sólidas	Navegável. Baixo gradiente e correntes variáveis (normalmente < 15 nós) com fluxo principalmente confinado ao canal reto com bancos relativamente baixos bem definidos. Extensas e baixas planícies de inundação. Associadas extensos pântanos.	Praia ou banco de lama abrigado
9	A: Baixios de bancos vegetados 9B:Planícies de lama/areia	Praia de seixos	A: Bancos de vegetação herbácea B: Substrato lamoso (não vegetado)	A: Pequeno canal meandrante não navegável com abundantes pontos de fuga associados a pântanos e a meandros abandonados. B: Canais meandrantes navegáveis com abundantes pontos de fugas associados a pântanos e a lagos de meandros abandonados.	Zona de confluência de rios e lagos
10	A: Franja de pântanos B: Pântanos extensos	Praia mista	C: Pântanos de água doce (vegetação herbácea) D: Pântanos de água doce (vegetação de mata)	A: Pequeno canal anastomosado não navegável com abundantes pontos de fugas em pântanos adjacentes. B: Canal anastomosado navegável com abundantes pontos de fugas em pântanos adjacentes.	A: Banco de macrófitas aquáticas B: Vegetação alagada (igapós, várzea, chavascal, campo etc.)
11	–	Baixios de bancos vegetados (gramíneas ou árvores)	–	–	–
12	–	Planície de lama deltaica	–	–	–
13	–	A: Franja de áreas alagáveis B: Extensas áreas alagáveis	–	–	–

Com base nos parâmetros expostos e nos diversos ambientes apresentados no Quadro 28, os seguintes ambientes foram selecionados:

- Margem rochosa
- Estruturas artificiais
- Praias
- Formas topográficas erosivas (leitões rochosos com rápidos e corredeiras; cachoeiras)
- Bancos de substrato lamoso
- Ilhas
- Barras de meandro
- Diques naturais
- Vegetação ciliar
- Planícies de inundação associada à vegetação

Vale ressaltar que para a atribuição da sensibilidade a um ambiente também é importante considerar a biota associada, pois esta estabelece complexas interações entre o meio físico. Danos ao meio físico podem afetar as espécies que vivem nesses ambientes, alterando toda a cadeia alimentar (EPA, 2009).

Margens Rochosas

Para as margens rochosas foram classificados 9 tipos de ambientes que variam em grau de sensibilidade (1 menor sensibilidade) de acordo com a permeabilidade, a exposição ao hidrodinamismo e a declividade, como evidencia o Quadro 29.

Quadro 29 - Especificação das margens rochosas e escala de sensibilidade.

Índice	Ambiente
1	• Margem rochosa impermeável, exposta, de alta a média declividade (rochas maciças: metamórficas e ígneas)
2	• Margem rochosa impermeável, exposta, de baixa declividade (rochas maciças: metamórficas e ígneas)
4	• Margem rochosa permeável, exposta, de alta a média declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas)
6	• Margem rochosa permeável, exposta, de baixa declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas) • Margem de matacões exposta
7	• Margem rochosa impermeável, abrigada, de baixa declividade (rochas maciças: metamórficas e ígneas)

Índice	Ambiente
8	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa permeável, abrigada, de alta a média declividade e de baixa declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas) • Margem de matacões abrigada
9	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa permeável (rochas sedimentares com porosidade cárstica e feições de dissolução)

As margens rochosas definidas com índice de sensibilidade 1, se encontram em frequente exposição à ação das correntes fluviais, o que garante uma limpeza natural mais eficiente. Nesses casos, a limpeza se processa em algumas semanas, favorecendo a recuperação natural do ambiente, sem a interferência de outros métodos de limpeza, que geralmente podem causar algum dano. Como são classificadas como rochas maciças, portanto impermeáveis, são incapazes de acumular óleo de forma significativa. Dessa maneira a marca da área atingida pelo óleo tende a permanecer principalmente em regime de vazante, quando o nível da água do curso fluvial é mais baixo (WIECZOREK, 2005).

Os substratos rochosos maciços, de baixa declividade definidos com índice 2, podem apresentar algum acúmulo de água, formando piscinas propícias ao acúmulo de óleo. Nestes se espera a adesão do óleo apenas na superfície, principalmente se o produto envolvido apresentar maior densidade e viscosidade. A limpeza natural desse tipo de ambiente também é favorecida devido a sua exposição às correntes fluviais (WIECZOREK, 2005).

As margens rochosas definidas com índice de sensibilidade 4, também se encontram em frequente exposição à ação das correntes fluviais, o que garante uma limpeza natural mais eficiente. Porém, apresentam porosidade que pode ser de fraturas, fissuras ou fendas, o que permite a penetração do óleo nesse substrato.

As margens rochosas definidas com índice de sensibilidade 6 se apresentam mais sensíveis devido à baixa declividade associada à permeabilidade do substrato, tanto pela presença de fraturas, fissuras ou fendas, como blocos de rochas. Nesses existe a tendência do óleo penetrar entre os espaços, o que dificulta as ações de limpeza/ remoção do produto, mas como são substratos expostos à ação hidrodinâmica, a limpeza natural tende a ser mais efetiva (WIECZOREK, 2005).

As margens rochosas definidas com índice de sensibilidade 7 são substratos impermeáveis, incapazes de acumular óleo de forma significativa, podendo, porém, apresentar fina cobertura de sedimentos mobilizáveis. Neste não há penetração de óleo, mas o mesmo apresenta uma sensibilidade biológica considerável, devido à presença de complexa comunidade. O substrato duro favorece a fixação de diversas espécies de macroalgas, muitas

das quais formam densas coberturas na rocha (WIECZOREK, 2005). Nestas condições, a força da ação hidrodinâmica é mínima, por isso existe grande dificuldade do óleo ser dispersado e eliminado naturalmente. Nestes ambientes, o comportamento do óleo é semelhante ao constatado por Lopes; Milanelli; Poffo (2006) para o litoral, em que o contaminante pode permanecer nas rochas por muitos anos, impedindo ou dificultando o processo de recuperação da comunidade atingida.

As margens rochosas com índice de sensibilidade 8 são ambientes com declividade e permeabilidade variável e, por estarem abrigadas à exposição das correntes, apresentam grande dificuldade de dispersão natural do óleo (WIECZOREK, 2005). Quando há um alto grau de fraturamento ou presença de matacões, existe a possibilidade da formação de depósitos que propiciam a percolação do óleo mais profundamente, causando contaminação do ambiente por um longo tempo.

Em substratos com índice de sensibilidade 9, caracterizados pela porosidade cárstica com feições de dissolução, são os substratos rochosos mais difíceis de serem limpos naturalmente e até mesmo por ações de limpeza planejadas. Nesses, não há um padrão de drenagem organizado e a presença de dolinas e de complexas redes de tubos, dutos, cavernas, galerias, rios e lagos subterrâneos podem dispersar o óleo por todas as partes, sem que haja qualquer tipo de controle sobre a trajetória do contaminante.

Estruturas artificiais

As estruturas artificiais foram classificadas em 4 tipos. Tanto suas características, quanto o comportamento previsível do óleo são semelhantes aos substratos rochosos. Dessa maneira, a sensibilidade foi atribuída de acordo com a permeabilidade, a exposição ao hidrodinamismo e a declividade, como demonstra o Quadro 30.

Quadro 30 - Especificação das estruturas artificiais e escala de sensibilidade.

Índice	Ambiente
1	• Estruturas artificiais impermeáveis, expostas (muros, pontes, píers, rampas, instalações portuárias e outros de concreto, madeira ou metal)
6	• Estruturas artificiais permeáveis, expostas (enrocamentos)
7	• Estruturas artificiais impermeáveis, abrigadas (muros, pontes, píers, rampas, instalações portuárias e outros de concreto, madeira ou metal)
8	• Estruturas artificiais permeáveis, abrigadas (enrocamentos)

As estruturas com índice de sensibilidade 1 estão frequentemente expostas à ação das correntes fluviais e devido à impermeabilidade do material são incapazes de acumular óleo de forma significativa. Em substratos íngremes, o óleo é levado para fora pelo movimento das águas contra as superfícies duras. Em substratos planos, apenas a adesão do óleo à superfície é esperada, principalmente se o produto envolvido apresentar maior densidade e viscosidade. Os óleos leves depositados são facilmente removidos pela ação das águas. O óleo adere facilmente às superfícies secas e rugosas, mas com maior dificuldade em substratos lisos e/ou molhados (WIECZOREK, 2005).

As estruturas com índice de sensibilidade 6, mesmo estando expostas à ação das correntes, são mais sensíveis, pois em substratos formados por blocos existe a tendência do produto penetrar entre os espaços, dificultando as ações de limpeza/remoção do óleo.

As estruturas com índice de sensibilidade 7 apresentam maior sensibilidade devido estarem abrigados da ação das correntes. Estruturas como pontes e píers, por exemplo, podem reter muito sedimento que, muitas vezes, é colonizado por vegetação, dificultando a limpeza do ambiente.

As estruturas com índice de sensibilidade 8 são substratos mais sensíveis, devido à heterogeneidade do material (blocos de rochas ou de cimento), que permite maior percolação e retenção do óleo. Devido sobretudo à baixa ação do hidrodinamismo, são ambientes difíceis de serem limpos naturalmente possibilitando a permanência do óleo por longo tempo.

Praias

As praias foram classificadas em 8 tipos (Quadro 31). A sensibilidade desses ambientes foi atribuída de acordo com as características do sedimento (granulometria) e sua dinâmica erosional/deposicional, que depende da ação das correntes.

Quadro 31 - Especificação das praias e escala de sensibilidade.

Índice	Ambiente
4	<ul style="list-style-type: none"> • Praia de areia fina a média, erosional ou transitória
5	<ul style="list-style-type: none"> • Praia de areia grossa, erosional ou transitória • Praia mista de areia e cascalho, erosional ou transitória • Praia de areia fina a média, deposicional
6	<ul style="list-style-type: none"> • Praia de cascalho (seixo e calhau), erosional ou transitória • Praia de areia grossa, deposicional

Índice	Ambiente
7	<ul style="list-style-type: none"> • Praia mista de areia e cascalho, deposicional • Praia de cascalho (seixo e calhau), deposicional

Praias com declividade suave e perfil relativamente plano são comumente associadas a outros ambientes contíguos como planícies de inundação. As praias fluviais possuem variação de sedimentos associados à morfologia do rio, sendo que em setores mais abrigados à ação das correntes tendem a possuir granulometria de areia mais fina do que aqueles setores com maior hidrodinamismo (WIECZOREK, 2005).

Em praias de areia fina a média a penetração do óleo no sedimento é baixa, podendo variar em torno de 10 cm de profundidade, onde o óleo permanece nas camadas superficiais. As pavimentações asfálticas poderão ser formadas caso haja uma pesada acumulação do contaminante, onde o óleo pode recobrir grandes extensões de areia, alterando a natureza e a estabilidade do substrato (WIECZOREK, 2005). Dependendo do hidrodinamismo da praia, pode haver acúmulo de sedimentos sobre o óleo, podendo até impedir sua visualização, como acontece em praias de caráter deposicional, em que os sedimentos vão se acumulando uns sobre os outros devido à ação das correntes. Em consequência disso, as praias deposicionais são consideradas mais sensíveis em relação às erosionais.

Nestes ambientes, os procedimentos de limpeza usualmente empregados podem ser realizados eficientemente, o que faz diminuir o tempo de residência do óleo (WIECZOREK, 2005).

Em praias de areia grossa a penetração do óleo pode superar 25 centímetros de profundidade no sedimento, elevando o tempo de permanência do óleo (WIECZOREK, 2005). O grau de penetração também depende das características do contaminante. O sedimento frouxo dessas praias se assemelha às praias oceânicas e, por isso, de acordo com Lopes; Milanelli; Poffo (2006) a limpeza e retirada do óleo são dificultadas operacionalmente.

Praias com mobilidade maior dos sedimentos como as praias de cascalho, se apresentam com maior sensibilidade devido à penetração do óleo, que pode atingir até 50 cm, dificultando as ações de limpeza. Essas possuem maior granulometria e conseqüentemente, maior espaço intersticial, por isso não são ambientes favoráveis à deposição de particulados finos e matéria orgânica. As operações de limpeza nesses ambientes podem causar erosão e a permanência do óleo pode ser elevada se houver soterramento ou retenção do mesmo em irregularidades do substrato (WIECZOREK, 2005).

Fácies dos sistemas deposicionais fluviais

As fácies dos sistemas deposicionais fluviais são os ambientes que foram atribuídas as maiores escalas de sensibilidade devido a sua dinâmica (Quadro 32).

Quadro 32 - Especificação das fácies e escala de sensibilidade.

Índice	Ambiente
9	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos de barras de meandro • Diques naturais seguidos por terraços ou vertentes • Diques naturais seguidos por planícies de inundação
10	<ul style="list-style-type: none"> • Meandros abandonados • Lagos de meandros • Planícies de inundação associadas à vegetação

Depósito de barras de meandro

Esses são depósitos de acreção lateral que dependem de três fatores internos como o tamanho do grão da carga suspensa e total, a velocidade do fluxo sobre os bancos e a taxa de migração dos canais. As barras são constituídas de sedimentos arenosos, siltico-argilosos ou conglomeráticos, pobremente selecionados ou com granulometria mais ou menos selecionada (SUGUIU; BIGARELLA,1990).

De acordo com Suguiu; Bigarella (1990, p. 95) "o processo de deposição lateral implica na acumulação de sucessivas camadas inclinadas de sedimentos na parte interna [margem convexa do canal], suavemente inclinada da curva de meandro, em harmonia com a erosão dos bancos externos mais íngremes [margem côncava do canal]". Esse processo é comum a canais relativamente retos com talvegues sinuosos e a canais meandrantés (SUGUIU; BIGARELLA,1990).

Como esses depósitos estão constantemente recebendo sedimentos, em caso de um derramamento de óleo o mesmo pode ser soterrado, dificultando as ações de limpeza. A natureza dos depósitos é variada, onde os sedimentos mais finos (siltico e siltico-argilosos) são depositados no topo da seção. Existem rios como o Amite (Louisiana) e Colorado (Texas), onde a sinuosidade é baixa e o gradiente é acentuado, promovendo o transporte de sedimentos mais grosseiros como areias, seixos e blocos (SUGUIU; BIGARELLA,1990). Neste caso o óleo poderá ter maior percolação entre os sedimentos grosseiros, dificultando as operações de limpeza. O tempo de permanência do óleo pode variar de acordo com a intensidade das correntes fluviais.

