

ACTA
SCIENTIAE
Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas



UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL

ULBRA

Reitor

Ruben Eugen Becker

Vice-Reitor

Leandro Eugênio Becker

Pró-Reitor Acadêmico

Nestor Luiz João Beck

Pró-Reitor Acadêmico Adjunto

Osmar Rufatto

Pró-Reitora Acadêmica Adjunta ILES

Jussará Gonçalves Lummertz

Pró-Reitor de Administração

Pedro Menegat

Diretor do Centro de Ciências Naturais e Exatas

Aldoir Rigoni

Comissão Editorial

Ana Regina Gregory Brunet

Daniel Nehme Müller

Dione Silva Corrêa

Eduardo Périco

Conselho Editorial

Antônio Marinho Barcellos (UNISINOS)

Arno Bayer (ULBRA)

Arthur Vargas Lopes (ULBRA)

Augusto Vieira Cardana (PUCRS)

Dimitrius Samios (UFRGS)

Eduardo Rolim de Oliveira (UFRGS)

Gilson R. Moreira (UFRGS)

Helena Noronha Cury (PUCRS)

José Palazzo Moreira de Oliveira (UFRGS)

Lavinell Ionescu (ULBRA e PUCRS)

Marcos Machado (ULBRA)

Nara Bigolin (ULBRA)

Nelson Ferreira Fontoura (PUCRS)

Núcleo de Divulgação Científica (PROAC)

Paulo A. Seifert

Cláudio Schubert

Editora da ULBRA

Diretor: Valter Kuchenbecker

Capa: Eliandro Ramos

Editoração: Luciana Rizzi

Correspondência/Assinatura

Editora da ULBRA

Rua Miguel Tostes, 101 - Bairro São Luís

CEP: 92420-280 - Canoas/RS

Fone:(51) 477.9118 - Fax: (51) 477.9115

E-mail:editora@ulbra.br

Solicita-se permuta.

We request exchange.

On demande l'échange

Wir erbitten Austausch

Matérias assinadas são de responsabilidade dos autores. Direitos autorais reservados. Citação parcial permitida, com referência à fonte.

ÍNDICE

Editorial _____ **03**

Biologia

Estudo da herança genética de três plumagens no periquito ondulado australiano (*Melopsittacus undulatus*)

Emerson Juliano Prates; Rossano André Dal-Farra _____ **05**

Estrutura populacional e dinâmica de três sub-populações de *Heliconius erato phyllis* (Lep.: Nymph.) no sul do Brasil.

Eduardo Périco _____ **09**

Qual é o lugar do homem na educação ambiental?

Flávio L. Abreu da Silveira _____ **17**

Levantamento ambiental do município de Arroio do Meio - Vale do Taquari - usando um plano de desenvolvimento sustentável

Claudete Rempel, Marco Antonio Majolo _____ **29**

Informática

Mecanismos de Reutilização em Sistemas de Informação

Jugurta Lisboa Filho, Cirano Iochpe _____ **39**

Matemática e Física

Solução da equação de transferência radiativa dependente do tempo em uma placa plana pelos métodos espectral e LTSN

Sandra P. Renz _____ **53**

Química

Polimerização do etileno com catalisador metalocênico e metodologia de delineamento experimental

Luciano Endres; Carlos R. Wolf _____ **59**

Resumos de Dissertação

Informática

Utilização de Agentes para Suporte ao Trabalho em Grupo na Internet

Adriana Justin Cerveira Kampf _____ **69**

Química

Desenvolvimento de tecnologia para a degradação microbiológica de lipídios em efluentes industriais

Fernanda Fabero Guedes _____ **71**

Resumos de Tese

Matemática e Física

O ensino e aprendizagem da matemática nas séries iniciais do ensino fundamental - uma análise entre objetivos, práticas e resultados

Carmen Kaiber da Silva _____ **73**

Educação matemática no ensino médio: enfoque teórico e prático da avaliação praticada pelos professores de matemática da rede pública de ensino da região metropolitana de Porto Alegre RS - Brasil

Vanderlei Silva Félix _____ **75**

Química

Síntese eletroquímica do polipirrol sobre aço 1010 em presença de TiO₂ e do pigmento fosfato de zinco comercial. Aplicação na proteção contra a corrosão.

Denise Maria Lenz _____ **77**

The passivity of a super duplex stainless steel

Ester Schmidt Rieder _____ **79**

R454 Revista Acta Scientiae / Universidade Luterana do Brasil - Centro de Ciências Naturais e Exatas - Canoas: Ed. ULBRA, 1999.

Semestral

1. Ciências naturais-periódicos. 2. Ciências exatas-periódicos.
1. Universidade Luterana do Brasil - Centro de Ciências Naturais e Exatas

CDU 501/599 (05)
CDU 505

A Revista *Acta Scientiae*, neste número, apresenta sete artigos resultantes de pesquisas empreendidas em três instituições de ensino superior do Rio Grande do Sul, a saber, ULBRA, PUCRS e UFRGS. Este fato atesta o seu reconhecimento enquanto instrumento de divulgação de trabalhos da área das ciências naturais e exatas realizados em nosso Estado.

Os artigos em questão, relacionam-se predominantemente com as Ciências Naturais sendo dois da área zoológica, um da bioquímica e três da área ambiental. Por fim, mas não menos importante, há, ainda, um artigo de Informática.

O primeiro trabalho registra a ocorrência do gafanhoto *Cylindrotettix chacoensis* Roberts, 1975 no estado do RS, a partir de 159 espécimes coletados durante o período de um ano, apresentando suas principais características morfológicas.

O segundo artigo de zoologia investigou a dinâmica de crescimento em peso de uma população (N=214) do Molusco Bivalve *Donax hanleyanus* Philippi, 1847, coletada mensalmente durante um ano. A relação entre peso e comprimento para esta população, bem como sua curva de crescimento em peso são descritas por equações matemáticas.

O terceiro artigo decorre de um estudo do plasma de *Dendrocygna viduata* Vieillot, 1816, popularmente chamada de Marreca-Piadeira, no qual foi analisada a concentração das proteínas totais, do cálcio e da glicose de 11 espécimes coletados em Santa Vitória do Palmar, RS. Os testes foram realizados com auxílio de espectrofotometria.

Os três trabalhos seguintes apresentam em comum, estudos sobre bacias hidrográficas, com ênfase sobre as condições de vida das populações que vivem à margem dos arroios. Assim, o quarto artigo apresenta o diagnóstico sócio-econômico-tecnológico e ambiental de uma Vila de moradores da Microbacia do Arroio Ferreira, parte integrante da Bacia Hidrográfica de Baixo Jacuí, localizada no município de Cachoeira do Sul. A partir dos índices sócio-econômico e ambiental obtidos são apresentadas propostas de manejo. No quinto artigo, é apresentada uma avaliação estimada de erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista, cuja área abrange desde os Municípios de Carlos Barbosa e Garibaldi até o Município de Estrela. Sugestões de técnicas para preservação ambiental e melhoria de qualidade de vida, relacionadas aos recursos hídricos, são apresentadas no final. O sexto artigo apresenta um diagnóstico sócio-econômico e ambiental realizado na micro-bacia hidrográfica do Arroio do Amorim, que se localiza dentro do perímetro urbano de Cachoeira do Sul, RS, com o objetivo de elaborar prognósticos à recuperação desta micro-bacia.

O sétimo artigo trata-se de trabalho em Informática e descreve o conceito de *workflow*, para a representação dos aspectos de coordenação, cooperação e gerenciamento do fluxo de trabalho administrativo. São apresentados diferentes pontos de vista sobre o significado de *workflow* e seu relacionamento com *Groupware* e *CSCW*, e um referencial conceitual para *workflow*. É apresentada uma caracterização do que sejam sistemas de suporte ao gerenciamento de *workflow* bem como uma classificação para estes sistemas considerando a complexidade, grau de estruturação das tarefas e grau de interação com os profissionais responsáveis pelas mesmas.

Ao apresentar preliminarmente os artigos, busca-se despertar o interesse do leitor pelos diferentes temas propostos, assim como estimular novos autores a divulgarem suas pesquisas em nossa revista. Em suma, pretende-se cumprir o objetivo máximo de uma

revista científica: a atualização constante de pesquisadores e professores das Instituições de Ensino Superior de nosso País.

Marcos Machado
Comissão Editorial

Estudo da Herança Genética de Três Plumagens no Periquito Ondulado Australiano (*Melopsittacus Undulatus*)

*Study of Genetic Heritance in Three Plumages in Budgerigar (*Melopsittacus undulatus*)*

Prates, E.J.; Dal-Farra, R.A.

Resumo

O periquito ondulado australiano apresenta a plumagem selvagem (S) e diversos outros tipos de plumagens decorrentes de mutações fixadas ao longo do tempo pelos criadores. Estas mutações expressam-se fenotipicamente alterando quantitativamente e qualitativamente os pigmentos melânicos e a psitacina. Dentre estas mutações encontram-se o arlequim dominante (AD), o arlequim recessivo (AR) e o claro de olhos pretos (COP). Foram analisados os dados de 177 animais oriundos de 24 acasalamentos de periquitos em cativeiro de apenas um criador. Estes registros foram separados em quatro conjuntos conforme os fenótipos acasalados. Para análise dos resultados foi utilizado o Teste do Qui-Quadrado. Os resultados deste estudo corroboram a hipótese da ocorrência de herança determinada por dois loci independentes, um codominante e outro recessivo. As observações sugerem também a expressividade variável nos fenótipos AD e AR. Estudos posteriores podem auxiliar a melhor compreensão da complexidade da herança genética destas plumagens.

Palavras-chave: Periquito ondulado australiano, genética, *Melopsittacus undulatus*.

Abstract

The budgerigar has different kinds of plumages caused by mutations fixed by the breeders. The

Prates, Mestrando na Linha de Pesquisa Processos de Comunicação, Saúde e Ambiente no Departamento de Psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Dal-Farra, Mestre em Produção Animal - Melhoramento Genético Animal/UFRGS - Professor da Universidade Luterana do Brasil.

phenotypic expression of these plumages changes the melanic and psittacine pigments in quantitative and qualitative ways. The plumages named arlequim dominante (AD), arlequim recessivo (AR) and claro de olhos pretos (COP) are examples of these phenotypes. The data of 177 animals born to 24 couples of budgerigars belong to one breeder were analysed. These data were shared in four sets according to the couples utilized in breeding. In analysis was utilized the Chi-Square Test. The results of this study confirm the hypothesis of two independent loci, one codominant and other recessive. The observations also suggest a variable expressivity in AD and AR phenotypes. Complementary studies might help to comprehend the complexity of these plumages.

Key Words: Budgerigar, genetics, Melopsittacus undulatus.