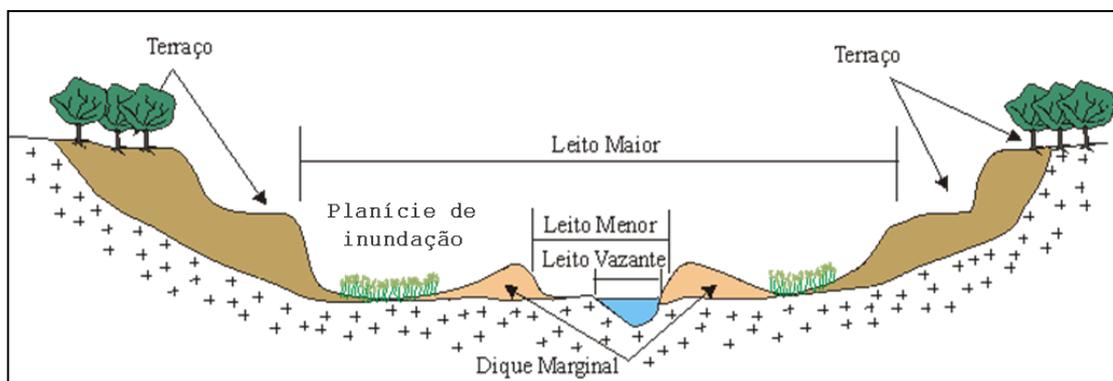
Diques naturais

De acordo com Suguiu; Bigarella (1990), os diques são acreções verticais dos depósitos de transbordamento. Esses ocorrem por processos sedimentares externos ao canal e são constituídos por sedimentos provenientes da carga suspensa mais grosseira. Os diques são mais desenvolvidos nas margens côncavas do canal em rios sinuosos a meandranes, porém em rios mais retilíneos tendem a ser bem desenvolvidos em ambas as margens.

O processo de deposição dos diques ocorre com o transbordamento da corrente sobre os bancos, após esse a velocidade da corrente diminui, o que dificulta o transporte dos sedimentos mais grosseiros que são depositados próximos aos bancos e os sedimentos mais finos tendem a ser depositados próximos às bacias de inundação (SUGUIU; BIGARELLA,1990). Nesse processo, o óleo derramado mais pesado pode ser depositado juntamente com os sedimentos grosseiros, dificultando as ações de limpeza, pois o produto pode penetrar mais profundamente no sedimento. O tempo de permanência do óleo tende a ser elevado, mas pode variar de acordo com as características de transbordamento da corrente sobre o banco.

Os diques podem se conectar com terraços e/ou planícies de inundação. O terraço é uma feição erosiva dos rios, esses são formados quando o rio escava os sedimentos da planície de inundação, formando áreas planas ou em bancadas limitadas por escarpas (SUGUIU; BIGARELLA,1990), como evidenciado no esquema da Figura 35, podem ser considerados como o antigo leito ou planície do canal.

Figura 35 - Desenho esquemático dos diques naturais, planície de inundação e terraços fluviais.



Fonte: Adaptado de Soares (2012).

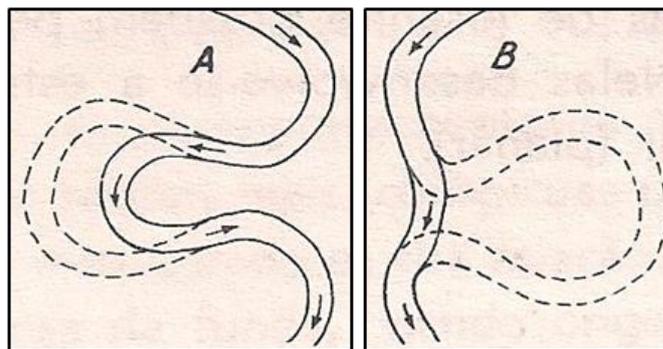
Meandros abandonados e lagos de meandros

O abandono dos meandros se deve às mudanças graduais nos cursos dos rios. Esse pode ser ocasionado por dois processos: atalhos de corredeira e atalhos em colo. O primeiro é resultado do encurtamento da curva do meandro pelo corte de um novo canal que surge por entre as barras do meandro, aproveitando a planície de inundação pantanosa. Com isso o arco do meandro abandonado é isolado do novo curso por sedimentos da carga de fundo, esse é preenchido progressivamente pela carga de sedimentos em suspensão conduzidos pelas enchentes (SUGUIU; BIGARELLA,1990). Nessa situação pode haver o confinamento e o soterramento do óleo, tornando a limpeza difícil devido à tendência do produto ser transferido para as camadas mais profundas dos sedimentos.

O atalho em colo é resultado do corte da parte estreita entre duas curvas de meandro que estão próximas. Nesses os sedimentos da carga de fundo preenchem as extremidades do canal abandonado dando origem a um lago, o preenchimento é progressivamente concretizado pelos sedimentos em suspensão durante as enchentes (SUGUIU; BIGARELLA,1990). Nessa situação pode haver o confinamento do óleo no lago de meandro em épocas de cheias. Esse é um ambiente rico em diversidade de espécies, como consequência da relativa estabilidade física e abundância de alimento, o que torna os lagos de meandro ambientes com alto índice de sensibilidade. Os efeitos de uma contaminação por óleo poderiam perdurar por longo tempo.

A Figura 36 exemplifica os diferentes tipos de abandono de canal citados.

Figura 36 - Diferentes tipos de abandono de canal.



A - Atalho de corredeira; B - Atalho em colo

Fonte: Allen (1965 apud SUGUIU; BIGARELLA,1990, p. 88)

Planícies de inundação associada à vegetação

A planície de inundação, também conhecida como várzea, é a principal forma determinada pela erosão lateral dos rios. Pode ser definida como uma área relativamente plana

situada entre as paredes de um vale, coberta por água em períodos de cheia. À planície de inundação está associada às bacias de inundação, que consistem em depressões constantemente alagadas. O processo predominante na planície, quando há o transbordamento do canal é o de suspensão que recobre a planície com camadas uniformes de silte e argila (SUGUIU; BIGARELLA, 1990; RICCOMINI; GIANNINI; MANCINI, 2001).

As planícies são áreas que apresentam diversos componentes biológicos que incluem vegetação, comunidades animal e microbiana. A composição vegetal geralmente apresenta espécies adaptadas a solos frequentemente alagados, como gramíneas, herbáceas e macrófitas (WIECZOREK, 2005).

Devido ao baixo hidrodinamismo são áreas muito vulneráveis que, em caso de uma contaminação por óleo, a ação natural de limpeza não será realizada de forma eficiente. Com a permanência do produto por maior período de tempo, os efeitos ao ecossistema podem intensificar-se e os processos de recuperação ocorrem apenas a longo prazo. O próprio sedimento, geralmente lamoso, retarda a biodegradação do óleo, devido à sua condição relativamente anóxica (WIECZOREK, 2005).

Nesses ambientes o óleo adere facilmente à vegetação, o que dificulta as ações de limpeza. A faixa de cobertura tem grande variação, dependendo muitas vezes do nível de água na altura da contaminação. As grandes camadas de óleo poderão persistir ao longo de múltiplos ciclos de cheias e secas. O contaminante pode penetrar apenas alguns centímetros no topo do sedimento ou em certas circunstâncias pode penetrar nas tocas dos animais e nas fendas existentes até 1 metro de profundidade (WIECZOREK, 2005).

As planícies de inundação são ambientes muito sensíveis à contaminação por óleo e devem ter prioridade em situações de contaminação.

Soleiras com rápidos e corredeiras e soleiras com cachoeiras

São ambientes em constante exposição à ação do hidrodinamismo, sendo incapazes de acumular óleo de forma significativa, mas o mesmo pode se misturar em toda a coluna d'água, por causa da turbulência ocasionada pela rugosidade do leito. Devido à natureza do substrato, pode haver ou não a penetração do óleo, de acordo com o grau de fraturamento. Nesses ambientes, por causa da intensidade do hidrodinamismo, mesmo sendo uma rocha que apresenta porosidade de fraturas a limpeza se processa de forma natural.

Em ambientes onde as cachoeiras se apresentam em forma de pavimentos rochosos com média declividade, geralmente se formam plataformas de largura variável e suave

inclinação, expostas à forte ação hidrodinâmica. Nessas, as superfícies das rochas podem ser irregulares, com numerosas poças e organismos associados como algas. As plataformas podem ser cobertas por uma fina cobertura de areia e cascalho e, muitas vezes, podem coexistir com praias de cascalho. Nessas condições o óleo não adere nas superfícies úmidas ou molhadas das rochas, mas pode penetrar nas fendas, poças e tocas ou nos sedimentos, sendo transportado através da plataforma e se acumular ao longo da linha de cheia. A persistência do contaminante é normalmente de curto prazo. Se existir praia, o óleo pode penetrar e persistir nos sedimentos. Os óleos leves têm tendência a ser removidos rapidamente pela ação das águas e evaporação. A persistência do óleo pode estender-se por um período de dias a meses, dependendo da especificidade do local, níveis de energia das águas e do tipo do produto (WIECZOREK, 2005).

Margens erosivas

As margens erosivas geralmente apresentam sedimentos inconsolidados e estão sobre ação constante das correntes fluviais. Essas são comuns a muitos tipos de drenagem, principalmente a margem côncava de rios meândricos.

A taxa de erosão é determinada por sua composição, onde os sedimentos incoerentes tendem a se desintegrar e são carregados pelas correntes; sedimentos coerentes ou mais compactos se desprendem em grandes fragmentos e em canais meandantes são depositados na margem convexa (SUGUIU; BIGARELLA, 1990), originando os depósitos de barras de meandro.

Essas feições apresentam substratos semipermeáveis ao óleo, com baixa penetração, onde o mesmo pode ser acumulado em pequena quantidade. A permanência do contaminante se dá a médio prazo e não há necessidade de ações limpeza, pois a mesma se processa de forma natural (WIECZOREK, 2005).

Ilhas fluviais

A formação das ilhas fluviais está associada diretamente à vazão e competência do rio (tamanho máximo do material que pode ser movido) vinculada à acumulação de sedimentos em áreas de baixa ação hidrodinâmica e pequena declividade.

O material de composição é basicamente areia, por isso o comportamento do óleo se assemelha ao das praias. Onde os sedimentos são constituídos de areia fina a média, o óleo

tem maior dificuldade de percolação podendo atingir 10 cm de profundidade. Em sedimentos mais grosseiros como areia grossa e seixos, a percolação do óleo será maior, podendo atingir até 50 cm de profundidade.

Confluência com coalescência de planícies fluviais

São áreas de bifurcação onde o rio principal recebe outros canais ou onde há convergência das águas para áreas de baixa ação hidrodinâmica como planícies fluviais, lagoas ou outras áreas.

Essas áreas são importantes nas épocas de cheia, pois podem proporcionar o acesso do óleo a locais mais abrigados, os quais apresentam ecossistemas importantes no processo reprodutivo e alimentar de várias espécies de peixes. Nessas confluências, o contaminante pode atingir as planícies ou lagoas impactando grandes extensões de áreas sensíveis, e podendo permanecer por vários meses (WIECZOREK, 2005).

Banco de substrato lamoso

Esses ambientes têm declive muito suave (eventualmente menos de um grau) e ficam expostos durante as secas, ocorrendo em áreas normalmente abrigadas da ação direta das correntes sendo, portanto, favoráveis à deposição de sedimentos finos (LOPES; MILANELLI.; POFFO, 2006).

Ambientes deposicionais como bancos de substrato lamoso são ricos biologicamente, como consequência da relativa estabilidade física e abundância de alimento (altos índices de matéria orgânica) (WIECZOREK, 2005).

Esses ambientes são geralmente saturados por água, com pouco espaço intersticial o que limita a penetração e adesão do óleo. Porém devido ao baixo hidrodinamismo, o tempo de permanência do óleo pode ser muito longo. Como resultado da ação da oscilação (cheia/ seca) do rio, o óleo tende a acumular na parte superior do ambiente.

Nesses ambientes a limpeza se torna difícil por causa da tendência do óleo em se transferir às camadas mais profundas, devido ao pisoteio ou outras ações. Esse substrato se apresenta inconsistente e de baixa trafegabilidade e, devido as suas condições geomorfológicas, hidrodinâmicas e biológicas, são ambientes de grande sensibilidade (WIECZOREK, 2005).

Vegetação ciliar

A presença da vegetação ciliar é um fator muito importante a ser considerado em um acidente envolvendo derramamento de óleo, pois dependendo do tipo e porte da vegetação pode haver retenção do contaminante de forma considerável. Ações de limpeza em margens densamente vegetadas podem ser muito difíceis, o que pode aumentar o tempo de permanência do óleo. Em áreas onde a ação hidrodinâmica é elevada, a limpeza natural pode se processar de forma mais rápida.

Índice de Sensibilidade Fluvial

Diante do exposto, um sistema de classificação foi proposto com o intuito de abranger aos diversos ambientes e feições presentes nos principais sistemas deposicionais fluviais em climas quentes e úmidos.

O Quadro 33 apresenta o sistema de classificação proposto, denominado Índice de Sensibilidade Fluvial, com atribuição de uma escala de sensibilidade com variação de 1 a 10 (do menos ao mais sensível).

Quadro 33 - Índice de Sensibilidade Fluvial ao Óleo proposto.

Índice	Ambiente
1	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa impermeável, exposta de alta a média declividade (rochas maciças: metamórfica e ígneas) • Estruturas artificiais impermeáveis, expostas (muros, pontes, píers, rampas, instalações portuárias e outros de concreto, madeira ou metal)
2	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa permeável, exposta de alta a média declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas) • Soleiras com cachoeiras
3	<ul style="list-style-type: none"> • Soleiras com rápidos e corredeiras • Margens erosivas seguidas por terraço
4	<ul style="list-style-type: none"> • Margens erosivas seguidas por vertentes • Praia de areia fina a média, erosional ou transitória
5	<ul style="list-style-type: none"> • Praia de areia grossa, erosional ou transitória • Praia mista de areia e cascalho, erosional ou transitória • Praia de areia fina a média, deposicional
6	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa impermeável, exposta de baixa declividade (rochas maciças: calcário, metamórfica e ígneas) • Margem rochosa permeável, exposta de baixa declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas) • Margem de matacões exposta • Estruturas artificiais permeáveis, expostas (enrocamentos) • Praia de cascalho (seixo e calhau), erosional ou transitória

Índice	Ambiente
	<ul style="list-style-type: none"> • Praia de areia grossa, deposicional
7	<ul style="list-style-type: none"> • Estruturas artificiais impermeáveis, abrigadas (muros, pontes, píers, rampas, instalações portuárias e outros de concreto, madeira ou metal) • Margem rochosa impermeável, abrigada de baixa declividade (rochas maciças: metamórficas e ígneas) • Praia mista de areia e cascalho, deposicional • Praia de cascalho (seixo e calhau), deposicional • Ilhas fluviais
8	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa permeável, abrigada de alta a média declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas) • Margem rochosa permeável, abrigada de baixa declividade (rochas ígneas e metamórficas com porosidade de fraturas, fissuras ou fendas) • Margem de matacões abrigada • Estruturas artificiais permeáveis, abrigadas (enrocamentos)
9	<ul style="list-style-type: none"> • Margem rochosa permeável (rochas sedimentares com porosidade cárstica e feições de dissolução) • Dique natural seguido por terraços ou vertentes • Dique natural seguido por planícies de inundação • Depósito de barras de meandro • Depósito de barras de meandro alagada • Confluência com coalescência de planícies fluviais • Banco de substrato lamoso
10	<ul style="list-style-type: none"> • Vegetação ciliar • Meandros abandonados • Lagos de meandros • Banco de macrófitas • Planície de inundação com lago • Planície de inundação com vegetação gramínea • Planície de inundação com vegetação herbácea • Planície de inundação com vegetação arbustiva • Planície de inundação com vegetação arbórea

O presente índice tem por finalidade representar a sensibilidade dos ambientes fluviais nas cartas de sensibilidade ambiental ao óleo (Cartas SAO) com o intuito de auxiliar os planos de contingência, os sistemas de emergência, a análise de risco, a avaliação de impactos ambientais e os sistemas de apoio à decisão para as ações de resposta em caso de acidentes envolvendo derramamento de óleo.

Capítulo 6 | CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das preocupações da presente pesquisa consistiu em ampliar as discussões sobre a temática de Sensibilidade Ambiental ao óleo para ambientes fluviais, com o intuito de estabelecer um Sistema de Classificação de maior abrangência, para suprir as necessidades de alguns dos principais ambientes encontrados nos sistemas deposicionais fluviais em climas quentes e úmidos. Desta forma, os objetivos deste estudo foram contemplados.

O método da pesquisa, alinhado aos objetivos propostos, também se demonstrou adequado, pois por meio das metodologias relacionadas foi possível a estruturação e desenvolvimento desse estudo para a obtenção dos melhores resultados.

Assim, algumas considerações foram delineadas no item 6.1, que se refere ao estabelecimento do Índice de Sensibilidade Fluvial (ISF); item 6.2, ao Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano (MORPH); e, item 6.3 a proposição de trabalhos futuros.

6.1. Sistema de Classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo em Ambientes Fluviais

Uma das preocupações do grupo de pesquisa (GP) em Sensibilidade Ambiental a Derrames de Petróleo tem sido a caracterização da sensibilidade ao óleo para os ambientes terrestres e o meio dulciaquícola. Em vista disso a tese desenvolvida por Martins (2012) buscou contribuir com os ambientes terrestres, propondo uma metodologia de mapeamento da sensibilidade das áreas adjacentes ao modal de transporte rodoviário, estabelecendo um Índice de Sensibilidade Terrestre (IST).

Neste contexto, o Sistema de Classificação de Sensibilidade Ambiental ao Óleo em Ambientes Fluviais proposto pela presente pesquisa, denominado Índice de Sensibilidade Fluvial (ISF), buscou suprir a necessidade do meio dulciaquícola ao conciliar uma variedade de ambientes presentes nos sistemas fluviais indicados pelos sistemas de classificação apresentados pelo NOAA, Petrobras e outros, além de elencar os parâmetros físicos fundamentais ao estabelecimento da sensibilidade.

Para a seleção dos parâmetros físicos foram investigadas as características físicas comumente associadas a cursos fluviais, onde as seguintes variáveis foram selecionadas: tipo e natureza do substrato de fundo e das margens; exposição da feição ao hidrodinamismo (ação das correntes); declividade das feições marginais; a vegetação marginal e o porte da vegetação associada à planície de inundação. A vegetação foi elencada pois influencia diretamente a dispersão e as condições de limpeza e/ou remoção do óleo.

A classificação de sensibilidade proposta adotou os mesmos padrões estabelecidos pelo GP de Sensibilidade Ambiental a Derrames de Petróleo para o litoral, onde se fundamentou nos aspectos físicos por meio da compreensão da geomorfologia e dos processos dinâmicos que integram os sistemas fluviais. Isso se deve, pois tais aspectos tem menor variabilidade temporal, diferente dos aspectos biológicos e socioeconômicos que podem sofrer alterações a curto prazo. Além disso, o meio físico determina o tipo de biota associada e os recursos de uso humano, estabelecendo complexas relações. Dessa forma, o mapeamento com base nos aspectos físicos não necessita ser atualizado constantemente.

A presente pesquisa buscou contribuir com o estabelecimento de ambientes não considerados pelos sistemas de classificação apresentados no capítulo 5, tais como a natureza dos afloramentos rochosos marginais ao contemplar a classificação genética (rochas ígneas, metamórficas e sedimentares) associada à porosidade (fraturas, fissuras ou fendas); e a especificação das fácies presentes nos sistemas de canais meandrantés (diques naturais, barras de meandros, meandros abandonados, lagos de meandros e planícies de inundação) comuns às regiões de clima úmido.

O ISF, por ser uma proposta inicial ainda não testada, deve ser aplicado aos mais diversos ambientes fluviais nacionais para avaliar sua eficácia. O mesmo poderá ser refinado para atender a outros ambientes não contemplados por este estudo. Por se tratar de uma associação entre os mais diversos ambientes presentes nos cursos fluviais norte americanos, em rios amazônicos de grande porte e nas fácies de sistemas deposicionais meandrantés, sua aplicação também pode ser prevista para os sistemas fluviais com variação climática entre equatorial, tropical úmido, subtropical úmido e temperado. Para ambientes com climas extremos (tropical seco, desértico quente e climas frios) o índice deverá ser adaptado.

As principais dificuldades enfrentadas ao estabelecimento do ISF estão relacionadas à incipiência da literatura específica sobre o tema, tanto para artigos que contemplem propostas de sistemas de classificação, quanto para o comportamento previsível do óleo em ambientes fluviais. Com base nesse último, houve a necessidade de utilização de literatura referente aos ambientes costeiros no caso dos afloramentos rochosos e granulometria das praias, pois estes

possuem características semelhantes. Diante disso, a presente pesquisa buscou contribuir com estudos futuros, ao apresentar uma investigação sobre as especificidades dos aspectos físicos (parâmetros e ambientes) que compõem os sistemas fluviais, bem como o comportamento previsível do óleo.

A proposta apresentada também visa contribuir como subsídio às Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo e aos planos de contingência para a determinação de ações de resposta mais precisas que auxiliem a recuperação dos ambientes presentes nos sistemas fluviais.

6.2. MORPH

O Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano se apresentou a princípio, como uma proposta de ferramenta de análise e comparação de objetos extraídos dos agentes textuais (publicações científicas). Essa ferramenta atendeu de certa forma no aspecto de análise, pois possibilitou evidenciar os aspectos físicos fundamentais ao estabelecimento da sensibilidade ambiental ao óleo. Porém demonstrou ser uma ferramenta um tanto complexa em seu entendimento e utilização para a extração de objetos de forma manual. Por outro lado, os *frames* forneceram uma visão sumarizada do texto, permitindo a releitura do mesmo sem precisar consultá-lo novamente na íntegra.

Ainda no aspecto da análise, a leitura dos objetos aos pares auxiliou na investigação minuciosa dos agentes textuais exaurindo todas as possibilidades de análises, amparando a compreensão da metodologia utilizada por cada autor e de seus processos de constituição.

Na análise dos pares algumas inconsistências foram evidenciadas em determinados objetos que se encontravam em relações de reforço. Algumas relações se apresentaram de forma invertida, mas não foi possível constatar se essas inversões podem ser alguma inconsistência da ferramenta ou se estão relacionadas à forma com que os autores delinearam os artigos, principalmente porque alguns dos agentes textuais analisados foram redigidos em língua inglesa, o que difere da constituição gramatical dos agentes redigidos em língua portuguesa.

As relações de reforço, como evidenciado no capítulo 5, podem ser consideradas as mais importantes, pois por meio dessas relações o especialista pode alavancar mudanças em todo o sistema inserindo variáveis externas que possam interferir no objeto que ocasiona tais mudanças.

No aspecto de comparação, a ferramenta não demonstrou ser tão relevante devido à pequena quantidade de artigos analisados. Essa ferramenta possivelmente forneceria melhores resultados se houvesse uma grande quantidade de agentes textuais a serem comparados, pois permitiria eleger um artigo de referência para posterior comparação a outros, com o intuito de identificar um conjunto de artigos que atendessem as especificidades estabelecidas pela referência.

É importante ressaltar que tanto a leitura do *frame* (geral e dos objetos aos pares), quanto a comparação por meio do software apresentaram-se como formas complementares de investigação dos agentes textuais, pois os aspectos físicos de interesse deste estudo foram evidenciados logo após a aplicação das etapas e diretrizes de extração dos objetos.

Para que a ferramenta fosse utilizada com facilidade, houve a necessidade em otimizar os processos apresentados nas etapas e diretrizes de extração, posicionamento e relacionamento dos objetos (variáveis) por meio de um fluxo adaptado de Costa (2012). Também houve a necessidade em estabelecer regras balizadas pelos princípios da linguística para a composição da Rede Proposicional (**P**) de forma eficaz.

MORPH acabou evidenciando um domínio de relações Não Controláveis e Imediatas em todos os agentes textuais, isso se deve, pois a Rede Proposicional estabelecida visava evidenciar os objetos correspondentes aos aspectos físicos naturais. Estes por serem sistemas naturais, certamente não podem ser controlados por ações humanas de forma imediata.

MORPH não se mostrou como a ferramenta mais adequada para representar os sistemas físicos em questão, pois a mesma foi concebida para revelar a dinâmica de sistemas complexos, muitas vezes subjetivos na área de Ciências Sociais Aplicadas. Ou seja, MORPH foi idealizado a princípio para revelar a lógica do pensamento humano, a ideia (conceito) que o agente especialista tem sobre determinado assunto, mas na presente pesquisa a ferramenta foi utilizada para revelar os aspectos físicos naturais que muitas vezes não estavam explícitos no texto.

Contudo, MORPH se apresentou como importante auxílio para elencar as variáveis fundamentais à avaliação da sensibilidade ambiental ao óleo, pois permitiu uma minuciosa investigação e uma leitura sistemática dos agentes textuais utilizados e comparados pela presente pesquisa.

6.3. Trabalhos futuros

A presente pesquisa também pretende contribuir com seu desdobramento em trabalhos futuros, pois existem muitos assuntos que possuem lacunas a serem preenchidas, como por exemplo a inserção de ambientes fluviais não referenciados por este estudo ao ISF.

Acredita-se também que possa servir como referência a trabalhos que visem uma investigação particularizada sobre os parâmetros físicos que subsidiam o ISF, e o comportamento previsível do óleo nos ambientes fluviais estudados, e nos que possam futuramente ser incorporados a este estudo.

É possível ainda ampliar o escopo da pesquisa, aplicando o Índice de Sensibilidade Fluvial ao mapeamento da sensibilidade de sistemas fluviais nacionais para a elaboração das Cartas SAO. Essas cartas visam apoiar a análise de risco, as medidas preventivas dos sistemas de emergência e os sistemas de apoio à decisão para as ações de resposta em caso de acidentes envolvendo contaminação por óleo, com o intuito de subsidiar a definição das áreas prioritárias de proteção e as áreas de sacrifício.

Prevê-se também a criação de um banco de dados geográfico com o intuito de compilar as informações sobre as características dos mais diversos ambientes fluviais, como subsidio a pesquisas futuras, bem como integrar os dados dos ambientes costeiros, terrestres e fluviais e disponibilizá-los para consulta online.

Trabalhos futuros realizados no sentido de desenvolver estudos sobre a sensibilidade dos aspectos bióticos e socioeconômicos complementariam os estudos de sensibilidade não contemplados por esta pesquisa.

Em adição, é importante evidenciar a ferramenta utilizada (MORPH), que por ser relativamente nova, pretende-se contribuir com sua divulgação para que possa ser aplicada a outras áreas do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

_____. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002b.

_____. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva as seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2003a.

_____. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003b.

_____. **NBR 6027**: informação e documentação: sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003c.

_____. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

ARAÚJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D. **Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo**: ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Rio de Janeiro: Petrobras, 2006.

AZEVEDO A. A.; ALBUQUERQUE FILHO, J. L. Águas Subterrâneas. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p.111-130.

BAIOCO, G. B.; ZAMBON, A. C.; MAGRIN, D. **MORPH**. Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano. Software para modelagem. Versão Beta. Limeira: UNICAMP, 2011. Disponível em: < <http://200.245.46.107/MorphProj/>>.

BIRKLAND, T. A.; LAURENCE, R.G. The social and political meaning of the Exxon Valdez oil spill. **Spill Science & Technology Bulletin**, Grã-Bretanha: Elsevier Science, v. 7, n. 1-2, p. 17-22, 2002.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo**. Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos. Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiro e Marinho. Brasília, 2004, 22 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Gerenciamento de riscos**. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/>>.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial** - o canal fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313 p.

COSTA, F. M. **Aquisição de conhecimento de agentes textuais baseada em MORPH**. 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2012.

DUBOIS-CHARLIER, F. **Bases da análise linguística**. Coimbra: Livraria Almeida, 1981, 334 p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Understanding oil spills and oil response**. EPA, 1999. Disponível em: <<http://www.epa.gov>>.

FERREIRA, M. F.; BEAUMORD, A. C. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhanduba, Itajaí, SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 12, n. 2, p. 61-72, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 159 p.

GUNDLACH, E.R. & HAYES, M.O. Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts. **Marine Technology Society Journal**, v. 2, n. 4, p. 18-27, 1978.

HAYES, M. O.; MICHEL, J.; DAHLIN, J. A. Identifying and mapping sensitive resources for inland area planing. In: **International Oil Spill Conference**. 1995, p. 365-371. Disponível em: <<http://ioscproceedings.org/>>.

HAYES, M O.; MICHEL, J.; MONTELLO, T. M.. The environmental sensitivity index (ESI) for mapping rivers and streams. In: **International Oil Spill Conference**. p. 343-350, 1997. Disponível em: <http://ioscproceedings.org>.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório Acidentes Ambientais 2006 e 2007**. 2008. 47 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

_____. **Relatório Acidentes Ambientais 2008**. 2009. 36 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

_____. **Relatório Acidentes Ambientais 2009**. 2010. 32 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

_____. **Relatório Acidentes Ambientais 2010**. 2011. 32 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

_____. **Relatório Acidentes Ambientais 2011**. 2012. 28 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

_____. **Relatório Acidentes Ambientais 2012**. 2013. 27 p. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Normas de apresentação tabular**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2003.

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION - IPIECA. **A guide to contingency planning for oil spills on water**. Série de relatórios de IPIECA. v.2, 2000. Disponível em: <<http://www.iecea.org>>.

JENSEN, J. R.; HALLS, N. J.; MICHEL, J. A system approach to environmental sensitivity index (ESI) mapping for oil spill contingency planning and response. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**. v. 64, n.10, p. 1003-1014, 1998.

LEVINE, R. I.; DRANG, D. E.; EDELSON, B. **Inteligência artificial e sistemas especialistas**. São Paulo: MacGraw-Hill, 1988, 263 p.

LOPES, C. F.; MILANELLI, J. C. C.; POFFO, I. R. F. **Ambientes costeiros contaminados por óleo: procedimentos de limpeza – manual de orientação**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2006. 120 p.