Introdução

O periquito ondulado australiano (*Melopsittacus undulatus*) apresenta fenótipos para plumagem diferentes do fenótipo selvagem, que foram fixados ao longo dos anos pelos criadores em aves criadas artificialmente em cativeiro. Estes fenótipos apresentam alterações quantitativas e qualitativas no pigmento denominado de psitacina, que nesta espécie é amarela, e também nos pigmentos melânicos. Este trabalho objetiva investigar a herança genética de três destes fenótipos onde ocorre a supressão das melaninas na plumagem e no corpo em áreas determinadas.

Os fenótipos denominados de arlequim dominante (AD), arlequim recessivo (AR) e claro de olhos pretos (COP) expressam alterações na distribuição dos pigmentos melânicos, diferindo do fenótipo selvagem (S). Observações preliminares permitiram verificar que o acasalamento de periquitos AD com periquitos AR produz, além de aves AD e AR, outras aves com o fenótipo COP. Isto é corroborado pelos resultados de Feyerabend e Vriends (1978), Shwuchow (1984), Nemésio (1988), Prates (1995) e Al-Nasser (1997). Entre outros resultados, as observações também sugerem a presença de expressividade variável nos fenótipos AD e AR, além de raros casos de ocorrência de não penetrância de um genótipo. Constata-se inclusive diferenças quanto a extensão de áreas despigmentadas nos homocigotos dominantes (em que as áreas são maiores) e nos heterocigotos (com áreas menores que apresentam redução de pigmentação na plumagem) no locus responsável pelo

fenótipo AD, caracterizando a ação gênica denominada de codominância.

O objetivo deste trabalho foi verificar a herança genética destas plumagens através da observação dos resultados dos acasalamentos, proporcionando um auxílio aos processos de seleção genética para plumagens de periquito ondulado australiano.

Material e Métodos

Foram utilizados registros de pedigree provindos de uma linhagem mantida pelo Criadouro Foschiera situado na cidade de Porto Alegre/RS. Constam dos pedigrees as descrições de pais, avós, bisavós e irmãos nascidos no mesmo ano com os seus fenótipos classificados conforme descrito no Manual de Julgamento da Ordem Brasileira de Juizes Ornitológicos.

Os animais foram criados em cativeiro e o controle da prole foi proporcionado pela individualização dos casais em gaiolas criadeiras e pelo anilhamento dos filhotes entre sete e doze dias de idade.

Os genes responsáveis pelas mutações são representados por r (recessivo) e P (dominante), e os genes do fenótipo selvagem são representados por R⁺ e p⁺. Os genótipos atribuídos para cada fenótipo foram os seguintes:

O fenótipo S: R⁺R⁺p⁺p⁺ e R⁺rp⁺p⁺.

O fenótipo AD: R⁺R⁺PP, R⁺rPP, R⁺R⁺Pp⁺ e R⁺rPp⁺.

O fenótipo AR: rrp⁺p⁺.

O fenótipo COP: rrPP e rrPp⁺.

Foram utilizados dados de 177 aves oriun-

das de acasalamentos de 24 casais divididos em quatro conjuntos:

1) AD (R+rPp⁺) x AD (R+rPp⁺).

2) AD (R+rPp⁺) x S (R⁺rp⁺p⁺).

3) AD (R+rPp⁺, R⁺R⁺Pp⁺) x S (R⁺rp⁺p⁺, R⁺R⁺p⁺p⁺).

4) AU (rrPp⁺) x S (R⁺R⁺p⁺p⁺).

A totalidade dos 177 animais analisados, estavam assim distribuídos nos quatro conjuntos:

1) 26 aves resultantes de cinco casais.

2) 49 aves resultantes de seis casais.

3) 86 resultantes de onze casais.

4) 16 aves resultantes de dois casais.

Os resultados destes quatro conjuntos de acasalamentos foram analisados pelo Teste do Qui-Quadrado conforme Gardner e Snustad (1986), verificando as seguintes proporções esperadas:

1) 9:3:3:1 - onde 9=AD, 3=S, 3=COP, 1=AR.

2) 6:6:2:2 - onde 6=AD, 6=S, 2=COP, 2=AR.

3) 1:1 - onde 1=AD, 1=S.

4) 1:1 - onde 1=AD, 1=S.

Estes conjuntos de acasalamentos pretendem demonstrar que a herança genética destas plumagens decorre da atuação de dois loci gênicos independentes.

Resultados e Discussão

As tabelas 1, 2, 3 e 4 demonstram os resultados das análises de cada um dos quatro conjuntos de acasalamentos para o Teste do Qui-Quadrado.

TABELA 1 - Conjunto 1 - AD x AD

Classe fenotípica	Observado	Esperado
AD	16	14,6
S	05	04,9
COP	04	04,9
AR	01	01,6

$\chi^2 = 0,526$ Não significativo

TABELA 2 - Conjunto 2 - AD x S

Classe fenotípica	Observado	Esperado
AD	22	18,4
S	12	18,4
COP	05	06,1
AR	10	06,1

$\chi^2 = 5,62$ Não significativo

TABELA 3 - Conjunto 3 - AD x S

Classe fenotípica	Observado	Esperado
AD	43	43
S	43	43

$\chi^2 = 0,00$ Não significativo

TABELA 4 - Conjunto 4 - COP x S

Classe fenotípica	Observado	Esperado
AD	06	08
S	10	08

$\chi^2 = 1,00$ Não significativo

O Teste do Qui-Quadrado apresenta diferenças não significativas nos quatro conjuntos de acasalamentos analisados entre o observado e o esperado. Estes resultados não permitem rejeitar a hipótese da herança genética ser determinada por dois loci gênicos independentes.

Quanto a um destes loci (o locus associado ao AD), a ação gênica é a codominância pois o animal com genótipo heterozigoto (Pp⁺) tem um fenótipo onde as áreas sem melanina são menores do que as áreas desprovidas do referido pigmento que ocorrem no homozigoto (PP). Ressalta-se também a ocorrência de expressividade variável tanto em homozigotos quanto em heterozigotos quanto a extensão de áreas sem melanina dentro de cada genótipo. Outro fato que aumenta a complexidade de expressão fenotípica destes genótipos é a observação da não-penetrância em alguns (raros) animais heterozigotos.

No outro locus ocorre a herança recessiva determinada pelo genótipo rr (o locus associado ao AR).

A utilização de quatro conjuntos de acasalamentos para testar as hipóteses de herança tornou-se necessária devido ao pequeno número de aves em determinadas classes fenotípicas do conjunto 1 de acasalamento. Este procedimento objetivou, inclusive, o melhor entendimento da herança genética destas plumagens devido a complexidade da expressão fenotípica das mesmas como observado nas referidas aves.

Conclusões

Os resultados do Qui-Quadrado corroboram a hipótese da ocorrência de herança determinada por dois loci independentes. Um destes loci é codominante e apresenta expressividade variável e penetrância incompleta, embora a não expressão fenotípica ocorra em um número reduzido de periquitos. O outro locus é recessivo.

Estudos posteriores podem auxiliar a melhor compreensão da complexidade na herança genética destas plumagens.

Referências

Bibliográficas

AL-NASSER, G. Dark-eyed Clears – An Old Variety Revived. 1997. <http://home.clara.net/birdroom/rares/dec.html>

ARNO, A. Periquitos Ondulados Australianos. Revista XV Exposição de pássaros e aves ornamentais. **Sociedade Ornitológica Riograndense**. Porto Alegre. 1984.

FEYERABEND, C; VRIENDS, M. **Breeding Budgerigars**. Neptune City:T.F.H. Publications. 1978.

GARDNER, E.; SNUSTAD, D.P. **Genética**. Rio de Janeiro: Interamericana. 1986

NEMÉSIO, A. **Herança de cores no periquito australiano** (*Melopsittacus undulatus*). Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas. 1988.

POMAREDE, M. As mutações e as variedades brancas de aves de gaiola. **Atualidades Ornitológicas**, 40, mar/abr. Ivaporã, 1991.

PRATES, E.J. **Catálogo e Classificação de Fenômenos Genéticos Fenotípicos Observados no Periquito Ondulado Australiano** (*Melopsittacus undulatus*). Santo Ângelo: Livraria Universitária. 1995.

SCHUCHOW, A. Séries Raras. **Jornal Periquito Australiano**, Associação Dos Criadores Do Periquito Australiano. São Paulo, mar/abr 1992.

Estrutura populacional e dinâmica de três sub- populações de *Heliconius erato phyllis* (Lep.: Nymph.) no sul do Brasil

*Population structure and dynamics of three sub-
populations of Heliconius erato phyllis
(Lep.: Nymph.) in South Brazil*

Eduardo Périgo

Resumo

Utilizando o método de captura-recaptura, são apresentados aspectos da biologia populacional da borboleta Heliconius erato phyllis, em uma mata de crescimento secundário no Rio Grande do Sul, Brasil. A área original foi dividida em cinco sub-áreas, e as taxas de migrações indicaram a ocorrência de três sub-populações. Estimativas do tamanho populacional foram calculadas pelos métodos de Jolly e Manly-Parr. Uma característica fenotípica, o número de pontos vermelhos sob a barra amarela das asas posteriores também foi analisada.

Palavras chaves: Estrutura populacional, Lepidoptera, Heliconius erato phyllis.

Abstract

Using the capture-recapture method, we had studied some aspects of the populational biology of the butterfly Heliconius erato phyllis, in a second growth area in Rio Grande do Sul, Brasil. The original area was divided in five sub-areas, and the migration rates indicated the occurrence of three sub-populations. Estimates of the population size were calculated by the methods of Jolly and Manly-Parr. A phenotypic characteristic, the number of red raylets below the hindwings yellow bar was also analyzed.

Key words: Population structure, Lepidoptera, Heliconius erato phyllis.

Eduardo Périgo, Doutor em Ecologia pela USP-SP, professor adjunto de Departamento de Biologia da ULBRA.

1. Introdução

O estudo demográfico de populações naturais se constitui uma importante ferramenta para o entendimento da adaptação e evolução de diversos grupos. Os heliconíneos são um grupo de borboletas de distribuição neotropical que tiveram seu centro de origem em áreas tropicais e diversificaram em direção à áreas subtropicais e temperadas (Benson *et al.*, 1976; Brown Jr., 1981). Embora bastante estudadas em seus aspectos sistemáticos (Brown Jr, 1981), comportamentais (Gilbert, 1975) e evolutivos (Turner, 1981), poucos trabalhos sobre dinâmica de populações naturais de *Heliconius* foram escritos (Turner, 1971; Ehrlich & Gilbert, 1973; Cook, Thomason & Young, 1976; Saalfeld & Araújo, 1981; Romanowsky, Gus & Araújo, 1985).

A espécie *Heliconius erato phyllis*, é normalmente encontrada em florestas de crescimento secundário, onde os adultos utilizam para oviposição espécies do gênero *Passiflora* (maracujás) e apresentam hábitos gregários, tais como a formação de sítios de repouso (Périco, 1995).