MAGALHÃES, F. S.; CELLA, P. R. C. Estruturas dos maciços rochosos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. p.39-55.

MAGRIN, D. H. **Consultas por similaridade ao conhecimento MORPH**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2012.

MARTINS, P. T. A. **Carta de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo em rodovias: proposta aplicada a estrada dos Tamoios (SP-099)**. 2012. 172 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012.

MENDOZA-CANTÚ, A.; HEYDRICH, S. C.; CERVANTES, I. S.; OROZCO, O. O. Identification of environmentally vulnerable areas with priority for prevention and management of pipeline crude oil spills. **Journal of Environmental Management**, n. 92, p. 1706-1713, 2011.

MENEZES, L. Sistema deposicional fluvial. In: **Mapeamento digital de análogos a reservatórios petrolíferos: exemplo para depósitos fluviais da unidade de Açú-3 - bacia Potiguar**. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

MESQUITA, R. M. **Gramática da língua portuguesa**. 8. ed. São Paulo: Saraiva, 1999, 608 p.

MICHEL, J; HAYES, M. O.; BROWN, P. L. Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of Lower Cook Inlet, Alaska. **Environment Geology**, v. 2, p. 107-117, 1978.

MICHEL, J.; HAYES, M. O.; DAHLIN, J. A. **Sensitivity mapping of inland areas**: technical support to the inland area planning committee working group USEP region 5. Hazmat Report. 69 p., 1994.

MOE, K. A; SKEIE, G. M.; BRUDE, O. W.; LOVAS, S. M.; NEDREBOS, M.; WESLAWSKI, J. M. The Svalbard intertidal zone: a concept for the use of GIS in applied oil sensitivity, vulnerability and impact analyses. **Spill Science & Technology Bulletin**, v. 6, n. 2, p. 187-206, 2000.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION - NOAA. **Environmental sensitivity index guidelines, Version 3.0**. NOAA Technical Memorandum NOS ORCA 115. Seattle: Hazardous Materials Response and Assessment Division, 79 p., 2002.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de metodologia científica**: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002. 321 p.

OWENS, E. H.; ROBILLIARD, G. A. Shoreline sensitivity and oil spills – a re-evaluation for the 1980's. **Marine Pollution Bulletin**. v. 12, n. 3, p. 75-78, 1981.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P. C.; MANCINI, F. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. p. 191-204.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SOARES, R. **Glossário**: geodinâmica externa e risco geológico. 2012. Disponível em <<http://rusoares65.pbworks.com>>. Acesso em 10 ago 2013.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. Florianópolis: UFSC, 1990. 181 p.

TOMÉ, I. M. **Modelo para análise da sustentabilidade empresarial com base em MORPH**. 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2012.

WIECZOREK, A. **Mapeamento de sensibilidade a derramamentos de petróleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso** – PEIC e áreas de entorno. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado

em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

WIECZOREK, A. **Estudo da sensibilidade a derrames de óleo do rio Atibaia à jusante do polo petroquímico de Paulínia**. Relatório de Projeto de Pesquisa. Programa de Auxílio à Pesquisa. Fundação Mapfre, 2005. 156 p. Trabalho não publicado.

ZAMBON, A. C.; BAIOCO, G. B.; MAGRIN, D. H. MORPH – Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano. In: CLDS, 2012, Buenos Aires. *Anais do X Congresso Latinoamericano de Dinâmica de Sistemas*. Buenos Aires: CLDS, 2012, p. 1-9.

ZAMBON, A. C. **Uma contribuição ao processo de aquisição e sistematização do conhecimento multiespecialista e sua modelagem baseada na dinâmica de sistemas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

GLOSSÁRIO

A

ações de resposta. Procedimentos e técnicas de limpeza planejadas destinadas ao combate à derramamentos de óleo.

aquisição do conhecimento. Processo no qual o engenheiro do conhecimento (profissional que extrai e explicita conhecimento de especialistas para incorporá-lo em um sistema computacional) coleta, organiza, verifica, testa, valida fatos, regras e procedimentos utilizados por especialistas para executar uma determinada tarefa.

áreas prioritária de proteção. Locais em que os esforços de combate e limpeza devem ser priorizados, devido a alta sensibilidade.

áreas de sacrifício. Locais em que os esforços de combate e limpeza podem ser secundarizados ou utilizadas como áreas em que o óleo pode ser desviado, ou para atividades de remoção do contaminante.

C

cartas SAO (Cartas de Sensibilidade Ambiental ao Óleo). Documentos cartográficos desenvolvidos como parte dos planos de contingência e resposta a vazamentos de óleo, que têm por objetivo a identificação da sensibilidade das áreas atingidas.

conceito. Ideia sobre algo, que proporciona um meio de compreender o mundo. Representação mental de uma categoria, uma proposição que se obtém pela decomposição de uma rede proposicional fundamental. Uma imagem subjetiva do mundo objetivo, uma imagem acústica, uma imagem mental. Enquanto uma imagem sensível é coerente e particular, o conceito é abstrato e geral.

conhecimento especialista. Todo conhecimento construído por agentes humanos sobre um assunto de domínio específico, expresso verbalmente tanto na forma escrita (artigos científicos), quanto falada (entrevistas).

critério. Trata de tudo que serve como uma norma para julgamento, que une concito ao objeto e deve ser declarado para que seja possível reconhecer os objetos.

D

Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics* - SD). Proposta desenvolvida na década de 50 pelo engenheiro eletricitista Jay Forrester na escola de administração *Sloan School of Management* do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute Technology* - MIT). É uma metodologia que compreende em identificar características de qualquer sistema tal como relações de causa e efeito, tempo de resposta de ações e efeitos de realimentação, ou seja, um conjunto de ferramentas e métodos que tem por objetivo a análise e o estudo do funcionamento de sistemas dinâmicos (sistemas que sofrem alteração ao longo do tempo).

dulciaquícola. Ambientes de águas continentais (água doce) que podem ser lóticos, ambientes de água corrente, bem oxigenados como os sistemas fluviais; e lênticos, ambientes de água com pouca circulação como poças, brejos, lagoas e represas.

E

eixo de controlabilidade. Representa os objetos com vínculo atemporal referente as competências do agente em intervir diretamente para explicar ou solucionar o domínio sobre estes elementos (objetos).

eixo da temporabilidade. Representa os elementos (objetos) com vínculo temporal referente as memórias de curto e longo prazo.

elicitação de conhecimento. Termo utilizado nas áreas de Engenharia do Conhecimento e Computação que tem por finalidade explicitar o conhecimento de um agente humano, ou seja,

extrair uma informação subjetiva. Elicitar significa descobrir, torna explícito, obter o máximo de informações para o conhecimento do objeto em questão.

F

frame MORPH. menor unidade de conhecimento de um agente e representa um conceito, de forma estruturada, sobre um determinado problema ou sobre uma situação.

H

heurística. Conjunto de técnicas e métodos que conduzem à resolução de problemas.

heurística de meios e fins. Forma de resolução de problemas dividindo-os em problemas menores. Processo de identificação dos fins para idealizar os meios que emprega para alcançá-los.

hidrocarbonetos. São compostos orgânicos formados unicamente por carbono e hidrogênio unidos tetraedricamente por ligação covalente assim como todos os compostos orgânicos. Os hidrocarbonetos são a chave principal da química orgânica, visto que são eles que fornecem as coordenadas principais para formação de novas cadeias e posteriormente para nomenclatura de outros compostos. Praticamente todos os alcanos ocorrem naturalmente no gás natural do petróleo, enquanto que os mais pesados, alcenos e alcinos são obtidos no processo de refinação. Podendo também ser sintetizados em laboratório.

hipótese. Suposição duvidosa, mas não improvável, [...] pela qual se antecipa um conhecimento, e que poderá ser posteriormente confirmada direta ou indiretamente.

hipótese proposicional. Declaração de fé segundo a qual tanto as informações imaginais, quanto as verbais são representadas na forma de proposições, que são os significados subjacentes às várias relações entre conceitos.

M

memória. São os meios pelos quais as pessoas recorrem ao conhecimento passado, a fim de utilizá-lo no presente; os mecanismos dinâmicos associados à recuperação da informação; as três operações pelas quais a informação é tratada pela memória e para a memória, tais como: codificação, armazenamento e recuperação.

memória de curto prazo. Memória que contém somente pequena quantidade de informações que as pessoas usam de maneira ativa. Esta também é chamada de memória de trabalho.

memória de longo prazo. Memória que contém a lembrança de experiências e informações que acumula-se durante toda a vida. Pode ser do tipo implícita ou explícita, sendo subdividida em três grupos: memória episódica, define o "saber que", utilizada em fatos e eventos experimentados em contexto espacial e temporal envolvendo informações autobiográficas; a memória procedural, que refere-se ao conhecimento sobre o modo de fazer alguma coisa; e a memória semântica, utilizada para conhecimentos que independem do contexto, como significado de palavras ou conceitos.

memória de trabalho. Memória de duração muito curta e imediata dos itens que se processa em determinado momento, ou seja, uma fração de memória que pode ser considerada como uma parte especializada da memória de longo prazo; mantém apenas a fração ativada mais recentemente deste tipo de memória e transfere esses elementos ativados para dentro e para fora da memória de curto prazo.

memória episódica. Codificação, armazenamento e recuperação de eventos ou episódios que a pessoa que recorda vivenciou pessoalmente em um determinado tempo e lugar.

memória procedural. Memórias que as pessoas têm sobre o modo de fazer algo.

memória semântica. Codificação, armazenamento e recuperação de fatos (ex. conhecimento declarativo a respeito do mundo); em alguns modelos, os fatos não descrevem as experiências singulares da pessoa que evoca os fatos (ex. memória episódica).

Modelo Orientado à Representação do Pensamento Humano - MORPH. Idealizada por Zambon em sua Tese de Doutorado em 2006. Esse modelo consiste na construção de mapas mentais por meio do estudo da controlabilidade e da posição dos objetos no espaço-tempo.

O

objeto. Sintagma nominal que contém o sentido conotativo do termo ou um conjunto de palavras. Dentro do processo de extração, as metodologias ou conceitos são reveladas pela pergunta “com que se define?” e as ferramentas ou critérios, pela pergunta “como?”. Estas duas questões revelam os meios, além de associar os meios aos fins, considerando “cada efeito” descrito em um agente textual (fim) como o objeto (significado e o significante), deve estar associado às “metodologias” e “ferramentas” de utilização (meios).

óleo. Termo designado a qualquer tipo de substancia oleosa e qualquer forma de hidrocarboneto (petróleo de derivados) incluindo óleo cru, óleo combustível, borracha, resíduos de petróleo e produtos refinados.

P

parâmetro. Elemento importante a ser considerado na avaliação de uma situação para compreender um fenômeno em detalhe. Também pode ser considerado como uma variável à qual, em uma relação determinada ou em uma questão específica, se atribui um papel particular e distinto de outras variáveis.

planos de contingência. Ações destinadas a reduzir as proporções de um derramamento de óleo.

petróleo. Palavra derivada do latim *petroleum*, *petrus* = pedra e *oleum* = óleo, é uma substância oleosa, inflamável, geralmente menos densa que a água, com cheiro característico e coloração que pode variar desde o incolor ou castanho claro até o preto, passando por verde e marrom (castanho). Trata-se de uma combinação complexa de hidrocarbonetos, composta na sua maioria de hidrocarbonetos alifáticos, alicíclicos e aromáticos, podendo conter também quantidades pequenas de nitrogênio, oxigênio, compostos de enxofre e íons metálicos,

principalmente de níquel e vanádio. Esta categoria inclui petróleos leves, médios e pesados, assim como os óleos extraídos de areias impregnadas de alcatrão. Materiais hidrocarbonatados que requerem grandes alterações químicas para a sua recuperação ou conversão em matérias-primas para a refinação do petróleo, tais como óleos de xisto crus, óleos de xisto enriquecidos e combustíveis líquidos de hulha, não se incluem nesta definição.

proposição. Declaração de fé que pode ser verdadeira ou falsa, em relação ao raciocínio dedutivo; é um significado subjacente representando um conceito ou uma relação entre conceitos, em relação à representação do conhecimento.

psicologia cognitiva. Estudo de como as pessoas percebem, aprendem, recordam e ponderam a informação.

R

rede proposicional fundamental. Menor unidade de conhecimento formada na memória de trabalho, que identifica um contexto que se deseja entender ou sobre o qual se deseja decidir. É composta de proposições relacionadas, que perfaz uma estrutura indivisível e que, para ser entendida, necessita ser analisada sistemicamente.

representação do conhecimento. Forma mental pela qual as pessoas conhecem as coisas, ideias, os eventos etc. que existem fora de suas mentes.

resolução de problemas. Processo cujo objetivo é superar obstáculos que atrapalham o caminho para uma solução.

S

semiótica. Trata da ciência geral dos signos, que estuda os sistemas de significação.

sensibilidade. Aspecto do conceito de vulnerabilidade associado à forma de resposta da comunidade ao contato com o óleo.

sintagmas. São as unidades de significado de uma frase de acordo com as leis que regem o idioma. Por exemplo: “As margaridas murcharam”. [As margaridas] (primeiro sintagma); [murcharam] (segundo sintagma). Na frase aparecem dois sintagmas. Se no primeiro grupo escrever “Margaridas as”, não se obtém um sintagma, pois tal sequência estaria contrariando as leis sintagmáticas da língua portuguesa. Nesta frase o primeiro sintagma se organiza em torno de um substantivo ou nome e é denominado “sintagma nominal” (SN). O segundo sintagma tem como base um verbo, portanto é denominado “sintagma verbal” (SV).

T

tomada de decisão. Processo de pensamento para avaliar e escolher entre diversas alternativas.

V

vulnerabilidade. Conceito complexo que contempla aspectos como suscetibilidade, que trata da possibilidade ou risco de um ambiente ser atingido; possibilidade de limpeza e recuperação de um ambiente; resiliência e sensibilidade da comunidade.

APÊNDICE A - PLANILHAS DE ELICITAÇÃO DO CONHECIMENTO

Bibliografia de referência: HAYES, M O.; MICHEL, J.; DAHLIN, J. A. Identifying and mapping sensitive resources for inland area planing. In: International Oil Spill Conference. 1995, p. 365-371.

Quadro 1 - Extração de Critérios da P.

Perg.	Conceito	Resp.	Crítério
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₁ - Grandes rios
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₂ - Pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)
Com que se define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	c ₃ - Planejamento de contingência
Com que se define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade
Com que se define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	c ₅ - Mapeamentos de base
Com que se define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	c ₆ - Tipos de rio

Quadro 2 - Extração de Objetos da P.