O presente trabalho visa contribuir para o entendimento da biologia populacional de *H. e. phyllis* no extremo sul do Brasil, onde as condições ambientais em determinadas épocas do ano, assemelham-se àquelas de clima temperado.

2. Metodologia

O local de estudo é uma mata de crescimento secundário, com predominância de *Eucalyptus sp.*, localizada no município de Sapucaia do Sul, RS. Para verificar o movimento de *Heliconius erato phyllis*, o local foi dividido em cinco sub-áreas aproximadamente contíguas: A1, A2, A3, A4 e A5. Durante a análise dos dados, devido as taxas de capturas e recapturas, observou-se que as cinco áreas poderiam ser agrupadas em três: A1, A2+A3 e A4+A5, que passaram a ser consideradas como três sub-populações.

O método utilizado foi de captura-marcação-recaptura. As borboletas adultas eram capturadas com o auxílio de uma rede entomológica entre 10:00min e 16:00min. Após a captura eram marcadas com uma caneta para retroprojektor, recebendo um número na asa anterior direita, sendo então liberadas.

O sexo, data e local da captura eram anotados em uma ficha específica.

Um total de 494 indivíduos foram capturados no período compreendido entre maio e dezembro de 1998, em amostragens aproximadamente semanais.

Estimativas do tamanho populacional foram realizadas utilizando-se os modelos estocásticos de Jolly (1965) e Manly & Parr (1968) sendo que, devido ao tamanho da amostra os dois sexos foram agrupados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Número de indivíduos capturados, freqüência de recapturas e longevidade

Foram marcados um total de 276 machos e 218 fêmeas, nas cinco áreas estudadas. A tabela 1 apresenta a distribuição por sexo dos indivíduos capturados nas cinco áreas. O número de machos capturados sempre foi superior ao de fêmeas, porém a única diferença significativa entre o número de machos e fêmeas, foi encontrada na área A1 ($\chi^2 = 8,38$; 1g.l.; $P < 0,01$).

A tabela 2 apresenta a freqüência de recapturas de machos e fêmeas, considerando as três sub-populações juntas. Pode ser observado que 37% dos machos e 34% das fêmeas foram recapturadas pelo menos uma vez. A diferença entre o número de machos e fêmeas recapturados não é significativa ($\chi^2 = 3,29$; 6 g.l.; $\alpha = 0,05$), indicando que a probabilidade de recaptura é a mesma para ambos os sexos.

Com relação a longevidade, 83% dos machos sobreviveram de 1 a 13 semanas, e 88% das fêmeas de 1 a 16 semanas (tabela 3). Considerando apenas estes períodos, a longevidade média para os machos foi de 6,4 semanas e de 4,1 semanas para as fêmeas. Em parte esta diferença poderia ser explicada pela menor taxa de recaptura das fêmeas, mas não podem ser desconsiderados aspectos comportamentais e ecológicos. Por exemplo, a taxa de predação das fêmeas pode ser mais alta, pois o processo de procura e escolha da planta hospedeira envolve um grande tempo de exposição do indivíduo.

Tabela 1: Distribuição dos indivíduos marcados conforme sua área de origem

Sexo/Área	A1*	A2	A3	A4	A5	Total
Machos	105	4	78	50	39	276
Fêmeas	67	8	71	39	33	218
Total	172	12	149	89	72	494
$\chi^2 = 8,38$; 1g.l.; $P < 0,01$						

Tabela 2: Frequência de recapturas entre machos e fêmeas (**n** = número, **f** = frequência)

Recapturas	Machos		Fêmeas	
	n	f	n	f
0	175	0.63	144	0.66
1	64	0.23	46	0.21
2	26	0.09	18	0.08
3	8	0.03	8	0.03
4	2	0.01	1	0.01
5	0	0.00	1	0.01
6	1	0.01	0	0.00
Total	276	1.00	218	1.00
$\chi^2 = 3,29$; 6 g.l.; $\alpha = 0,05$; não significativo				

A longevidade máxima observada foi de 176 dias para as fêmeas e de 193 dias para os machos. Estes valores foram os maiores observados em campo para borboletas desta espécie.

Benson (1972) estudando *Heliconius erato petiverana* na Costa Rica, relata um indivíduo que retorna ao dormitório após seis meses. Ehrlich e Gilbert (1973) observaram um macho de *H.*

ethilla com 162 dias. Em trabalho com *H. erato* no Rio Grande do Sul, Saalfeld e Araújo (1981) observaram uma fêmea com 91 dias e um macho com 150 dias, enquanto Romanowsky, Gus e Araújo (1985), relataram uma fêmea com 113 dias e um macho com 136 dias. Convém salientar que apenas estes dois últimos trabalhos foram realizados em áreas com clima subtropical.

Tabela 3: Longevidade dos machos e fêmeas coletados, considerando todas as áreas em conjunto (**n** = número, **f** = frequência)

Semanas	Machos		Fêmeas	
	n	f	n	f
1 - 4	24	0.24	21	0.28
4 - 7	30	0.29	11	0.15
7 - 10	14	0.14	11	0.15
10 - 13	16	0.16	11	0.15
13 - 16	4	0.04	11	0.15
16 - 19	7	0.07	4	0.05
19 - 22	2	0.02	3	0.04
22 - 25	3	0.03	0	0.00
25 - 28	1	0.01	2	0.03
Total	101	1.00	74	1.00

3.2. Taxas de migração

Heliconius erato phyllis é caracterizada por um grupo de sub-populações com pequeno fluxo gênico entre elas (Saalfeld e Araújo, 1981), portanto uma grande área a ser estudada deve ser dividida em sub-áreas, como indica o “modelo de ilhas” (Wright, 1969). Este procedimento evita a possibilidade de que os dados obtidos sejam de populações diferentes.

As taxas de migrações entre as cinco áreas foram calculadas, e os resultados podem ser observados na tabela 4 e na figura 1. Entre as áreas A2 e A3 foi observado uma percentagem total de migração de 23%, e entre as áreas A4 e A5 de 27%. Devido as altas taxas de migra-

ções entre elas, estas sub-populações foram agrupadas (A2+A3) e (A4+A5), e cada agrupamento passou a ser considerado como uma população individual.

A frequência de migração de A3 → A2 é bem mais alta (0,20) que de A2 → A3 (0,03), isto provavelmente se deve ao baixo número de indivíduos capturados na área A2 (12 indivíduos, tabela 1). A área A2 parece não constituir uma região com população residente, mas sim uma extensão da área A3, ou um canal de passagem entre as áreas A3 e A1. A população da área A1 continuou sendo considerada uma população separada, pois a taxa de troca com as demais áreas foi baixa.

Tabela 4: Taxas de migrações entre a cinco áreas

Áreas	A1	A2	A3	A4	A5
A1	-----	0.00	0.08	0.03	0.00
A2	0.00	-----	0.03	0.00	0.00
A3	0.02	0.20	-----	0.12	0.04
A4	0.01	0.00	0.06	-----	0.16
A5	0.00	0.00	0.03	0.11	-----

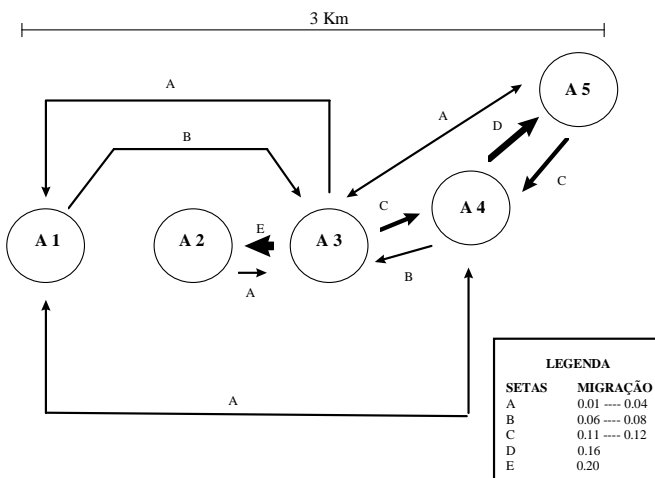


Figura 1: Esquema da área de trabalho, com a divisão em cinco sub-áreas e as respectivas taxas de migrações entre elas.

3.3 Flutuações populacionais

O período de realização do trabalho foi de maio a dezembro de 1998 cobrindo basicamente todas as estações, com maior número de amostragens no inverno e na primavera. Esta

diferença foi proposital, pois considerando que o inverno na região é rigoroso, havia interesse em saber se as populações desapareciam durante este período, sendo a área recolonizada a cada ano, ou se as populações se mantinham.

A figura 2 apresenta o número de indivíduos capturados nas três sub-áreas (A1, A2 + A3, A4 + A5) durante o período de estudo. Apesar do número de borboletas capturadas nas três áreas variar conforme o mês de amostragem, de uma forma geral durante as estações, as tendências de crescimento, queda e estabilização se mantiveram cons-

tante. As três populações atravessaram o inverno e atingiram a primavera com um número médio de indivíduos aproximadamente constante. A queda na densidade populacional observada no início do verão talvez seja devido ao baixo número de amostragens (durante este período foram realizadas duas amostragens).

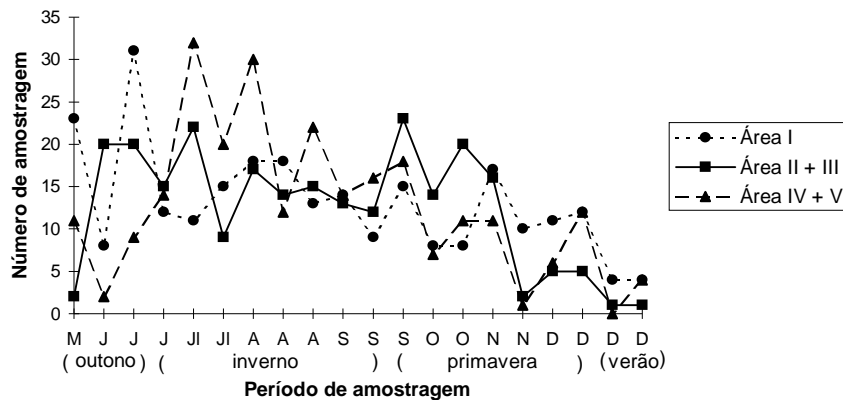


Figura 2: Número de indivíduos capturados nas três sub-áreas em relação ao período de captura (M = maio, J = junho, JI = julho, A = agosto, S = setembro, O = outubro, N = novembro, D = dezembro)

Analisando duas populações de *H erato phyllis*, em Guaíba, RS, Romanowsky, Gus e Araújo (1985) observaram que a máxima densidade populacional ocorreu durante o mês de abril até início de junho, sendo que as populações se extinguíram no inverno (agosto e setembro), começando a expandirem-se novamente no início de dezembro (final da primavera). Saalfed e Araújo (1981) também observaram extinção de uma população de *H. e. phyllis* em Itapoã, RS durante o período de inverno.

A área estudada no presente trabalho, parece constituir-se um refúgio para a manutenção das populações durante os meses mais fri-

os do ano. Isto talvez ocorra devido ao microclima da região e a presença constante de flores para alimentação, bem como de plantas para oviposição dos adultos e alimentação das larvas.

Estimativas do tamanho populacional e taxa de sobrevivência foram calculadas pelos métodos de Manly-Parr e Jolly (tabela 5). Em ambos os casos os valores obtidos parecem representar uma superestimativa do observado, porém a estimativa obtida pelo método de Manly-Parr é mais uniforme (principalmente para a área A1) e descreve mais apropriadamente os dados de campo.

Tabela 5: Estimativa do tamanho populacional (N) e taxa de sobrevivência (S), utilizando os modelos de Manly-Parr e Jolly. Os (—) representam impossibilidade de estimativa e (n) o número de indivíduos capturados.

	Área 1				Área 2 + 3					Área 4 + 5				
	Manly-Parr		Jolly		n	Manly-Parr		Jolly		n	Manly Parr		Jolly	
	N	S	N	S		N	S	N	S		N	S	N	S
23	—	—	—	—	2	—	—	—	—	11	—	—	—	—
8	—	—	198	1.7	20	—	.63	69	.94	2	—	—	—	—
31	281	.54	424	.84	20	125	—	154	1.4	9	23	1.8	17	1.0
12	100	.70	147	.56	15	300	.33	304	.09	14	125	1.2	52	1.0
11	92	1.8	84	1.3	22	110	.75	161	1.7	32	139	1.0	141	1.5
15	150	.66	110	.66	9	150	.92	226	.44	20	167	.75	286	.83
18	180	.83	146	1.0	17	142	1.4	125	.64	30	145	.25	226	.66
18	90	.92	117	2.8	14	175	0.0	85	3.3	12	86	.31	109	.61
13	108	0.0	497	.30	15	375	.66	390	.04	22	28	1.4	92	.74
14	200	0.0	152	—	13	130	.78	142	.66	14	130	.55	126	.91
9	—	0.0	—	—	12	120	2.8	135	1.9	16	114	1.3	84	.84
15	50	.83	74	.97	23	186	1.1	218	.71	18	120	.03	124	.03
8	50	0.0	74	.97	14	175	1.3	222	.61	7	35	2.8	26	2.1
8	80	0.5	42	1.1	20	182	.15	178	.24	11	110	.55	60	.43
17	68	2.4	72	.34	16	16	—	28	—	11	33	0.0	25	—
10	75	0.0	45	3.6	2	—	0.0	—	—	1	—	—	—	—
11	37	.27	126	.24	5	—	0.0	60	—	6	18	—	26	—
12	12	—	17	—	5	—	—	—	—	12	—	—	—	—
4	—	0.0	—	—	1	—	0.0	—	—	0	—	—	—	—
4	—	—	—	—	1	—	0.0	—	—	4	—	—	—	—

3.4 Variabilidade fenotípica

Algumas características de *Heliconius erato phyllis* podem variar intra e inter - populacionalmente. Entre estas destacam-se a presença do retângulo creme na porção distal das asas posteriores, herdada de forma autossômica recessiva (Sheppard **et al.** 1985), e a presença de pequenos raios vermelhos, que variam em número de 1 a 6 (ocasionalmente 7), localizados abaixo da barra amarela das asas

posteriores (Saalfeld & Araújo, 1981).

A figura 3 apresenta a distribuição do número de raios vermelhos em relação a área estudada e a estação do ano. O verão não está incluído porque a amostragem não foi significativa. Durante o outono pode ser observada uma distribuição bimodal, com as modas em 3 e 5 raios, para as três sub-populações. Nesta estação, a média do número de raios variou entre 3,6 e 3,9, conforme a população. No in-

verno a tendência bimodal fica mais clara, e os dois picos (em 3 e 5 raios) estão bem delimitados. A variação média neste período foi de 3,2 raios (áreas A2+A3 e A4+A5) a 3,6 raios (área A1). Na primavera também podem ser observadas duas modas, mas a exemplo do outono a delimitação não é tão clara como no inverno. Neste período a média do número de raios variou entre 2,7 (área A2+A3) e 3,7 (área A1).

Saalfed e Araújo (1981), também encontraram um padrão bimodal de distribuição dos raios vermelhos em *H. e. phyllis*, com modas em 3 e 5 raios. Com relação a este padrão não observaram diferenças entre os sexos.

Pansera e Araújo (1983), estudando po-

pulações de *H. e. phyllis* no sul do Brasil, encontraram grande variação na frequência de distribuição dos raios vermelhos. Algumas apresentavam frequências de distribuição unimodal, com moda em 3, 5 ou 6 raios, e outras bimodal, com moda em 3 e 5 raios. As médias para as estações mais frias parecem ser um pouco mais baixas que para as estações mais quentes, tendência que não foi observada no presente trabalho. Os autores estimaram a herdabilidade desta característica, através dos métodos de regressão e análise da variância. O primeiro ofereceu um valor de 0,74 e o segundo 1,09, este último considerado pelos autores como uma superestimativa.

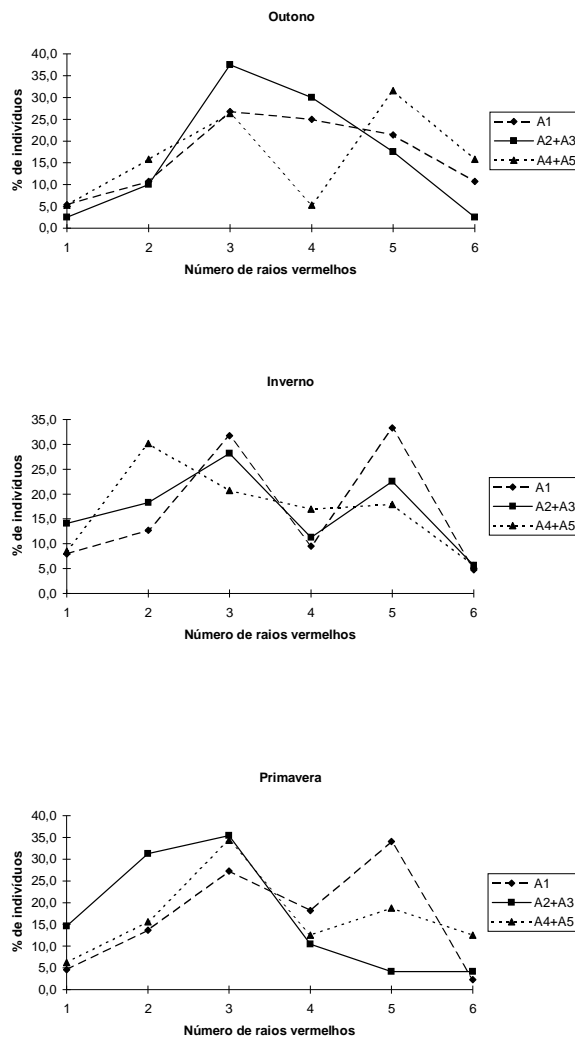


Figura 3: Distribuição do número de raios vermelhos conforme a área, a população estudada e a estação do ano.

4. Bibliografia

- BENSON, W. Natural selection for Müllertian mimicry in *Heliconius erato* in Costa Rica. **Science**, v.176, p. 936-939, 1972.
- BENSON, W.; BROWN, Jr. K. S & GILBERT. L. E. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution**, v.29, p. 659-680, 1976.
- BROWN, Jr. K. S. The biology of *Heliconius* and related genera. **Ann. Rev. Entomol.**, v.26, p. 427-456, 1981.
- COOK, L.M.; THOMASON, E.W. & YOUNG, A M. Population structure, dynamics and dispersal of tropical butterfly *Heliconius charitonius*. **Journal of Animal Ecology**, v.45, n.3, p. 851-863, 1976.
- EHRlich, A H. & GILBERT, L. E. Population structure and dynamics of the tropical butterfly *Heliconius ethilla*. **Biotropica**, v.5, p. 69-82, 1973.
- GILBERT, L. E. Ecological consequence of a coevolved mutualism between butterflies and plants. In: GILBERT, L.E. & RAVEN, P.H. (eds.). **Coevolution of animals and plants**. Austin, Texas Univ. Press, 1975.
- JOLLY, G. M. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model. **Biometrika**, v.52, p. 225-247, 1965.
- MANLY, B.F.J. & PARR, M.J. A new method of estimating population size, survivorship, and birth rate from capture-recapture data. **Trans. Brit. Soc. Entom.**, v.18, p. 81-89, 1968.
- PANSERA, M.G.C. & ARAÚJO, A M. Distribution and heritability of the red raylets in *Heliconius erato phyllis* (Lepid.; Nymph.). **Heredity**, v.51, n.3, p. 643-652, 1983.
- PÉRICO, E. Interação entre quatro espécies de Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) e suas plantas hospedeiras (Passifloraceae) em uma floresta secundária do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências**, v.3, n.2, p. 3-18, 1995.
- ROMANOWSKY, H.; GUS, R. & ARAÚJO, A M. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). III: Population size, preadult mortality, adult resources and polymorphism in natural populations. **Rev. Brasil. Biol.**, v.45, n.4, p. 563-569, 1985.
- SAALFED, K & ARAÚJO, A M. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). I: Demography of a natural population. **Rev. Brasil. Biol.**, v.41, n.4, p. 855-860, 1981.
- SHEPPARD, P.M.; TURNER, J.R.G.; BROWN, Jr, K.S.; BENSON, W.W. & SINGER, M.C. Genetics and evolution of muellerian mimicry in *Heliconius* butterflies. **Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B.**, v.308, p. 433-310, 1985.
- TURNER, J. R. G. Experiments on the demography of tropical butterflies. II. Longevity and home-range behaviour in *Heliconius erato*. **Biotropica**, v.3, n.1, p. 21-31, 1971.
- TURNER, J. R. G. Adaptation and evolution in *Heliconius*: a defense of neo- darwinism. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.12, p. 99-122, 1981.
- WRIGHT, S. **Evolution and genetics of populations**. Vol. 2, The theory of gene frequencies. Univ. Chicago Press, Chicago, 1969.

Qual é o lugar do Homem na Educação Ambiental?¹

Man's place in environmental education

Flávio L. Abreu da Silveira

Resumo

A proposta do texto é estabelecer uma discussão acerca das questões relacionadas a Educação Ambiental, de forma a introduzir elementos referentes a cultura e a gênese da técnica como elementos importantes nas interações sociais com o meio, propondo-se, portanto, a ressituar o lugar do humano nas práticas ditas educativas relacionadas ao ambiente natural.