Perg.	Crítério	Verbo	Conceito	Resp.	Objeto
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁ - bancos rochosos
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂ - estruturas artificiais
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₃ - lajes de leito rochoso
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₅ - barras de areia
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₆ - bancos de areia
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₇ - declividade
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₈ - enrocamentos
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₉ - escarpas vegetadas
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₀ - bancos vegetados
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₁ - substrato lamoso
Como	c ₁ - Grandes rios	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₂ - pântanos de água doce
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₃ - gradiente
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₄ - descarga
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₅ - clima
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₆ - tipologia do canal
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₇ - barras
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₈ - vegetação ribeirinha
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₉ - fluxo de correntes
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂₀ - substrato de fundo
Como	c ₂ - Pequenos rios e córregos	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂₁ - bancos
Como	c ₃ - Planejamento de contingência	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₂ - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)
Como	c ₃ - Planejamento de contingência	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₃ - áreas prioritárias de proteção
Como	c ₃ - Planejamento de contingência	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₄ - estratégias de proteção
Como	c ₃ - Planejamento de contingência	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₅ - limpeza da área

Perg.	Critério	Verbo	Conceito	Resp.	Objeto
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₆ - planejamento e ação de resposta
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₇ - desenvolvimento de diretrizes
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₈ - levantamento técnico
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₂₉ - métodos de análise e apresentação dos dados
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₀ - habitats marginais
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₁ - recursos biológicos sensíveis
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₂ - recursos de uso humano
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₃ - áreas alagadas isoladas
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₄ - pequenos lagos
Como	c ₄ - Mapeamento de Sensibilidade	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₅ - localização das instalações
Como	c ₅ - Mapeamentos de base	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₆ - hidrologia
Como	c ₅ - Mapeamentos de base	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₇ - estradas de ferro
Como	c ₅ - Mapeamentos de base	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₃₈ - uso/cobertura do solo
Como	c ₆ - Tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₃₉ - grandes rios
Como	c ₆ - Tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₄₀ - pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)
Como	c ₆ - Tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₄₁ - rio meandrante

Quadro 3 - Posicionamento dos Objetos no Eixo de Temporalidade.

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₁ - bancos rochosos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁ - bancos rochosos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₂ - estruturas artificiais	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₂ - estruturas artificiais	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₃ - lajes de leito rochoso	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₃ - lajes de leito rochoso	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₅ - barras de areia	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₅ - barras de areia	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₆ - bancos de areia	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₆ - bancos de areia	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₇ - declividade	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₇ - declividade	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₈ - enrocamentos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₈ - enrocamentos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₉ - escarpas vegetadas	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₉ - escarpas vegetadas	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₀ - bancos vegetados	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₀ - bancos vegetados	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₁ - substrato lamoso	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₁ - substrato lamoso	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₂ - pântanos de água doce	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₂ - pântanos de água doce	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₃ - gradiente	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₃ - gradiente	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₄ - descarga	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₄ - descarga	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₅ - clima	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₅ - clima	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₆ - tipologia do canal	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₆ - tipologia do canal	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₇ - barras	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₇ - barras	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj18 - vegetação ribeirinha	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj18 - vegetação ribeirinha	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj19 - fluxo de correntes	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj19 - fluxo de correntes	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj20 - substrato de fundo	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj20 - substrato de fundo	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj21 - bancos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj21 - bancos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj22 - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	Se	Obj22 - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	IM - Imediata
Obj23 - áreas prioritárias de proteção	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	Se	Obj23 - áreas prioritárias de proteção	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	IM - Imediata
Obj24 - estratégias de proteção	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj25 - limpeza da área	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj26 - planejamento e ação de resposta	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj27 - desenvolvimento de diretrizes	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj28 - levantamento técnico	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj29 - métodos de análise e apresentação dos dados	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj30 - habitats marginais	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	Se	Obj30 - habitats marginais	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	IM - Imediata
Obj31 - recursos biológicos sensíveis	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	Se	Obj31 - recursos biológicos sensíveis	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	IM - Imediata
Obj32 - recursos de uso humano	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj33 - áreas alagadas isoladas	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	Se	Obj33 - áreas alagadas isoladas	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	IM - Imediata
Obj34 - pequenos lagos	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj35 - localização das instalações	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₃₆ - hidrologia	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₃₇ - estradas de ferro	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₃₈ - uso/cobertura do solo	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₃₉ - grandes rios	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₃₉ - grandes rios	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₄₀ - pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₄₀ - pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₄₁ - rio meandrante	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₄₁ - rio meandrante	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata

Quadro 4 - Posicionamento dos Objetos no Eixo da Controlabilidade.

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁ - bancos rochosos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁ - bancos rochosos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₂ - estruturas artificiais	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₃ - lajes de leito rochoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₃ - lajes de leito rochoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₅ - barras de areia	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₅ - barras de areia	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₆ - bancos de areia	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₆ - bancos de areia	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₇ - declividade	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₇ - declividade	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₈ - enrocamentos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₉ - escarpas vegetadas	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₉ - escarpas vegetadas	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj10 - bancos vegetados	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj10 - bancos vegetados	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj11 - substrato lamoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj11 - substrato lamoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj12 - pântanos de água doce	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj12 - pântanos de água doce	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj13 - gradiente	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj13 - gradiente	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj14 - descarga	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj14 - descarga	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj15 - clima	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj15 - clima	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj16 - tipologia do canal	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj16 - tipologia do canal	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj17 - barras	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj17 - barras	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj18 - vegetação ribeirinha	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj18 - vegetação ribeirinha	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj19 - fluxo de correntes	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj19 - fluxo de correntes	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj20 - substrato de fundo	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj20 - substrato de fundo	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj21 - bancos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj21 - bancos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj22 - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj22 - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj23 - áreas prioritárias de proteção	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj24 - estratégias de proteção	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj25 - limpeza da área	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj25 - limpeza da área	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	PN - Penumbra
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj26 - planejamento e ação de resposta	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj27 - desenvolvimento de diretrizes	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj28 - levantamento técnico	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj28 - levantamento técnico	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	PN - Penumbra
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj29 - métodos de análise e apresentação dos dados	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj30 - habitats marginais	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj30 - habitats marginais	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj31 - recursos biológicos sensíveis	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj31 - recursos biológicos sensíveis	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj32 - recursos de uso humano	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj32 - recursos de uso humano	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	PN - Penumbra
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj33 - áreas alagadas isoladas	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj33 - áreas alagadas isoladas	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj34 - pequenos lagos	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj34 - pequenos lagos	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj35 - localização das instalações	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj35 - localização das instalações	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj36 - hidrologia	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj36 - hidrologia	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj37 - estradas de ferro	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj37 - estradas de ferro	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj38 - uso/cobertura do solo	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj38 - uso/cobertura do solo	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj39 - grandes rios	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj39 - grandes rios	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj40 - pequenos rios e córregos	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj40 - pequenos rios e córregos	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
	(bacia hidrográfica)					(bacia hidrográfica)				
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₄₁ - rio meandrante	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₄₁ - rio meandrante	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável

Quadro 5 - Relacionamento entre os objetos (sentido e intensidade da relação).

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁ - bancos rochosos	e	Obj₂ - estruturas artificiais	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂ - estruturas artificiais	e	Obj₃ - lajes de leito rochoso	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃ - lajes de leito rochoso	e	Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₄ - margens em sedimentos inconsolidados	e	Obj₅ - barras de areia	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₅ - barras de areia	e	Obj₆ - bancos de areia	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₆ - bancos de areia	e	Obj₇ - declividade	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₇ - declividade	e	Obj₈ - enrocamentos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₈ - enrocamentos	e	Obj₉ - escarpas vegetadas	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₉ - escarpas vegetadas	e	Obj₁₀ - bancos vegetados	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₀ - bancos vegetados	e	Obj₁₁ - substrato lamoso	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₁ - substrato lamoso	e	Obj₁₂ - pântanos de água doce	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₂ - pântanos de água doce	e	Obj₁₃ - gradiente	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₁₂ (→) Obj₁₃	Obj₁₂ - pântanos de	Influencia a situação do...	Obj₁₈ - Declividade	Não	R - Reforço
Obj₁₃ - gradiente	e	Obj₁₄ - descarga	encontram-se no mesmo critério e	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj ₁₄ - descarga	e	Obj ₁₅ - clima	conceito? encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₁₅ - clima	e	Obj ₁₆ - tipologia do canal	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₁₆ - tipologia do canal	e	Obj ₁₇ - barras	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₁₇ - barras	e	Obj ₁₈ - vegetação ribeirinha	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₁₈ - vegetação ribeirinha	e	Obj ₁₉ - fluxo de correntes	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₁₉ - fluxo de correntes	e	Obj ₂₀ - substrato de fundo	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₂₀ - substrato de fundo	e	Obj ₂₁ - bancos	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₂₁ - bancos	e	Obj ₂₂ - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Não	Obj ₂₁ (→) Obj ₂₂	Obj ₂₁ - bancos	Influencia a situação do...	Obj ₂₂ - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	Não	R - Reforço
Obj ₂₂ - Distribuição temporal e espacial (rec. sensíveis)	e	Obj ₂₃ - áreas prioritárias de proteção	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₂₃ - áreas prioritárias de proteção	e	Obj ₂₄ - estratégias de proteção	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₂₄ - estratégias de proteção	e	Obj ₂₅ - limpeza da área	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₂₅ - limpeza da área	e	Obj ₂₆ - planejamento e ação de resposta	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Não	Obj ₂₅ (→) Obj ₂₆	Obj ₂₅ - limpeza da área	Influencia a situação do...	Obj ₂₆ - planejamento e ação de resposta	Não	R - Reforço
Obj ₂₆ - planejamento e ação de resposta	e	Obj ₂₇ - desenvolvimento de diretrizes	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj ₂₇ - desenvolvimento de diretrizes	e	Obj ₂₈ - levantamento técnico	encontram-se no mesmo critério e conceito?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₂₈ - levantamento técnico	e	Obj₂₉ - métodos de análise e apresentação dos dados	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₉ - métodos de análise e apresentação dos dados	e	Obj₃₀ - habitats marginais	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₀ - habitats marginais	e	Obj₃₁ - recursos biológicos sensíveis	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₁ - recursos biológicos sensíveis	e	Obj₃₂ - recursos de uso humano	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₂ - recursos de uso humano	e	Obj₃₃ - áreas alagadas isoladas	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₃ - áreas alagadas isoladas	e	Obj₃₄ - pequenos lagos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₄ - pequenos lagos	e	Obj₃₅ - localização das instalações	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₅ - localização das instalações	e	Obj₃₆ - hidrologia	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₃₅ (→) Obj₃₆	Obj₃₅ - localização das instalações	Influencia a situação do...	Obj₃₆ - hidrologia	Não	R - Reforço
Obj₃₆ - hidrologia	e	Obj₃₇ - estradas de ferro	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₇ - estradas de ferro	e	Obj₃₈ - uso/cobertura do solo	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃₈ - uso/cobertura do solo	e	Obj₃₉ - grandes rios	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₃₈ (→) Obj₃₉	Obj₃₈ - uso/cobertura do solo	Influencia a situação do...	Obj₃₉ - grandes rios	Não	R - Reforço
Obj₃₉ - grandes rios	e	Obj₄₀ - pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₄₀ - pequenos rios e córregos (bacia hidrográfica)	e	Obj₄₁ - rio meandrante	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Bibliografia de referência: HAYES, M O.; MICHEL, J.; MONTELLO, T. M.. The environmental sensitivity index (ESI) for mapping rivers and streams. In: International Oil Spill Conference. 1997, p. 343-350.

Quadro 6 - Extração de Critérios da P.

Perg.	Conceito	Resp.	Critério
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₁ - Padrão de drenagem
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₂ - Áreas alagáveis
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₃ - Leito do rio
Com que se define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	c ₄ - <i>Reach Sensitivity Index</i>
Com que se define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	c ₅ - tipos de rio

Quadro 7 - Extração de Objetos da P.

Perg.	Critério	Verbo	Conceito	Resp.	Objeto
Como	c ₁ - Padrão de drenagem	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁ - Fluxo da corrente
Como	c ₁ - Padrão de drenagem	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂ - Bancos
Como	c ₁ - Padrão de drenagem	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₃ - Canal meandrante
Como	c ₁ - Padrão de drenagem	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₄ - Canal anastomosado
Como	c ₂ - Áreas alagáveis	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₅ - Pântanos
Como	c ₂ - Áreas alagáveis	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₆ - Oxbow lakes
Como	c ₂ - Áreas alagáveis	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₇ - Floresta superior alagável
Como	c ₃ - Leito do rio	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₈ - Leito arenoso
Como	c ₃ - Leito do rio	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₉ - Leito rochoso
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₀ - Dificuldade em conter e recuperar o óleo
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₁ - Vulnerabilidade das áreas alagáveis
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₂ - Navegabilidade
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₃ - Padrão de drenagem
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₄ - Tamanho do canal
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₅ - Pontos de coleta do óleo
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₆ - Fugas e bifurcações
Como	c ₄ - Reach Sensitivity Index	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₇ - Tempo de residência do óleo
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₈ - Declividade
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₉ - Descarga
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₀ - Áreas alagáveis
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₁ - Leito rochoso
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₂ - Tipo de solo
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₃ - Escoamento superficial
Como	c ₅ - tipos de rio	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₄ - Permeabilidade

Quadro 8 - Posicionamento dos Objetos no Eixo de Temporalidade.

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₁ - Fluxo da corrente	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁ - Fluxo da corrente	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₂ - Bancos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₂ - Bancos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₃ - Canal meandrante	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₃ - Canal meandrante	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₄ - Canal anastomosado	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₄ - Canal anastomosado	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₅ - Pântanos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₅ - Pântanos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₆ - Oxbow lakes	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₆ - Oxbow lakes	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₇ - Floresta superior alagável	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₇ - Floresta superior alagável	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Não	RC - Recente
Obj₈ - Leito arenoso	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₈ - Leito arenoso	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₉ - Leito rochoso	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₉ - Leito rochoso	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₀ - Dificuldade em conter e recuperar o óleo	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₀ - Dificuldade em conter e recuperar o óleo	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₁ - Vulnerabilidade das áreas alagáveis	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₁ - Vulnerabilidade das áreas alagáveis	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₂ - Navegabilidade	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₂ - Navegabilidade	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₃ - Padrão de drenagem	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₃ - Padrão de drenagem	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₄ - Tamanho do canal	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₄ - Tamanho do canal	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₅ - Pontos de coleta do óleo	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₅ - Pontos de coleta do óleo	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₆ - Fugas e bifurcações	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₆ - Fugas e bifurcações	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₇ - Tempo de residência do óleo	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₇ - Tempo de residência do óleo	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₁₈ - Declividade	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₁₈ - Declividade	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₉ - Descarga	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₁₉ - Descarga	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₂₀ - Áreas alagáveis	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₂₀ - Áreas alagáveis	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₂₁ - Leito rochoso	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₂₁ - Leito rochoso	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₂₂ - Tipo de solo	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₂₂ - Tipo de solo	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₂₃ - Escoamento superficial	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₂₃ - Escoamento superficial	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₂₄ - Permeabilidade	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₂₄ - Permeabilidade	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata

Quadro 9 - Posicionamento dos Objetos no Eixo da Controlabilidade.