Palavras-chaves: homem; educação ambiental; cultura.

Abstract

The proposal of this paper is to establish a discussion about items related to Environmental Education in order to introduce elements linked to culture and to the genesis of technology as important elements in the interactions between the social and the environment. It intends, therefore, to re-situate man's place in the educational practices related to the natural environment.

Key words: human place, environmental education, culture.

Introdução

A reflexão acerca da **Educação Ambiental (EA)** que estabeleço aqui é fruto de um processo de discussão que venho realizando junto ao Instituto Anthropos, dentro de uma perspectiva interdisciplinar. Parto do princípio de que é necessário realizar uma análise mais profunda do que significa o ambiental enquanto um

dos atributos da educação, inserindo a questão, portanto, em uma lógica que contempla o surgimento da noção de ecologia vinculada a idéia de escassez, onde a extinção e a poluição aparecem como signos poderosos, ou seja, ligados aquela visão do natural inserida numa perspectiva que vislumbra certas perversidades que são atribuídas a sociedade industrial moderna.

¹ Este texto foi apresentado durante a participação na Mesa Redonda sobre Educação Ambiental na VI Reunião Acadêmica de Biologia da UNISINOS em 1998. Cabe ressaltar que a leitura atenta da Dra. Ana Luiza Carvalho da Rocha foi de extrema importância, no entanto, qualquer posição externada por mim é de minha própria responsabilidade.

Flávio L. Abreu da Silveira é Biólogo e Mestre em Antropologia Social. Professor de Antropologia Social/Estudos sociais e ambientais/Saúde Ambiental da Universidade de Cruz Alta - UNICRUZ e membro do Instituto Anthropos (Porto Alegre).

Porém, entendo que o “fenômeno ecologia” é polissêmico e abarca consigo certa complexidade, por isso adentra no social como uma nova possibilidade de consumo no qual os naturais aparecem como elementos de apelo de mercado, ao mesmo tempo que servem de base para filosofias místicas que pregam um retorno à natureza.

A abordagem, portanto, desvia-se daquela temática denunciatória dos impactos sobre os ecossistemas e toma como questão central, o fato de que a relação homem/natureza está na análise da gênese da técnica, ou seja, é preciso pensar a técnica enquanto mediadora da relação do animal humano com os ecossistemas para, a partir daí, estabelecer uma análise da chamada Educação Ambiental, envolvendo por isto aspectos de ordem cognitiva, tecnológica e subjetiva na inter-relação entre o sujeito humano e o seu meio.

Para além do Humanismo cartesiano e do biocentrismo ingênuo

Não se trata aqui de depreciar o “homem”, fazer dele o monstro devastador de uma natureza boa, divinizada e mãe nutriz, cabe sim relativizar esse personagem genérico e ressaltar que são alguns homens que interagem de forma predatória com o ambiente.

Também não é o caso de apostar no reencantamento do homem, aqui investido de um animismo tal, que queira ver no mundo natural o seu destino de ser em busca de uma essência perdida, demiúrgica, do paraíso primevo cujo caminho ele se desviou.

Desta forma, a questão coloca-se para além de um maniqueísmo que quer ver o trajeto antropológico enquanto uma querela entre um **antropocentrismo** que coloca o homem como dominador da natureza e um **biocentrismo** que o percebe a partir de uma visão holística, totalizadora, redentora².

Trata-se, desta forma, de inserir no debate uma perspectiva eco-antropológica, onde o

oikos e o **anthropos** não podem ser separados, dentro de uma lógica de proposições binárias excludentes, do tipo ou...ou, mas sim numa perspectiva includente, do tipo e...e, ou seja, busca-se transcender aquela crítica vinculada a uma concepção moderna do homem, individualista e apartado do mundo natural, nos moldes de um mecanicismo que vislumbra a natureza como sustentáculo dos designios humanos. No entanto, encara-se o biocentrismo como uma forma que o antropocentrismo forjou para estabelecer uma “reintegração” do homem com o mundo natural e que aspira no retorno a natureza, a possibilidade de um contrato com ela.

A cultura como rede de significados (Geertz, 1978) tem a sua sustentação num nível mais básico, mas nem por isso menos complexo, nas teias de caráter ecológico: há necessariamente um nível ecossistêmico, da ordem das permutas energéticas, de certos fluxos de matéria que possibilitam que a dimensão da cultura se destaque e, assim singularize o humano, desta forma, estaríamos num nível relacional que é de uma esfera eco-antropológica.

Resitua-se, portanto, a questão de forma a inseri-la numa direção outra, mais especificamente, dentro de uma perspectiva que contempla o homem em sua dimensão **biocultural**, ou melhor, onde a **dimensão simbólica** está em paralelo com o gesto humano e aparece como um processo cognitivo capaz de gerar pontes de interação, vinculando objetos e atos à idéias que se têm a respeito deles. Na verdade, o que temos em mente são concepções que conectam uma realidade (física, ecossistêmica) a uma idéia sobre ela, portanto, isto se dá sempre num nível mental, na esfera do virtual.

O que entendemos por natureza, por exemplo, é uma construção social que vem se modificando ao longo do trajeto antropológico, desta forma, o que há na mente é uma idéia de como o mundo natural se apresenta para nós. Trata-se de demonstrar aqueles aspectos inerentes a caminhada do animal humano em direção a um **ambiente técnico-cultural**, onde “a cultura é coextensiva da natureza” e, desemboca no fato de que “a ecologia e a antropologia são hoje coincidentes”³.

² Para aprofundar a questão ver Luc Ferry - A Nova Ordem Ecológica.

³ Ver prefácio de Viveiros de Castro no livro Um Artífico Orgânico, 1992.

Gregory Bateson⁴, concebe a mente nos termos de informação, de relação e, ainda, para ele, a mente extrapola o cérebro humano, pois não se trataria de um atributo apenas do homem (a natureza também realiza determinadas seleções, classificações, organizações), mas é nele que ela tem uma dimensão transcendente, pelo fato de que possibilita que o homem seja capaz de pensar sobre o seu mundo, suas relações com o mesmo, bem como pensar-se a si mesmo e na sua relação com o sagrado⁵.

Para Bateson, as **metáforas** refletem “a lógica sobre a qual o universo biológico” foi “construído: a característica principal, o fator agregador deste mundo do processo mental”. No animal humano a dimensão simbólica, por intermédio das metáforas (com as quais mediamos a experiência), auxilia-nos a organizar a ação.

É neste contexto mental, que uma **ecologia cognitiva** vem demonstrar que a técnica vincula-se ao campo do simbólico, mais especificamente, na capacidade de estabelecer uma comunicação do sujeito humano com o mundo. É, a partir desta interação complexa que a dimensão cognitiva das aprendizagens humanas se torna evidente. Portanto, há uma correlação entre a técnica e a cultura, pois ambas participam de um mesmo processo mental.

Ora, fica claro que a idéia de ambiente natural existe apenas enquanto uma abstração, posto que a ação do ser humano transforma paisagens naturais em culturais, através de uma **modelagem**, de um rearranjo de seus componentes via técnicas de manejo, portanto, presenciamos a passagem de um ambiente natural para um ambiente técnico-cultural. Isto reflete na noção de natureza que se forja em um determinado contexto histórico.

A concepção de natureza no Ocidente, se tomarmos a Modernidade como parâmetro de análise, sempre oscilou entre um utilitarismo estrito e uma visão edênica e romantizada das paisagens, ou seja, a idéia de natureza é algo que vem se modificando paulatinamente, es-

tando de alguma forma revestida de uma aura mítica, sagrada, mas por outro lado atravessada por perversidades oriundas das ações humanas.

Cabe então ressaltar que o mundo natural existe enquanto um conjunto complexo de fabulações humanas relacionadas a seus mistérios, a dimensão do sagrado (relacionada a mitos, a processos rituais), a o deleite estético (basta lembrar dos poetas românticos) e como espaço de lazer; no entanto, este mesmo mundo natural, ao servir como substrato material para as práticas sociais também foi alvo de atrocidades, seja no Velho ou no Novo Mundo: dos caçadores europeus que tinham seus membros cortados, como forma de punição, pelo rei que **conservava** seu estoque de caça nas florestas reais aos indígenas sul-americanos, que eram queimados vivos pelos exploradores de borracha na Floresta Amazônica, no final do século XIX, temos uma noção de como se forjou uma relação predatória com o mundo natural e com os grupos humanos.

A ecologia e sua complexidade

Interessa aqui ressaltar o fenômeno cultural da transformação do conceito de **ecologia**, neste final de século, numa **metáfora da natureza**, ou seja, vislumbrar o processo de banalização de um conceito científico que permitiu sua ressignificação no corpo do social, como se uma espécie de ruído no fluxo informacional caotizasse o mesmo, de forma a gerar um extravasamento, de ampliá-lo. Se outrora a metáfora da natureza era a máquina, agora ela passou a ser a ecologia, ou seja, passa-se do mecânico ao orgânico. Trata-se, portanto, de desvelar aqueles elementos que apontam para um processo de **ecologização do mundo**⁶.

O conceito clássico de ecologia transpôs os muros das universidades e penetrou noutras

⁴ Ver o seu Os Homens são como a planta: a metáfora e o universo do processo mental in Thompson, W.I. Gaia uma Teoria do Conhecimento, 1990; Fritjof Capra em Sabedoria Incomum traz uma longa entrevista com Bateson.

⁵ Lévi-Strauss em seus trabalhos, também analisa por uma perspectiva sistêmica as relações entre homem e natureza. Para o autor, a capacidade classificatória que é inerente ao homem, tratar-se-ia de uma forma dele relacionar-se com a natureza, de nominá-la: a natureza seria boa para pensar. Ver, entre outros, O Pensamento Selvagem.

⁶ Ver Michel Maffesoli - La Socialidad en la Posmodernidad; ver também o seu No Fundo das Aparências (1996).

ambiências, impregnou-se de novas visões que o social lhe conferiu: **preservar** a ecologia tornou-se uma máxima; **amar** a ecologia um dever. No entanto, não quero aqui desmerecer o fenômeno como muitos profissionais ligados a ecologia tradicional o fizeram⁷, pelo contrário, interessa-me identificar a problemática ambiental nos termos da popularização de um conceito, fora do âmbito de uma cultura erudita e que está ainda, associado a noção de escassez, de poluição, de medo e de finitude.

Cabe ressaltar a ambigüidade que envolve essa noção de ecologia, na medida que o surgimento de certos animismos e filosofias ligadas a idéia de uma natureza edênica e boa, de uma mãe dadivosa e, por isso sacralizada faz com que a ecologia desponte como uma “neo-religião da classe média”, relacionada, por exemplo, a Nova Era e a um resgate das tradições milenares.

A ecologia, ao contrário do que pensam alguns, não caiu no mero apelo da moda e da mídia (uma hiper-natureza, repleta de simulacros), tornando-se algo menor. Na realidade ela complexificou-se ainda mais, ficando sujeita a uma série de interesses diversos e certas perversidades que são inerentes ao processo de banalização que ocorreu. O dilema agora é enxergar os possíveis caminhos em meio a **nebulosa ecológica**⁸.

Paralelo a este processo, estamos presenciando aquilo que alguns denominam de **irrupção do biológico**, fenômeno que está relacionado com a manutenção da biodiversidade dentro de uma **biopolítica global** e no âmbito da Modernidade, ou seja, a questão envolve também aquelas formas de manipulação genética via **tecnociência** e, portanto, da biodiversidade que identificam uma culturalização da natureza (bebês de proveta,

clonagem, melhoramento genético, etc) e uma naturalização da cultura (ecoturismo, alimentação natural, etc)⁹.

A questão passa portanto, nos termos de uma política de **conservação** e de manipulação dos chamados **recursos naturais** (e genéticos), desta forma, vinculada a fatores de ordem técnica e tecnológica, posto que redunde na ação de profissionais técnicos capazes de dominar determinadas **ferramentas** e deter conhecimentos específicos. Por outro lado, surgem problemas que são da ordem de uma **bioética**, onde o patenteamento genético, por exemplo, pode estar associado em alguns casos a chamada **biopirataria** que vem ocorrendo sobre os recursos naturais do chamado Terceiro Mundo¹⁰.

É preciso lembrar, que o Brasil é considerado um dos países detentores da chamada **megadiversidade**, ou seja, está entre os países que possuem uma altíssima biodiversidade, seja em números de espécies, ou mesmo, de indivíduos¹¹.

A ilusão da separatividade: a biodiversidade e a etnodiversidade

O que os antropólogos vem mostrar, através dos estudos da **Ecologia Cultural** e da **Etnociência** é que a separação entre cultura e natureza só existe dentro dos quadros de uma lógica reducionista. Ou seja, o ambiente apresenta-se como o meio de realização da ação humana no mundo, onde as técnicas estão determinadas histórico-cultural-

⁷ Basta ver o artigo indignado do senhor Renato Bérnils (1990), que afirma o seguinte: “temos visto, estarecidos, nos últimos anos, uma vulgarização violenta da palavra Ecologia, deturpando seu sentido original e misturando máximas e credos populares a conceitos e teorias científicas! Não é mera questão filosófica mas, antes, um crime de semântica, de hermenêutica, de filologia e de linguística!”. O autor ignora a dinâmica das relações sócio-culturais, o fato de que por se tratar de uma questão de hermenêutica (de interpretação) houve uma resignificação do termo, devido a uma releitura do mesmo: a banalização ampliou o campo semântico original do conceito.

⁸ Ver O Equívoco Ecológico - Riscos Políticos de P. Alphandéry et alli.

⁹ Esta discussão aparece no texto de Arturo Escobar (1995), bem como, em Maffesoli (1996).

¹⁰ De acordo com a matéria da revista Veja de 15/1/97.

¹¹ Ver Mittermeier, R. et alli in O País da Megadiversidade, Ciência Hoje, vol.14, n.81, 1992.

Em outro texto Mittermeier, R. & Bowles, I. afirmam que a “biodiversidade é a característica própria da vida na Terra, compreende os ecossistemas, os processos ecológicos e a profusão de espécies que habitam o planeta. É nossa base de recursos naturais vivos e nosso capital biológico no banco global. Sem ela não poderíamos subsistir como espécie”. p.29

mente enquanto produções simbólicas humanas.

A questão, desta forma, implica em colocar os saberes tradicionais dentro de uma perspectiva que percebe a etnodiversidade como elemento fundamental na dinâmica de transformação da própria biodiversidade ao longo do tempo, ou melhor, compreende os processos sócio-culturais de determinados grupos como elemento de extrema importância na dinâmica ecossistêmica de uma dada ecorregião. Um dos impasses em torno da conservação da biodiversidade, diz respeito a ação humana sobre os ecossistemas ameaçados, pelas chamadas comunidades tradicionais (grupos indígenas, caboclos, caiçaras, seringueiros, remanescentes de quilombos), onde a polêmica tem sua origem, por exemplo, a partir daquela concepção de **Parque Nacional** que exclui as comunidades em função do “mito da natureza intocada (Diegner, 1993), reatualizando assim, a velha dicotomia entre cultura e natureza. A noção de Parque Nacional é uma herança da política ambiental norte-americana, onde tais espaços estão voltados para a evasão de grupos urbanos em busca de uma **Natureza-espetáculo**, da qual as comunidades locais devem ser retiradas em nome de um mundo natural edênico, sacralizado pela sua beleza cênica.

Tal problemática se insere numa visão estreita que concebe as comunidades tradicionais como agentes negativos sobre o ambiente -, a questão aqui não é romantizar as ações humanas sobre o meio, ressaltando o mito do “bom selvagem”, pelo contrário, trata-se de ressaltar a dimensão transformadora dos grupos sobre a ambiência na qual estão inseridos e mostrar que tais culturas estão relacionadas com o ambiente dentro de uma **cosmologia** que é singular a cada grupo.

Se tomarmos como parâmetro a ação dos grupos indígenas na Amazônia ou de diferentes grupos no sudeste do país¹² percebemos que o manejo dos ecossistemas pelas comunidades em determinadas regiões vem ocorrendo há séculos (no caso amazônico há milênios), sem que os ecossistemas tenham sido dizimados. Pelo contrário, a ação humana tem selecionado espécies úteis, realizando um melhoramento genético das mesmas, bem como, dado utilidade as muitas espécies que ocorrem em seus territórios com a sabedoria originária da ação direta sobre o meio. Ou seja, há um complexo sistema classificatório das espécies (**etnoclassificações**), visando a sua utilização dentro de uma perspectiva alimentar; de um sistema de medicina natural ou de processos rituais.

Tal conhecimento é repassado entre as gerações, estando relacionado à **memória** do grupo, permitindo que esse vasto conhecimento acerca da biodiversidade seja mantido dentro de uma realidade cultural muito específica, inerente a cada comunidade inserida em determinada ecorregião, pois existe toda uma dimensão simbólica em termos de interação com o mundo natural, que se coaduna (ou gera interações complexas) com o uso do ecossistema enquanto suporte ecológico para as atividades sócio-culturais do grupo.

Desta forma, temos uma realidade que ao invés de simplificar o ecossistema, complexifica-o, se levarmos em conta uma **ecologia humana**, pois as ações transformadoras do ambiente realizadas pelas comunidades tradicionais, através de suas técnicas, são brandas e causam um nível de impacto sobre os ecossistemas muito baixos. Se não fosse assim, tais grupos teriam desaparecido há muito tempo. A conservação da biodiversidade, portanto, só tem sentido se for mantida juntamente com a etnodiversidade

¹² Para tanto ver os trabalhos de: Anderson, A. B. e Posey, D.A. O reflorestamento indígena; Oliveira, A.E. de. O Homem e a Preservação da Natureza (in Ciência Hoje, v.14, n.81); bem como as experiências de desenvolvimento sustentado na Estação Ecológica de Mamirauá in Ecologia e Desenvolvimento n.33,1993; Oliveira, R.R. et all. Roça Caiçara (in Ciência Hoje,v.18, n.104), ainda sobre caiçaras, há vários trabalhos do Professor Antonio Carlos Diegues; há a interessante experiência da comunidade local de Lumiar em Nova Friburgo (RJ) junto a Reserva Ecológica de Macaé de Cima, que “encontraram uma maneira alternativa para aumentar a renda doméstica e preservar o meio ambiente. Reunidas na Associação das Mulheres do Mato (Amma), esposas de pequenos lavradores produzem pós, temperos e ervas medicinais usados na merenda escolar, vendidos no comércio local e em lojas de produtos naturais no Rio”. (Ecologia e Desenvolvimento,n.56,1995); ver também sobre esta ecorregião: Preservação da mata Atlântica em Nova Friburgo Dimensão Ecológica e Dimensão Social (in EcoRio, n.5,1992); Macaé de Cima: uma nova estratégia de Conservação Ambiental (EcoRio,n.6,1992). Sobre a problemática da biodiversidade e remanescentes de quilombos na Colômbia ver Escobar,A. Cultural Politics and biodiversity: state, capital and social movements in the Pacific Coast of Colombia , Mimeo, 1995.

existente nos diferentes ecossistemas brasileiros, afinal de contas, o ser humano ainda faz parte da biodiversidade.

Basta analisar os trabalhos de Anderson e Posey, junto aos Kaiapó ou de Diegues, entre as comunidades caiçaras do litoral paulista, para entendermos que a dinâmica dos ecossistemas é modificada (e não devastada), a partir de distintos arranjos cognitivos com que seus ambientes técnico-culturais procedem à classificação/organização/exploração dos recursos naturais.

No que se refere ao espaço urbano, mais especificamente entre as chamadas classes populares, da qual emana uma **cultura popular**, aqui entendida nos termos que Fonseca (1993) coloca, ou seja, enquanto “práticas, formas sociais e formas de expressão de grupos populares no meio urbano”, onde existe “uma cultura viva, dinâmica e sumamente contemporânea”, o enfoque sobre tal cultura não é menos reducionista.

Trata-se, neste caso, de uma visão, na maioria das vezes, disciplinadora e conscientizadora, voltada a profilaxia e que vê os meninos e meninas de rua e as populações de vilas periféricas como relaxados e pouco higiênicos, onde reina a **anomia**, a total desordem e a falta de organização. Ignoram que nesses grupos de excluídos existem arranjos sociais diferenciados (familiares, de camaradagem, etc), formas de relação com o mundo que refletem a sua visão de classe e que implicam em **ethos** específicos, maneiras de se comportar frente ao espaço urbano (e com o mundo natural presente nele), cujas representações escapam a compreensão das camadas médias voltadas a uma ecologia do limpo e do asséptico.

Educação Ambiental: a abertura dialógica e a interdisciplinaridade, ou quando a especialização estreita se torna um entrave

Torna-se necessário observarmos a forma como a relação com a natureza penetra no es-

paço escolar, sendo assim, apresento dois episódios que ao meu ver podem auxiliar nas reflexões: o primeiro foi retirado de uma matéria sobre ensino da natureza (Revista da Sociedade Ornitológica Mineira, 1985) e o segundo foi presenciado por mim, num encontro sobre Bacias Hidrográficas.

Episódio 1

“Um pai nos conta a seguinte história ocorrida com seu filho.