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁ - Fluxo da corrente	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁ - Fluxo da corrente	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₂ - Bancos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₂ - Bancos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₃ - Canal meandrante	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₃ - Canal meandrante	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₄ - Canal anastomosado	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₄ - Canal anastomosado	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₅ - Pântanos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₅ - Pântanos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₆ - Oxbow lakes	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₆ - Oxbow lakes	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₇ - Floresta superior alagável	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₇ - Floresta superior alagável	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₈ - Leito arenoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₈ - Leito arenoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₉ - Leito rochoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₉ - Leito rochoso	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj10 - Dificuldade em conter e recuperar o óleo	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj10 - Bancos de areia	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj11 - Vulnerabilidade das áreas alagáveis	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj11 - Tipo de substrato de fundo	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj12 - Navegabilidade	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj12 - Altura média da margem	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj13 - Padrão de drenagem	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj13 - Declividade da margem	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj14 - Tamanho do canal	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj14 - Substrato da margem	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj15 - Pontos de coleta do óleo	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj15 - Vegetação de margem	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	PN - Penumbra
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj16 - Fugas e bifurcações		C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj16 - Fugas e bifurcações	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj17 - Tempo de residência do óleo		C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj17 - Tempo de residência do óleo	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	PN - Penumbra
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj18 - Declividade		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj18 - Declividade	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj19 - Descarga		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj19 - Descarga	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj20 - Áreas alagáveis		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj20 - Áreas alagáveis	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj21 - Leito rochoso		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj21 - Leito rochoso	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj22 - Tipo de solo		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj22 - Tipo de solo	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj23 - Escoamento superficial		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj23 - Escoamento superficial	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj24 - Permeabilidade		C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj24 - Permeabilidade	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável

Quadro 10 - Relacionamento entre os objetos (sentido e intensidade da relação).

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁ - Fluxo da corrente	e	Obj₂ - Bancos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂ - Bancos	e	Obj₃ - Canal meandrante	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃ - Canal meandrante	e	Obj₄ - Canal anastomosado	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₄ - Canal anastomosado	e	Obj₅ - Pântanos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₄ (→) Obj₅	Obj₄ - Canal anastomosado	Influencia a situação do...	Obj₅ - Pântanos	Sim	B - Balanço
Obj₅ - Pântanos	e	Obj₆ - Oxbow lakes	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₆ - Oxbow lakes	e	Obj₇ - Floresta superior alagável	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	Sim	B - Balanço
Obj₇ - Floresta superior alagável	e	Obj₈ - Leito arenoso	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₇ (→) Obj₈	Obj₇ - Floresta superior alagável	Influencia a situação do...	Obj₈ - Leito arenoso	Não	R - Reforço
Obj₈ - Leito arenoso	e	Obj₉ - Leito rochoso	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₉ - Leito rochoso	e	Obj₁₀ - Dificuldade em conter e recuperar o óleo	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₉ (→) Obj₁₀	Obj₉ - Leito rochoso	Influencia a situação do...	Obj₁₀ - Dificuldade em conter e recuperar o óleo	Não	R - Reforço
Obj₁₀ - Dificuldade em conter e recuperar o óleo	e	Obj₁₁ - Vulnerabilidade das áreas alagáveis	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₁ - Vulnerabilidade das áreas alagáveis	e	Obj₁₂ - Navegabilidade	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₂ - Navegabilidade	e	Obj₁₃ - Padrão de drenagem	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₃ - Padrão de drenagem	e	Obj₁₄ - Tamanho do canal	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₄ - Tamanho do canal	e	Obj₁₅ - Pontos de coleta do óleo	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₅ - Pontos de coleta do óleo	e	Obj₁₆ - Fugas e bifurcações	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁₆ - Fugas e bifurcações	e	Obj₁₇ - Tempo de residência do óleo	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₇ - Tempo de residência do óleo	e	Obj₁₈ - Declividade	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₁₇ (→) Obj₁₈	Obj₁₇ - Tempo de residência do óleo	Influencia a situação do...	Obj₁₈ - Declividade	Não	R - Reforço
Obj₁₈ - Declividade	e	Obj₁₉ - Descarga	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₉ - Descarga	e	Obj₂₀ - Áreas alagáveis	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₀ - Áreas alagáveis	e	Obj₂₁ - Leito rochoso	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₁ - Leito rochoso	e	Obj₂₂ - Tipo de solo	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₂ - Tipo de solo	e	Obj₂₃ - Escoamento superficial	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₃ - Escoamento superficial	e	Obj₂₄ - Permeabilidade	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Bibliografia de referência: ARAÚJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D. Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo: ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2006.

Quadro 11 - Extração de Critérios da P.

Perg.	Conceito	Resp.	Critério
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₁ - Canal fluvial
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₂ - Planícies fluviais
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₃ - Feições de transição
Com que se define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	c ₄ - Feições
Com que se define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	c ₅ - Rios amazônicos

Quadro 12 - Extração de Objetos da P.

Perg.	Critério	Verbo	Conceito	Resp.	Objeto
Como	c ₁ - Canal fluvial	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁ - Margens de rios e ilhas
Como	c ₁ - Canal fluvial	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂ - Praias de margens
Como	c ₁ - Canal fluvial	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₃ - Cachoeiras
Como	c ₁ - Canal fluvial	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₄ - Barras ou bancos fluviais
Como	c ₂ - Planícies fluviais	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₅ - Lago/ Planície exposta
Como	c ₂ - Planícies fluviais	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₆ - Floresta alagável/densa
Como	c ₂ - Planícies fluviais	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₇ - Chavascal
Como	c ₂ - Planícies fluviais	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₈ - Banco de macrófitas/ Planície exposta
Como	c ₃ - Feições de transição	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₉ - Furos
Como	c ₃ - Feições de transição	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁₀ - Bocas de lagos
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₁ - Estruturas artificiais
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₂ - Laje ou afloramento rochoso
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₃ - Corredeira/ cachoeiras
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₄ - Escarpa/ barranco
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₅ - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₆ - Praia ou banco de lama exposta/abrigada
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₇ - Zona de confluência de rios e lagos
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₈ - Banco de macrófitas aquáticas
Como	c ₄ - Feições	define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₁₉ - Vegetação alagada
Como	c ₅ - Rios amazônicos	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₀ - Rios de grande porte
Como	c ₅ - Rios amazônicos	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₁ - Lagos
Como	c ₅ - Rios amazônicos	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₂ - Floresta inundável
Como	c ₅ - Rios amazônicos	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₂₃ - Capim fluvial

Quadro 13 - Posicionamento dos Objetos no Eixo de Temporalidade.

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₁ - Margens de rios e ilhas	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁ - Margens de rios e ilhas	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₂ - Praias de margens	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₂ - Praias de margens	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₃ - Cachoeiras	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₃ - Cachoeiras	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₄ - Barras ou bancos fluviais	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₄ - Barras ou bancos fluviais	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₅ - Lago/ Planície exposta	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₅ - Lago/ Planície exposta	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₆ - Floresta alagável/densa	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₆ - Floresta alagável/densa	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₇ - Chavascal	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₇ - Chavascal	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₈ - Banco de macrófitas/ Planície exposta	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₈ - Banco de macrófitas/ Planície exposta	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₉ - Furos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₉ - Furos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₀ - Bocas de lagos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	Se	Obj₁₀ - Bocas de lagos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₁ - Estruturas artificiais	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₁ - Estruturas artificiais	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₂ - Laje ou afloramento rochoso	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₂ - Laje ou afloramento rochoso	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₃ - Corredeira/ cachoeiras	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₃ - Corredeira/ cachoeiras	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₄ - Escarpa/ barranco	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₄ - Escarpa/ barranco	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₅ - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₅ - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₆ - Praia ou banco de lama exposta/abrigada	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₁₆ - Praia ou banco de lama exposta/abrigada	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj17 - Zona de confluência de rios e lagos	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj17 - Zona de confluência de rios e lagos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj18 - Banco de macrófitas aquáticas	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj18 - Banco de macrófitas aquáticas	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj19 - Vegetação alagada	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj19 - Vegetação alagada	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	IM - Imediata
Obj20 - Rios de grande porte	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj20 - Rios de grande porte	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj21 - Lagos	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj22 - Floresta inundável	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj23 - Capim fluvial	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-

Quadro 14 - Posicionamento dos Objetos no Eixo da Controlabilidade.

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj1 - Margens de rios e ilhas	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj1 - Margens de rios e ilhas	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	PN - Penumbra
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj2 - Praias de margens	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj2 - Praias de margens	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj3 - Cachoeiras	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj3 - Cachoeiras	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj4 - Barras ou bancos fluviais	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj4 - Barras ou bancos fluviais	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj5 - Lago/ Planície exposta	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj5 - Lago/ Planície exposta	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj6 - Floresta alagável/densa	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj6 - Floresta alagável/densa	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj7 - Chavascal	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj7 - Chavascal	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj8 - Banco de macrófitas/ Planície exposta	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj8 - Banco de macrófitas/ Planície exposta	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj9 - Furos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj9 - Furos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj10 - Bocas de lagos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj10 - Bocas de lagos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj11 - Estruturas artificiais	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj12 - Laje ou afloramento rochoso	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj12 - Laje ou afloramento rochoso	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj13 - Corredeira/ cachoeiras	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj13 - Corredeira/ cachoeiras	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj14 - Escarpa/ barranco	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj14 - Escarpa/ barranco	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj15 - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj15 - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj16 - Praia ou banco de lama exposta/abrigada	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj16 - Praia ou banco de lama exposta/abrigada	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj17 - Zona de confluência de rios e lagos	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj17 - Zona de confluência de rios e lagos	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj18 - Banco de macrófitas aquáticas	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj18 - Banco de macrófitas aquáticas	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj19 - Vegetação alagada	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj19 - Vegetação alagada	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj20 - Rios de grande porte	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj20 - Rios de grande porte	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj21 - Lagos	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj21 - Lagos	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj22 - Floresta inundável	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj22 - Floresta inundável	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj23 - Capim fluvial	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj23 - Capim fluvial	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável

Quadro 15 - Relacionamento entre os objetos (sentido e intensidade da relação).

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁ - Margens de rios e ilhas	e	Obj₂ - Praias de margens	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂ - Praias de margens	e	Obj₃ - Cachoeiras	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃ - Cachoeiras	e	Obj₄ - Barras ou bancos fluviais	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₄ - Barras ou bancos fluviais	e	Obj₅ - Lago/ Planície exposta	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₄ (→) Obj₅	Obj₄ - Barras ou bancos fluviais	Influencia a situação do...	Obj₅ - Lago/ Planície exposta	Não	R - Reforço
Obj₅ - Lago/ Planície exposta	e	Obj₆ - Floresta alagável/densa	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₆ - Floresta alagável/densa	e	Obj₇ - Chavascal	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	Sim	B - Balanço
Obj₇ - Chavascal	e	Obj₈ - Banco de macrófitas/ Planície exposta	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	Sim	B - Balanço
Obj₈ - Banco de macrófitas/ Planície exposta	e	Obj₉ - Furos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₈ (→) Obj₉	Obj₈ - Banco de macrófitas/ Planície exposta	Influencia a situação do...	Obj₉ - Furos	Não	R - Reforço
Obj₉ - Furos	e	Obj₁₀ - Bocas de lagos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	Sim	B - Balanço
Obj₁₀ - Bocas de lagos	e	Obj₁₁ - Estruturas artificiais	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₁₀ (→) Obj₁₁	Obj₁₀ - Bocas de lagos	Influencia a situação do...	Obj₁₁ - Estruturas artificiais	Não	R - Reforço
Obj₁₁ - Estruturas artificiais	e	Obj₁₂ - Laje ou afloramento rochoso	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₂ - Laje ou afloramento rochoso	e	Obj₁₃ - Corredeira/ cachoeiras	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₃ - Corredeira/ cachoeiras	e	Obj₁₄ - Escarpa/ barranco	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₄ - Escarpa/ barranco	e	Obj₁₅ - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁₅ - Praia ou banco de areia (seixo exposta) abrigada	e	Obj₁₆ - Praia ou banco de lama exposta/abrigada	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₆ - Praia ou banco de lama exposta/abrigada	e	Obj₁₇ - Zona de confluência de rios e lagos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₇ - Zona de confluência de rios e lagos	e	Obj₁₈ - Banco de macrófitas aquáticas	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₈ - Banco de macrófitas aquáticas	e	Obj₁₉ - Vegetação alagada	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₉ - Vegetação alagada	e	Obj₂₀ - Rios de grande porte	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₁₉ (→) Obj₂₀	Obj₁₉ - Vegetação alagada	Influencia a situação do...	Obj₂₀ - Rios de grande porte	Não	R - Reforço
Obj₂₀ - Rios de grande porte	e	Obj₂₁ - Lagos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₁ - Lagos	e	Obj₂₂ - Floresta inundável	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂₂ - Floresta inundável	e	Obj₂₃ - Capim fluvial	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

Bibliografia de referência: FERREIRA, M. F.; BEAUMORD, A. C. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhanduba, Itajaí, SC. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., v. 12, n. 2, 2008, p. 61-72.

Quadro 16 - Extração de Critérios da P.

Perg.	Conceito	Resp.	Critério
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₁ - Substrato de fundo
Com que se define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	c ₂ - Cobertura vegetal da área
Com que se define...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Com...	c ₃ - ISA (adaptado)
Com que se define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	c ₄ - Caracterização geomorfológica

Quadro 17 - Extração de Objetos da P.

Perg.	Critério	Verbo	Conceito	Resp.	Objeto
Como	c ₁ - Substrato de fundo	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₁ - Permeabilidade
Como	c ₁ - Substrato de fundo	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₂ - Mobilidade do sedimento
Como	c ₁ - Substrato de fundo	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₃ - Granulometria dos sedimentos
Como	c ₂ - Cobertura vegetal da área	define...	C ₁ - aspectos físicos ?	Com...	Obj₄ - Mata ciliar
Como	c ₃ - ISA (adaptado)	define...	C ₂ - Sensibilidade ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₅ - MSA (adaptado)
Como	c ₃ - ISA (adaptado)	define...	C ₂ - Sensibilidade ambiental ao Óleo ?	Com...	Obj₆ - Escala de sensibilidade
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₇ - Correntes fluviais
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₈ - Profundidade média
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₉ - Largura média
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₀ - Bancos de areia
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₁ - Tipo de substrato de fundo
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₂ - Altura média da margem
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₃ - Declividade da margem
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₄ - Substrato da margem
Como	c ₄ - Caracterização geomorfológica	define...	C ₃ - cursos fluviais?	Com...	Obj₁₅ - Vegetação de margem

Quadro 18 - Posicionamento dos Objetos no Eixo de Temporalidade.

Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Cond./ Posição	Objeto	Perg.	Conceito	Resp.	Posição
Obj₁ - Permeabilidade	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos ?	Sim	Se	Obj₁ - Permeabilidade	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₂ - Mobilidade do sedimento	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos ?	Sim	Se	Obj₂ - Mobilidade do sedimento	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos ?	Sim	Se	Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	IM - Imediata
Obj₄ - Mata ciliar	Contribui diretamente com...	C ₁ - aspectos físicos ?	Sim	Se	Obj₄ - Mata ciliar	deixar de existir haverá mudança no...	C ₁ - aspectos físicos ?	Sim	IM - Imediata
Obj₅ - MSA (adaptado)	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo?	Sim	Se	Obj₅ - MSA (adaptado)	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	IM - Imediata
Obj₆ - Escala de sensibilidade	Contribui diretamente com...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	Se	Obj₆ - Escala de sensibilidade	deixar de existir haverá mudança no...	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	RC - Recente
Obj₇ - Correntes fluviais	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₇ - Correntes fluviais	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₈ - Profundidade média	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₈ - Profundidade média	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₉ - Largura média	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₁₀ - Bancos de areia	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₁₀ - Bancos de areia	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₁ - Tipo de substrato de fundo	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₁₂ - Altura média da margem	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₁₃ - Declividade da margem	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₁₃ - Declividade da margem	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata
Obj₁₄ - Substrato da margem	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Não	RM - Remota	-	-	-	-	-
Obj₁₅ - Vegetação de margem	Contribui diretamente com...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	Se	Obj₁₅ - Vegetação de margem	deixar de existir haverá mudança no...	C ₃ - cursos fluviais?	Sim	IM - Imediata

Quadro 19 - Posicionamento dos Objetos no Eixo da Controlabilidade.

Perg.	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Perg./ Posição	Objeto	Prep.	Conceito	Resp.	Posição
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁ - Permeabilidade	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁ - Permeabilidade	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₂ - Mobilidade do sedimento	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₂ - Mobilidade do sedimento	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₄ - Mata ciliar	sobre	C ₁ - aspectos físicos?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₅ - MSA (adaptado)	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Sim	CN - Controlável	-	-	-	-	-
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₆ - Escala de sensibilidade	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₆ - Escala de sensibilidade	sobre	C ₂ - Sensibilidade Ambiental ao Óleo ?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₇ - Correntes fluviais	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₇ - Correntes fluviais	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₈ - Profundidade média	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₈ - Profundidade média	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₉ - Largura média	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₉ - Largura média	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁₀ - Bancos de areia	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁₀ - Bancos de areia	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁₁ - Tipo de substrato de fundo	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁₁ - Tipo de substrato de fundo	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁₂ - Altura média da margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁₂ - Altura média da margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁₃ - Declividade da margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁₃ - Declividade da margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁₄ - Substrato da margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁₄ - Substrato da margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável
É possível controlar integralmente a ação do...	Obj₁₅ - Vegetação de margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	É possível controlar parcialmente a ação do...	Obj₁₅ - Vegetação de margem	sobre	C ₃ - cursos fluviais?	Não	NC - Não Controlável

Quadro 20 - Relacionamento entre os objetos (sentido e intensidade da relação).

Objeto	Conj.	Objeto	Perg.	Resp.	Sentido relação	Objeto	Perg.	Objeto	Resp.	Intensidade
Obj₁ - Permeabilidade	e	Obj₂ - Mobilidade do sedimento	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₂ - Mobilidade do sedimento	e	Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	e	Obj₄ - Mata ciliar	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₃ (→) Obj₄	Obj₃ - Granulometria dos sedimentos	Influencia a situação do...	Obj₄ - Mata ciliar?	Sim	B - Balanço
Obj₄ - Mata ciliar	e	Obj₅ - MSA (adaptado)	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₄ (→) Obj₅	Obj₄ - Mata ciliar	Influencia a situação do...	Obj₅ - MSA (adaptado)	Não	R - Reforço
Obj₅ - MSA (adaptado)	e	Obj₆ - Escala de sensibilidade	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₆ - Escala de sensibilidade	e	Obj₇ - Correntes fluviais	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Não	Obj₆ (→) Obj₇	Obj₆ - Escala de sensibilidade	Influencia a situação do...	Obj₇ - Correntes fluviais	Não	R - Reforço
Obj₇ - Correntes fluviais	e	Obj₈ - Profundidade média	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₈ - Profundidade média	e	Obj₉ - Largura média	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₉ - Largura média	e	Obj₁₀ - Bancos de areia	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₀ - Bancos de areia	e	Obj₁₁ - Tipo de substrato de fundo	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₁ - Tipo de substrato de fundo	e	Obj₁₂ - Altura média da margem	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₂ - Altura média da margem	e	Obj₁₃ - Declividade da margem	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₃ - Declividade da margem	e	Obj₁₄ - Substrato da margem	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço
Obj₁₄ - Substrato da margem	e	Obj₁₅ - Vegetação de margem	encontram-se no mesmo critério e conceito ?	Sim	Mutualidade (↔)	-	-	-	-	B - Balanço

APÊNDICE B - NOTAÇÃO E LEITURA DOS OBJETOS AOS PARES

Bibliografia de referência: HAYES, M O.; MICHEL, J.; DAHLIN, J. A. Identifying and mapping sensitive resources for inland area planing. In: International Oil Spill Conference. 1995, p. 365-371.

Quadro 1 - Notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares, do artigo de Hayes; Michel; Dahlin (1995).

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_1 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_2 \\ CN \end{matrix}$	Os bancos rochosos expostos (Obj₁) são componentes não controláveis e as estruturas artificiais (exposta/abrigada) (Obj₂) são componentes controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_2 \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{matrix}$	As estruturas artificiais (exposta/abrigada) (Obj₂) são componentes controláveis e as lajes de leito rochoso (Obj₃) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_4 \\ NC \end{matrix}$	As lajes de leito rochoso (Obj₃) e as margens em sedimentos inconsolidados (erodida) (Obj₄) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_4 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_5 \\ NC \end{matrix}$	As margens em sedimentos inconsolidados (erodida) (Obj₄) e as barras de areia (Obj₅) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_5 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_6 \\ NC \end{matrix}$	As barras de areia (Obj₅) e os bancos de areia (Obj₆) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_6 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_7 \\ NC \end{matrix}$	Os bancos de areia (Obj₆) e a declividade (baixa/alta - bancos, praias, escarpas) (Obj₇) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_7 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ CN \end{matrix}$	A declividade (baixa/alta - bancos, praias, escarpas) (Obj₇) é componente não controlável dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁) e os enrocamentos (Obj₈) são componentes controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix}$	Os enrocamentos (Obj₈) são componentes controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁) e as escarpas vegetadas (Obj₉) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix}$	As escarpas vegetadas (Obj₉) e os bancos vegetados (herbáceas) (Obj₁₀) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{11} \\ NC \end{matrix}$	Os bancos vegetados (herbáceas) (Obj₁₀) e o substrato lamoso (não vegetado) (Obj₁₁) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{11} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix}$	O substrato lamoso (não vegetado) (Obj₁₁) e os pântanos de água doce (veg. herbácea/ de mata) (Obj₁₂) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix}$	Os pântanos de água doce (veg. herbácea/de mata) (Obj₁₂) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de grandes rios (c₁) e o gradiente (inclinação) (Obj₁₃) <u>também</u> são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁), <u>porém</u> de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço de modo que os pântanos de água doce (veg. herbácea/ de mata) afetam diretamente o gradiente (inclinação).
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix}$	O gradiente (inclinação) (Obj₁₃) e a descarga (estabilidade) (Obj₁₄) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ NC \end{matrix}$	A descarga (estabilidade) (Obj₁₄) e o clima (subtropical a temperado) (Obj₁₅) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{16} \\ NC \end{matrix}$	O clima (subtropical a temperado) (Obj₁₅) e a tipologia do canal (reto, meandrante, trançado) (Obj₁₆) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{16} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{17} \\ NC \end{matrix}$	A tipologia do canal (reto, meandrante, trançado) (Obj₁₆) e as barras (areia/cascalho) (Obj₁₇) são aspectos físicos (C₁) não controláveis de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{17} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{18} \\ NC \end{matrix}$	As barras (areia/cascalho) (Obj₁₇) e a vegetação ribeirinha (Obj₁₈) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{18} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{19} \\ NC \end{matrix}$	A vegetação ribeirinha (Obj₁₈) e o fluxo de correntes (moderada/ forte) (Obj₁₉) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{19} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{20} \\ NC \end{matrix}$	O fluxo de correntes (moderada/ forte) (Obj₁₉) e o substrato de fundo (areia grossa) (Obj₂₀) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{20} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{21} \\ NC \end{matrix}$	O substrato de fundo (areia grossa) (Obj₂₀) e os bancos (areia) (Obj₂₁) são aspectos físicos (C₁) não controláveis de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{21} \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{22} \\ NC \end{matrix}$	Os bancos (areia) (Obj₂₁) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de pequenos rios e córregos (Bacia hidrográfica) (c₂) e a distribuição espacial e temporal (recursos sensíveis) (Obj₂₂) <u>também</u> são componentes não controláveis, <u>porém</u> da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂), para o Planejamento de contingência (c₃). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que os bancos (areia) afetam diretamente a distribuição espacial e

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{22} \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{23} \\ CN \end{matrix}$	<p>temporal (recursos sensíveis).</p> <p>A distribuição espacial e temporal (recursos sensíveis) (Obj₂₂) é componente não controlável e as áreas prioritárias de proteção (Obj₂₃) são componentes controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Planejamento de contingência (c₃). Ambas influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{23} \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{24} \\ CN \end{matrix}$	<p>As áreas prioritárias de proteção (Obj₂₃) e as estratégias de proteção (Obj₂₄) são componentes controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Planejamento de contingência (c₃). As áreas prioritárias de proteção influenciam a P de forma imediata e as estratégias de proteção influenciam a P de forma remota. Ambas se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{24} \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{25} \\ PN \end{matrix}$	<p>As estratégias de proteção (Obj₂₄) são componentes controláveis e a limpeza da área (Obj₂₅) é componente de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Planejamento de contingência (c₃). Ambas influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{25} \\ PN \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} RM \\ Obj_{26} \\ CN \end{matrix}$	<p>A limpeza da área (Obj₂₅) é componente de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Planejamento de contingência (c₃) e o planejamento e ação de resposta (Obj₂₆) é um componente controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de reforço, de modo que a limpeza da área afetam diretamente o planejamento e ação de resposta.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{26} \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{27} \\ CN \end{matrix}$	<p>O planejamento e ação de resposta (Obj₂₆) e o desenvolvimento de diretrizes (p/ descrição de habitats, espécies e elementos de uso humano) (Obj₂₇) são componentes controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{27} \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{28} \\ PN \end{matrix}$	<p>O desenvolvimento de diretrizes (p/ descrição de habitats, espécies e elementos de uso humano) (Obj₂₇) é componente controlável e o levantamento técnico (recursos naturais) (Obj₂₈) é componente de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{28} \\ PN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{29} \\ CN \end{matrix}$	<p>O levantamento técnico (recursos naturais) (Obj₂₈) é componente de incerteza e os métodos de análise e apresentação de dados (Obj₂₉) são componentes controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{29} \\ CN \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{30} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os métodos de análise e apresentação de dados (Obj₂₉) são componentes controláveis e os habitats marginais (Obj₃₀) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Os métodos de análise e apresentação de dados influenciam a P de forma remota e os habitats marginais influenciam a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{30} \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{31} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os habitats marginais (Obj₃₀) e os recursos biológicos sensíveis (Obj₃₁) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Ambas influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{31} \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{32} \\ PN \end{matrix}$	<p>Os recursos biológicos sensíveis (Obj₃₁) são componentes não controláveis e os recursos de uso humano (Obj₃₂) são componentes de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Os recursos biológicos sensíveis influenciam a P de forma imediata e os recursos de uso humano influenciam a P de forma remota. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio</p>

Notação	Leitura
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{32} \\ PN \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{33} \\ NC \end{matrix}$	<p>mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p> <p>Os recursos de uso humano (Obj₃₂) são componentes de incerteza e as áreas alagadas isoladas (Obj₃₃) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Os recursos de uso humano influenciam a P de forma remota e as áreas alagadas isoladas influenciam a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{33} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{34} \\ NC \end{matrix}$	<p>As áreas alagadas isoladas (Obj₃₃) e os pequenos lagos (Obj₃₄) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). As áreas alagadas isoladas influenciam a P de forma imediata e os pequenos lagos influenciam a P de forma remota. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{34} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{35} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os pequenos lagos (Obj₃₄) e a localização das instalações (Obj₃₅) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{35} \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} RM \\ Obj_{36} \\ NC \end{matrix}$	<p>A localização das instalações (armazenamento de óleo) (Obj₃₅) é componente não controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Sensibilidade (c₄) e a hidrologia (mapeamento) (Obj₃₆) <u>também</u> é um componente não controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂), <u>porém</u> para o Mapeamento de Base (c₅). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de reforço, de modo que a localização das instalações afetam diretamente a hidrologia.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{36} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{37} \\ NC \end{matrix}$	<p>A hidrologia (Obj₃₆) e estradas de ferro (Obj₃₇) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Base (c₅). Ambas influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{37} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{38} \\ NC \end{matrix}$	<p>As estradas de ferro (Obj₃₇) e o uso/cobertura do solo (Obj₃₈) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Base (c₅). Ambas influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{38} \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{39} \\ NC \end{matrix}$	<p>O uso/cobertura do solo (Obj₃₈) é componente não controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Mapeamento de Base (c₅) e os grandes rios (Obj₃₉) <u>também</u> são componentes não controláveis, <u>porém</u> dos Cursos Fluviais (C₃) para os Tipos de rio (c₆). O uso/cobertura do solo influencia a P de forma remota e os grandes rios influenciam a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de reforço, de modo que o uso/cobertura do solo afeta diretamente os grandes rios.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{39} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{40} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os grandes rios (Obj₃₉) e os pequenos rios e córregos (bacias hidrográficas) (Obj₄₀) são componentes não controláveis dos Cursos Fluviais (C₃) para os Tipos de rio (c₆). Ambas influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{40} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{41} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os pequenos rios e córregos (bacias hidrográficas) (Obj₄₀) e o rio meandrante (Obj₄₁) são componentes não controláveis dos Cursos Fluviais (C₃) para os Tipos de rio (c₆). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>

Bibliografia de referência: HAYES, M O.; MICHEL, J.; MONTELLO, T. M.. The environmental sensitivity index (ESI) for mapping rivers and streams. In: International Oil Spill Conference. 1997, p. 343-350.

Quadro 2 - Notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares, do artigo de Hayes; Michel; Montello (1997).