Um garoto, entre quatro, cinco anos, pegou uma rã num sítio, e levou-a para casa. Era uma festa; a rã pulando, saltitando e o garoto se divertindo. Alguns dias depois ele revela:

- Pai, quero levar a rã para a escola.
- Coloquei-a, lembra o pai, em uma caixa de sapatos, e lá se foi meu filho Paulo para a escola, de uniforme, merendeira e rã. De tarde, volta todo **jururu**.
- O que houve, Paulo?
- A professora não gostou da rã, não, pai...
- Por quê?
- Pai, ela deu um grito!

Pai e mãe disseram que não havia problemas em brincar com a rã, mas a professora, que tem lá o seu peso em sua formação, deu um grito. Então o menino foi desempatar com a terceira autoridade, a cozinheira.

Houve então o segundo grito: “Tira esse bicho imundo daqui, menino, vou falar pro seu pai”. Então, deve ter pensado o garoto, a rãzinha é imunda mesmo. Surge, então, em sua cabeça, uma solução: foi ao banheiro, lavou e ensabooou tanto e compulsivamente a rãzinha, que ela não resistiu, e terminou morrendo. E, aos berros, ele saiu pelo corredor da casa, com a rã morta nas mãos e cheia de sabão”.

Episódio 2

Uma professora de escola primária narra para a platéia sua experiência como educadora ambiental na escola onde leciona.

Afirma ela, que depois de ter trabalhado insistentemente durante alguns meses com seus alunos, a diferença entre resíduos orgânicos e inorgânicos, bem como a importância de separá-los, dando destinos diferenciados a ambos; uma aluna joga displicentemente o lixo no chão.

- Mas como, menina, passei tanto tempo ensinando que não se deve fazer isso, que temos que separar o lixo orgânico do inorgânico e tu jogas o lixo no chão!

A menina responde:

- Mas professora lá em casa a minha mãe joga o lixo no arroio todo o dia!

A professora indignada resolve chamar a mãe da aluna:

- A sua filha não lhe disse que não se deve jogar lixo no arroio, que é errado fazer isso!

E finaliza o seu relato para o público, afirmando que é difícil **conscientizar** as pessoas pobres.

Em ambos os casos, a natureza invade o espaço da sala de aula estando relacionada a idéia de sujeira, pois na medida que ela está representada como exterioridade, como local de ocorrência de bichos imundos cuja repugnância gera certos histerismos e, que os recursos estão desaparecendo e devem ser mantidos limpos, os conflitos entre aprendente e ensinante são evidentes.

Mary Douglas (1976), demonstrou que a relação com o impuro, com a sujeira está relacionada à desordem, pois a sujeira ofende a noção de ordem. Desta forma, quando pensamos em sujeira e poluição é preciso que tenhamos em mente que ela existe enquanto tal para "os olhos de quem a vê".

Cabe aqui, certo distanciamento da noção de higiene, de profilaxia, proveniente do discurso médico-sanitarista, pois a questão está relacionada a certas representações que se tem do impuro, do sujo, que varia de acordo com o contexto cultural no qual ele aparece. Está fora do âmbito meramente técnico, por estar na esfera da experiência, do vivido, portanto, noutra nível do simbólico.

A noção de sujo que os pais do Paulo compartilham com ele (provavelmente oriundos de um contexto de classe média urbana), é bem diverso daquele da professora, muito mais da cozinheira, bem como, a noção de sujeira e poluição que a menina e sua mãe (moradoras da beira do arroio) possuem, da professora, universitária e não moradora de bairros de periferia.

A EA, na grande maioria das vezes, não passa de mero adestramento ou treinamento (Brügger, 1994), acreditando que através da **conscientização** conduzirá os sujeitos a autonomia moral, tornando-os capa-

zes de serem agentes de transformação do seu entorno via apreensão de conhecimentos técnicos. Por isso, a arrogância da professora quando questiona a mãe de sua aluna. A questão é como trabalhar com a diferença, levando em consideração as questões de classe, gênero e étnica, por exemplo.

A conscientização está relacionada ao **etnocentrismo** que quer veicular os pressupostos de um individualismo moderno, apostando no sujeito político como vetor de transformação de seu ambiente, onde a natureza passaria a ser respeitada. Estamos frente a uma falácia que acredita que a escola é o grande espaço disseminador de informações para o entorno, capaz de resolver uma série de questões que, na realidade, escapam ao seu domínio.

Prefiro me aproximar daqueles que percebem a EA enquanto "métodos de ensino e aprendizagem", vinculados a "agentes de processos", portanto pautada numa interação dialógica entre ensinante e aprendente e não naqueles termos de conteúdo/matéria, relacionados ao que Tanner (1978) chama de "agentes de fatos diretos", que dizem respeito a um treinamento, a uma conscientização.

Ainda, a chamada EA e a ecologia apocalíptica disseminam, muitas vezes, a idéia de que o homem é predador, o câncer da natureza, jogando o trajeto antropológico na esfera apenas da devastação, caindo naquele homem genérico como se tudo que a cultura fez (e faz) fosse ruim. Como diria Bachelard, "explica a flor pelo estrume".

É o que aponta Sara Paim (1993) quando se refere a relação homem/natureza, onde segundo ela é necessário que o poder transmissor da educação seja capaz de passar para o aprendente os instrumentos de transformação, dando-lhe o sentido histórico, pois sem ele não "há como pensar em futuras transformações". E não ficar ressaltando que o ser humano arruinou a natureza, por ser vil e devastador.

Sendo assim, para a autora a "possibilidade de transformação vem de um conhecimento profundo da história. Não se pode, sem o conhecimento da história, pensar em futuras transformações. Se nós pensamos que as coisas são assim desde o princípio, nunca vamos mudar algo no mundo" (Paim, 1993)

Para que a EA seja de fato um dos elementos de transformação das relações entre os

homens e deles com o ambiente, torna-se necessária a construção de novos paradigmas que transcendam aquela visão conservacionista, demasiado estreita, onde o mundo natural é visto meramente como **recurso**, inferiorizado pela cultura sob a forma de matéria-prima para a produção de bens de consumo. Longe de negar a sua importância e utilidade nesse nível, mas nem por isso de reduzi-lo a isso.

A **educação conservacionista** é herdeira da noção de **gerenciamento ambiental**, onde busca-se um **uso racional dos recursos naturais**, colocando a questão no plano da "manutenção de um nível ótimo de produtividade dos ecossistemas (Revista da Sociedade Ornitológica Mineira, 1985).

Ora, a relação com o mundo natural não está reduzida apenas a ordem do racional, aquela forma de relação pautada numa razão instrumental, mais do que isso, envolve certas representações simbólicas, formas de interação que são da ordem do lúdico, do lazer, da experiência liberadora do jogo e, por isso, ligado ao plano do sensível, do duplo, das **imagens poéticas**. Desta forma, estariam repletas de significados que podem ser de ordem mística (e mítica), do prazer, da ilusão, da emoção.

A natureza muito mais que depósito de matérias-primas a serem exploradas é o receptáculo de anseios e desejos por parte do homem, em torno do conhecimento dos mistérios do mundo natural. Trata-se, de uma questão que também é de **ordem estética**, de relação com o belo, onde está subjacente uma **ordem ética**, de certos comportamentos e laços afetivos: a dimensão **ético-estética** (Maffesoli, 1987) ligada a questão do mundo natural, na atualidade é evidente, na medida que permite aflorar as diferentes tribos que buscam, a partir do contato com o mundo natural, um tipo de sociabilidade que permite o estar-junto, a solidariedade orgânica, a comunidade afetual, a co-deriva (as práticas ecoturísticas são um exemplo disso) Silveira, 1996).

Seria o caso de resgatar o **sentido do lugar**¹³ (a trilha ecológica, por exemplo, surgindo então como o **lugar antropológico**), a importância da natureza não só como recurso, mas como valor espiritual, onde o divino

social adentra na busca do divino natural, pois trata-se, de certa forma, de lados da mesma moeda. A natureza deve ser o espaço do aprender (o estudo **na** natureza e não só o estudo **da** natureza) -, a **natureza-jogo** deve ser o espaço do lúdico e da possibilidade da construção do conhecimento.

A EA ao se ocupar com as aprendizagens sociais deve levar em consideração a construção de saberes cotidianos, que estão relacionados ao espaço, ao território no qual o aprendente está inserido (cidade, bairro, meio rural, a ambiência, a paisagem), ao outro que é da esfera do humano (da intersubjetividade, da dimensão sócio-cultural) e do ecossistêmico (a floresta, a bacia hidrográfica, a biodiversidade...). Ou seja, para que os saberes cotidianos venham à tona dentro de um processo de ensino-aprendizagem é necessário que o educador ambiental aprenda com o sujeito que aprende e que **conhece**; na medida que esse sujeito compartilha com outros a **memória do lugar**; tem a sua ambiência mapeada (talvez um tipo de cartografia mental do espaço) e que seus fluxos desejantes o impelem a relacionar-se com o grupo a qual pertence e o ambiente que o rodeia.

As ações educativas na área ambiental precisam levar em consideração as **ordens dramáticas** das aprendizagens sociais no plano técnico-cultural, onde o ambiente é concebido como natureza histórica, indo além, portanto, das **ordens lógicas** (ligadas ao arcabouço teórico acumulado pela humanidade). Além disso, precisa considerar a **mediosfera** (aquelas técnicas e tecnologias que mediam a relação dos sujeitos com o mundo) como fator central. Sendo assim, as ações educativas devem estar pautadas numa **medioética** para a resolução de problemas ambientais, contemplando o respeito da etnodiversidade dos grupos humanos.

A questão ainda, está relacionada ao saber-fazer cuja gênese está nos saberes cotidianos problematizados num saber-porque, onde a EA deve desembocar na busca de um saber que tenta vislumbrar a **autonomia** em oposição a **heteronomia** (Piaget), tentando, a partir de um processo de ensino-aprendizagem, que é crítico, na medida que questiona os próprios

¹³ Conforme Tanner (1978), a EA "deve começar no lugar onde a criança está - ou seja, deve ser relevante para o seu mundo e suas experiências". p.55

papéis de quem educa e de quem é educado, vislumbrar a possibilidade do domínio das próprias ferramentas¹⁴ e buscar ir além da **especialização estreita** daquele que se pretende educador (aí a dimensão de um conhecimento pautado na interdisciplinaridade é fundamental), podendo assim, construir um saber-fazer ancorado num saber-porque que não tem nada a ver com conscientização, na medida que não há o que conscientizar, mas sim o que dinamizar ou resgatar nesses saberes que são cotidianos e engendrados pela complexa interação sócio-cultural do grupo entre si e, dele com o meio que o envolve.