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_1 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_2 \\ NC \end{matrix}$	<p>O fluxo da corrente (Obj₁) e os bancos (areia/argila) (Obj₂) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do Padrão de drenagem (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_2 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{matrix}$	<p>Os bancos (areia/argila) (Obj₂) e o canal meandrante (Obj₃) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do Padrão de drenagem (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_4 \\ NC \end{matrix}$	<p>O canal meandrante (Obj₃) e o canal anastomosado (Obj₄) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do Padrão de drenagem (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_4 \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_5 \\ NC \end{matrix}$	<p>O canal anastomosado (Obj₄) é componente não controlável dos aspectos físicos (C₁) do Padrão de drenagem (c₁) e os pântanos (Obj₅) <u>também</u> são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁), <u>porém</u> de Áreas alagáveis (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio, de modo que o canal anastomosado afeta proporcionalmente os pântanos.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_5 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_6 \\ NC \end{matrix}$	<p>Os pântanos (Obj₅) e os <i>oxbow lakes</i> (lagos de meandros abandonados) (Obj₆) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de Áreas alagáveis (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_6 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} RC \\ Obj_7 \\ NC \end{matrix}$	<p>Os <i>oxbow lakes</i> (lagos de meandros abandonados) (Obj₆) e a floresta superior alagável (<i>upper Bottomland Hardwoods</i>) (Obj₇) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) de Áreas alagáveis (c₂). Os <i>oxbow lakes</i> (lagos de meandros abandonados) influenciam a P de forma imediata e a floresta superior alagável (<i>upper Bottomland Hardwoods</i>) influencia a P de forma recente. Ambas se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RC \\ Obj_7 \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ NC \end{matrix}$	<p>A floresta superior alagável (<i>upper Bottomland Hardwoods</i>) (Obj₇) é componente não controlável dos aspectos físicos (C₁) de Áreas alagáveis (c₂) e o leito arenoso (Obj₈) <u>também</u> é componente não controlável dos aspectos físicos (C₁), <u>porém</u> do leito do rio (c₃). A floresta superior alagável (<i>upper Bottomland Hardwoods</i>) influencia a P de forma recente e o leito arenoso influencia a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de reforço, de modo que a floresta superior alagável (<i>upper Bottomland Hardwoods</i>) afeta diretamente o leito arenoso.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ NC \end{matrix} \xleftrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix}$	<p>O leito arenoso (Obj₈) e o leito rochoso (Obj₉) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do Leito do rio (c₃). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix}$	<p>O leito rochoso (Obj₉) é um componente não controlável dos aspectos físicos (C₁) do Leito do rio (c₃) e a dificuldade em conter e recuperar o óleo (Obj₁₀) <u>também</u> é componente não controlável, <u>porém</u> da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂), para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que o leito rochoso afeta diretamente a dificuldade em conter e recuperar o óleo.</p>

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{11} \\ NC \end{matrix}$	<p>A dificuldade em conter e recuperar o óleo (Obj₁₀) e a vulnerabilidade das áreas alagáveis (Obj₁₁) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{11} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix}$	<p>A vulnerabilidade das áreas alagáveis (Obj₁₁) e a navegabilidade (Obj₁₂) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix}$	<p>A navegabilidade (Obj₁₂) e o padrão de drenagem (Obj₁₃) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix}$	<p>O padrão de drenagem (Obj₁₃) e o tamanho do canal (Obj₁₄) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ PN \end{matrix}$	<p>O tamanho do canal (Obj₁₄) é componente não controlável e os pontos de coleta (Obj₁₅) são componentes de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ PN \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{16} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os pontos de coleta (Obj₁₅) são componentes de incerteza e as fugas e bifurcações (Obj₁₆) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{16} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{17} \\ PN \end{matrix}$	<p>As fugas e bifurcações (Obj₁₆) são componentes não controláveis e o tempo de residência do óleo (Obj₁₇) é componente de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{17} \\ PN \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{18} \\ NC \end{matrix}$	<p>O tempo de residência do óleo (Obj₁₇) é componente de incerteza da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o RSI (<i>Reach Sensitivity Index</i>) (c₄) e a declividade (Obj₁₈) é componente não controlável dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que o tempo de residência do óleo é afetada diretamente pela declividade.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{18} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{19} \\ NC \end{matrix}$	<p>A declividade (Obj₁₈) e a descarga (Obj₁₉) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{19} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{20} \\ NC \end{matrix}$	<p>A descarga (Obj₁₉) e as áreas alagáveis (Obj₂₀) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). A descarga influencia a P de forma imediata e as áreas alagáveis influenciam a P de forma remota. Ambas se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{20} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{21} \\ NC \end{matrix}$	<p>As áreas alagáveis (Obj₂₀) e o leito rochoso (Obj₂₁) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). As áreas alagáveis influenciam a P de forma remota e o leito rochoso influencia a P de forma imediata. Ambas se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{21} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{22} \\ NC \end{matrix}$	<p>O leito rochoso (Obj₂₁) e o tipo de solo (Obj₂₂) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>

Notação	Leitura
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_{22} \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_{23} \\ NC \end{array}$	O tipo de solo (Obj₂₂) e o escoamento superficial (Obj₂₃) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_{23} \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_{24} \\ NC \end{array}$	O escoamento superficial (Obj₂₃) e a permeabilidade (Obj₂₃) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para o Tipo de rio (c₅). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.

Bibliografia de referência: ARAÚJO, S. I.; SILVA, G. H.; MUEHE, D. Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo: ambientes costeiros, estuarinos e fluviais. Rio de Janeiro: Petrobrás, 2006.

Quadro 3 - Notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares, do artigo de Araújo; Silva; Muehe (2006).

Notação	Leitura
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_1 \\ PN \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_2 \\ NC \end{array}$	As margens de rios e ilhas (Obj₁) são componentes de incerteza e as praias de margem (Obj₂) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do canal fluvial (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_2 \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{array}$	As praias de margem (Obj₂) e as cachoeiras (Obj₃) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do canal fluvial (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_4 \\ NC \end{array}$	As cachoeiras (Obj₃) e os barras ou bancos fluviais (bancos de areia ou praias formadas no meio do rio isoladas das margens) (Obj₄) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do canal fluvial (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_4 \\ NC \end{array} \xrightarrow{R} \begin{array}{c} IM \\ Obj_5 \\ NC \end{array}$	As barras ou bancos fluviais (bancos de areia ou praias formadas no meio do rio isoladas das margens) (Obj₄) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do canal fluvial (c₁) e o lago/ planície exposta (Obj₅) <u>também</u> é componente não controlável dos aspectos físicos (C₁), <u>porém</u> das planícies fluviais (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que as barras ou bancos fluviais afetam diretamente o lago/ planície exposta.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_5 \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_6 \\ NC \end{array}$	O lago/ planície exposta (Obj₅) e a floresta alagável/densa (Obj₆) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) das planícies fluviais (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_6 \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_7 \\ NC \end{array}$	A floresta alagável/densa (Obj₆) e o chavascal (densidade florestal menor) (Obj₇) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) das planícies fluviais (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.
$\begin{array}{c} IM \\ Obj_7 \\ NC \end{array} \xleftrightarrow{B} \begin{array}{c} IM \\ Obj_8 \\ NC \end{array}$	O chavascal (densidade florestal menor) (Obj₇) e o banco de macrófitas (herbáceas ou gramíneas)/planície exposta (Obj₈) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) das planícies fluviais (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix}$	<p>encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p> <p>O banco de macrófitas (herbáceas ou gramíneas)/planície exposta (Obj₈) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) das planícies fluviais (c₂) e os furos (Obj₉) <u>também</u> são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁), <u>porém</u> das feições de transição (c₃). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que o banco de macrófitas (herbáceas ou gramíneas)/planície exposta afeta diretamente os furos.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os furos (Obj₉) e as bocas de lago (Obj₁₀) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) das feições de transição (c₃). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{11} \\ CN \end{matrix}$	<p>As bocas de lago (Obj₁₀) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) das feições de transição (c₃) e as estruturas artificiais (Obj₁₁) são componentes controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que as bocas de lago afetam diretamente as estruturas artificiais.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{11} \\ CN \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix}$	<p>As estruturas artificiais (Obj₁₁) são componentes controláveis e a laje ou afloramento rochoso (Obj₁₂) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix}$	<p>A laje ou afloramento rochoso (Obj₁₂) e as corredeiras/cachoeiras (Obj₁₃) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix}$	<p>As corredeiras/cachoeiras (Obj₁₃) e a escarpa/barranco (Obj₁₄) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ NC \end{matrix}$	<p>A escarpa/barranco (Obj₁₄) e a praia ou banco de areia/seixo exposta/abrigada (Obj₁₅) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{16} \\ NC \end{matrix}$	<p>A praia ou banco de areia/seixo exposta/abrigada (Obj₁₅) e a praia ou banco de lama exposta/abrigada (Obj₁₆) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{16} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{17} \\ NC \end{matrix}$	<p>A praia ou banco de lama exposta/abrigada (Obj₁₆) e a zona de confluência de rios e lagos (Obj₁₇) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{17} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{18} \\ NC \end{matrix}$	<p>A zona de confluência de rios e lagos (Obj₁₇) e o banco de macrófitas aquáticas (Obj₁₈) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{18} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{19} \\ NC \end{matrix}$	<p>O banco de macrófitas aquáticas (Obj₁₈) e a vegetação alagada (igapó, várzea, chavascal, campo, etc.) (Obj₁₉) são componentes não controláveis da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{19} \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_{20} \\ NC \end{matrix}$	<p>A vegetação alagada (igapó, várzea, chavascal, campo, etc.) (Obj₁₉) é componente não controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para as feições fluviais (c₄) e</p>

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{20} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{21} \\ NC \end{matrix}$	<p>o grande porte (Obj₂₀) <u>também</u> é componente não controlável, <u>porém</u> dos cursos fluviais (C₃) dos rios amazônicos (c₅). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que a vegetação alagada afeta diretamente o grande porte.</p> <p>O grande porte (Obj₂₀) e os lagos (Obj₂₁) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) dos rios amazônicos (c₅). O grande porte influencia a P de forma imediata e os lagos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{21} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{22} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os lagos (Obj₂₁) e a floresta inundável (Obj₂₂) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) dos rios amazônicos (c₅). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{22} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{23} \\ NC \end{matrix}$	<p>A floresta inundável (Obj₂₂) e o capim fluvial (Obj₂₃) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) dos rios amazônicos (c₅). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>

Bibliografia de referência: FERREIRA, M. F.; BEAUMORD, A. C. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo nos cursos de água da bacia do rio Canhanduba, Itajaí, SC. Braz. J. Aquat. Sci. Technol., v. 12, n. 2, 2008, p. 61-72.

Quadro 4 - Notação e leitura sobre o posicionamento e a relação dos objetos aos pares, do artigo de Ferreira; Beaumord (2008).

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_1 \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_2 \\ NC \end{matrix}$	<p>A permeabilidade (Obj₁) e a mobilidade do sedimento (Obj₂) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do substrato de fundo (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_2 \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{matrix}$	<p>A mobilidade do sedimento (Obj₂) e a granulometria dos sedimentos (Obj₃) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do substrato de fundo (c₁). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_3 \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_4 \\ CN \end{matrix}$	<p>A granulometria dos sedimentos (Obj₃) são componentes não controláveis dos aspectos físicos (C₁) do substrato de fundo (c₁) e a mata ciliar (Obj₄) é componente controlável dos aspectos físicos (C₁) da cobertura vegetal da área (c₂). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio, de modo que a granulometria afeta proporcionalmente a cobertura vegetal.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_4 \\ CN \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_5 \\ CN \end{matrix}$	<p>A mata ciliar (Obj₄) é componente controlável dos aspectos físicos (C₁) da cobertura vegetal da área (c₂) e o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental - MSA (adaptado) (Obj₅) <u>também</u> é componente controlável, <u>porém</u> da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Índice de Sensibilidade Ambiental - ISA (adaptado) (c₃). Ambos influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de reforço, de modo que a mata ciliar afeta diretamente o Mapeamento de Sensibilidade Ambiental.</p>

Notação	Leitura
$\begin{matrix} IM \\ Obj_5 \\ CN \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RC \\ Obj_6 \\ NC \end{matrix}$	<p>O Mapeamento de Sensibilidade Ambiental - MSA (adaptado) (Obj₅) é componente controlável e a escala de sensibilidade (Obj₆) é componente não controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Índice de Sensibilidade Ambiental - ISA (adaptado) (c₃). O Mapeamento de Sensibilidade Ambiental influencia a P de forma imediata e a escala de sensibilidade influencia a P de forma recente. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RC \\ Obj_6 \\ NC \end{matrix} \xrightarrow{R} \begin{matrix} IM \\ Obj_7 \\ NC \end{matrix}$	<p>A escala de sensibilidade (Obj₆) é componente não controlável da Sensibilidade Ambiental ao Óleo (C₂) para o Índice de Sensibilidade Ambiental - ISA (adaptado) (c₃) e as correntes fluviais (Obj₇) <u>também</u> são componentes não controláveis, <u>porém</u> dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). A escala de sensibilidade influencia a P de forma recente e as correntes fluviais influenciam a P de forma imediata. Ambas se encontram em uma relação de reforço, de modo que a escala de sensibilidade afeta diretamente as correntes fluviais.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_7 \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ NC \end{matrix}$	<p>As correntes fluviais (Obj₇) e a profundidade média (Obj₈) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). Ambas influenciam a P de forma imediata e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência..</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_8 \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix}$	<p>A profundidade média (Obj₈) e a largura média (Obj₉) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). A profundidade média influencia a P de forma imediata e a largura média influencia a P de forma remota. Ambas se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência..</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_9 \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix}$	<p>A largura média (Obj₉) e os bancos de areia (Obj₁₀) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). A largura média influencia a P de forma remota e os bancos de areia influenciam a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{10} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{11} \\ NC \end{matrix}$	<p>Os bancos de areia (Obj₁₀) e o tipo de substrato (Obj₁₁) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). Os bancos de areia influenciam a P de forma imediata e o tipo de substrato influencia a P de forma remota. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{11} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix}$	<p>O tipo de substrato (Obj₁₁) e a altura média da margem (Obj₁₂) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). Ambos influenciam a P de forma remota e se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência..</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{12} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix}$	<p>A altura média da margem (Obj₁₂) e a declividade da margem (Obj₁₃) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). A altura média da margem influencia a P de forma remota e a declividade da margem influencia a P de forma imediata. Ambas se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} IM \\ Obj_{13} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} RM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix}$	<p>A declividade da margem (Obj₁₃) e o substrato da margem (Obj₁₄) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). A declividade da margem influencia a P de forma imediata e o substrato da margem influencia a P de forma remota. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>
$\begin{matrix} RM \\ Obj_{14} \\ NC \end{matrix} \xleftarrow{B} \begin{matrix} IM \\ Obj_{15} \\ NC \end{matrix}$	<p>O substrato da margem (Obj₁₄) e a vegetação da margem (Obj₁₅) são componentes não controláveis dos cursos fluviais (C₃) para caracterização geomorfológica (c₃). O substrato da margem influencia a P de forma remota e a vegetação da margem influencia a P de forma imediata. Ambos se encontram em uma relação de equilíbrio mútuo, ou seja, uma relação de dependência.</p>