A EA requer necessariamente uma **abordagem interdisciplinar**, ou ainda, uma abertura dialógica entre as diferentes disciplinas que permita percorrer os interstícios existentes entre elas, de modo que seja possível penetrar e impregnar os campos conceituais das mesmas e contruir um arcabouço teórico que contemple a questão ambiental na sua complexidade e urgência. Trata-se, desta forma, de uma questão que relaciona-se com certa atitude -, está muito mais ligada a um movimento de inquietação frente ao saber, lançando os que se aventuram na busca da interdisciplinaridade, num plano onde a incerteza, o inesperado, as tentativas envolvendo o erro e o acerto estão presentes, por isso, não implicando apenas na justaposição das disciplinas (pluri e multidisciplinaridade).

A partir daí, fica claro que a EA envolve um nível relacional, de interação de diferentes perspectivas do saber científico, ou seja, há a necessidade de pensar a heterogeneidade a partir do intercruzamento desses saberes para a construção de paradigmas que busquem não mais a fragmentação ou compartimentalização excessiva da questão ecológica, mas seu entendimento enquanto processo amplo e polissêmico. Talvez fosse o caso de buscar o que Bateson denomina como **padrões que unem**, ou ainda, de encontrar aqueles elementos que deflagram certas interações que são da ordem da transdisciplinaridade; "de uma axiomática

comum de um conjunto de disciplinas (Catarina, 1991, p.....).

Finalmente, cabe a EA demonstrar a tragicidade do humano no mundo, ou seja, evidenciar os nossos limites frente a um mundo que julgamos dominar, mas que no fundo escapa ao nosso domínio.

Bibliografia

- ANDERSON, A.B. e POSEY, D.A. Reflorestamento Indígena. **Ciência Hoje**, n.31, SBPC, v.6, 1987.
- ALLEGRETTI, M.H. Reservas Extrativistas. **EcoRio**, n.13, 1993.
- ALVES, C. Lavradores lucram com produção ecológica. **Ecologia e Desenvolvimento**. n.6, Rio de Janeiro, 1995.
- AUGÉ, M. Não-Lugares: Introdução a uma Antropologia da Supermodernidade. **Página Aberta**, São Paulo, 1994.
- BACHELARD, G. A Poética do Espaço. In: **Os Pensadores**. Nova Cultural, São Paulo, 1988.
- BATESON, G. **Mente e Natureza**. Ed. Francisco Alves, Rio de Janeiro, 1986.
- _____. Os homens são como a planta: a metáfora e o universo do processo mental In: THOMPSON, W.I. **Gaia: uma teoria do conhecimento**. Gaia, São Paulo, 1990.
- BOER, N. O meio ambiente na percepção de alunos que recebem Educação Ambiental na Escola. **Ciência e Ambiente**, Unijui/UFMS, 1994. p.91-101.
- BRÜGGER, P. **Educação ou adestramento ambiental?** Letras Contemporâneas, Florianópolis, 1994.
- CAMARGO, L.O.L. **O que é lazer**. Brasiliense, São Paulo: 1986.

¹⁴ A crítica de Illich ao monopólio radical proveniente da ação do técnico, cuja especialização estreita gera poder sobre os demais, parece ainda ser válida, dentro daquela linha de pensamento da ecologia política da década de 70, que hoje em dia pode soar como anacrônica. A relação entre o homem e a ferramenta, rumo a uma sociedade convivencial se dá, na medida que "a ferramenta está a serviço da pessoa integrada a coletividade, e não a serviço de um corpo de especialistas. Convivencial é a sociedade em que o homem controla a ferramenta". p. 10-11

- _____. Educação ambiental: o que é, o que pode ser, perspectivas de pesquisa. **Estudos de Turismo e Hotelaria**. São Paulo: Administração Regional do Senac, 1995.
- CATARINA, Ivani A. Fazenda. In: **Interdisciplinaridade um projeto em parceria**. 1991
- DAMATTA, R. **Conta de mentiroso**. Rio de Janeiro: Rocco, 1993.
- DAUBOIS, J. A ecologia na escola. **Coleção Técnicas de Educação**. Portugal: Editorial Estampa, 1974.
- DIEGUES, A.C. **As áreas naturais protegidas: o mito do paraíso desabitado**. Caxambú: ANPOCS, 1994.
- _____. **Ecologia Humana e Planejamento em áreas costeiras**. São Paulo: NUPAUB/USP, 1996.
- DIESEL, V. Educação ambiental: um tema demodé? **Ciência e Ambiente**. Unijuí/UFSM, 1994.p. 35-52.
- DOUGLAS, M. **Pureza e Perigo**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1976.
- ESCOBAR, A. **Cultural politics and biological diversity: state, capital and social movements in the Pacific Coast of Colombia**. Mimeo, 1995.
- FAZENDA, I. C.A. **Interdisciplinaridade. Um projeto em parceria**. São Paulo: Ed. Loyola, 1991.
- FERRY, L. **A Nova Ordem Ecológica: a árvore, o animal, o homem**. São Paulo: Ed. Ensaio, 1994.
- FONSECA, C. Diferença, sim. Inferioridade, não. **Revista do Geempa**, n.2, Porto Alegre, 1993.
- GEERTZ, C. **A Interpretação das Culturas**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1978.
- GROSSI, E. Educação Ambiental e construtivismo pós-piagetiano. **Ciência e Ambiente**, Unijuí/UFSM, 1994. p. 103-108.
- KRASILCHIK, M. Educação ambiental. **Ciência e Ambiente**. Unijuí/UFSM, 1994. p. 71-79.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1990.
- LEROI-GOURHAN, A. **O Gesto e a Palavra - Técnica e Linguagem**. Lisboa, Perspectiva do Homem/Edições 70, v.16, s.d.
- MAFFESOLI, M. **O Tempo das Tribos - O Declínio do individualismo nas Sociedades de Massa**. Rio de Janeiro: Forense-Universitária, 1987.
- _____. La socialidad en la postmodernidad in VATTIMO, G. y otros. **Anthropos**. Editorial del Hombre, p. 103-110.
- MARTINS, E. **Ensino correto da natureza**. SOM, n.31, BH, 1985.
- MEYER, M.A.de A. Educação ambiental e (des)envolvimento. **Ciência e Ambiente**. Unijuí/UFSM, 1994. p. 54-70.
- MITTERMEIER, R.A.; BOWLES, I.A. A vida na Terra: uma reconsideração das prioridades de conservação. **Eco-Rio**, n.15, 1994, p.29-33.
- MITTERMEIER, R.A. et alli. O País da Megadiversidade. **Ciência Hoje**. SBPC, n.81, v.14, 1992.
- MORIN, E. Contrabandista de Saberes. In: **Do caos à inteligência artificial**. São Paulo, Unesp, 1993, p.83-94.
- OLIVEIRA, A. E.de. O Homem e a Preservação da Natureza. **Ciência Hoje**. SBPC, n.81, v.14, 1992.
- OLIVEIRA, R.R. et alli. Roça caiçara um sistema "primitivo" auto-sustentável. **Ciência Hoje**. n.104, v. 18, 1994.
- PAIM, S. A arte e a construção do conhecimento. **Revista do Geempa**, n.1, Porto Alegre, 1993.
- PASCHOAL, A. A instabilidade dos ecossistemas agrícolas. **Ciência Hoje**, n.28, v.5, 1987.
- PELLEGRINI FILHO, A. **Ecologia, Cultura e Turismo**. São Paulo, Papirus, 1983.
- PEREIRA, L.W. Preservação da Mata Atlântica em Nova Friburgo. Dimensão Ecológica e Dimensão Social. **EcoRio**, n.15, 1992.
- PEREIRA, L.W. Piratas da Selva. **Veja**, 15/1/97. p. 46-47.
- RABINOW, P. E a natureza finalmente se tornará artificial. **Ciência e Ambiente**, n.3, Unijuí/UFSM, 1991.
- RAVEN, P. Por que é importante a

- biodiversidade? **EcoRio**, n.20, 1995.
- REVISTA DA SOCIEDADE ORNITOLÓGICA MINEIRA (SOM). O ensino correto da Natureza, 1985.
- RIBEIRO, C. Mamirauá: preservar a natureza e integrar o homem. **Ecologia e Desenvolvimento**, n.33, 1993.
- SILVER, I. Truth and Travel. Alternative tourism isn't always responsible tourism. **Cultural Survival Quarterly**. p.54-9, 1992.
- SILVEIRA, F.L.A. da. **Pelas trilhas da Ilha de Santa Catarina: ecoturismo & aventura**. Dissertação de Mestrado de Antropologia Social, UFSC, 1996.
- SIMMEL, G. **Sociologia**. São Paulo: Ed.Ática, 1983.
- TANNER, R.T. **Educação Ambiental**. São Paulo: Summus/Edusp, 1978.
- THOMAS, K. **O Homem e o Mundo Natural**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.
- VAMOS, R.K. Macaé de Cima: uma nova estratégia de conservação ambiental. **EcoRio**, n.6,1992.
- WILSON, E. O. **Diversidade da Vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

Levantamento ambiental do município de Arroio do Meio – Vale do Taquari

An Enviromental survey in Arroio do Meio city - Vale do Taquari

Claudete Rempel
Marco Antonio Majolo

Resumo

O artigo tem por objetivo caracterizar e diagnosticar os principais problemas, no ponto de vista ambiental, do município de Arroio do Meio, da região do Vale do Taquari, visando o planejamento de desenvolvimento sustentável.

Palavras chave: desenvolvimento sustentável, problemas ambientais, vale do Taquari

Abstract

This article describes and diagnoses the essential problems, in the environment aspect, in Arroio do Meio city, in the Vale of Taquari district, in view of a plan of sustainable development..

Keywords: sustainable development, ambiental problems, Vale do Taquari

1. Caracterização da Região do Vale do Taquari

A região geográfica do Vale do Taquari, compreendida numa área de 5.513 km² é atualmente constituída por 40 municípios. Conforme pode ser observado no mapa 1, apenas 36

municípios estão listados, pois os municípios recém-emancipados - Westphalia, Forquetinha, Canudos e Coqueiro Baixo, só terão sua emancipação confirmada nas eleições municipais de 2002. A região apresenta características fisionômicas muito particulares, uma parte está concentrada na encosta inferior do Planalto Meridional e é caracterizada pelo escarpamento acentuado devido à dissecação

Claudete Rempel é Bióloga da UNIVATES – Centro Universitário, Mestre em Sensoriamento Remoto Aplicado a Recursos Naturais e do Meio Ambiente - Rua Cristiano Grün, 156/804 - Lajeado - 95900-000 – e-mail – crempel@fates.tche.br

Marco Antonio Majolo é Especialista em Biologia com ênfase em Planejamento e Gestão Ambiental e Bolsita de Iniciação Científica do Projeto de Pesquisa Padrão de Abundância de Caturrita *Myiopsitta monachus* nos municípios de Lajeado e Arroio do Meio UNIVATES - Rua Maurício Cardoso, 752 - Arroio do Meio - 95940-000 – e-mail: mmajolo@fates.tche.br

provocada pelo curso inferior do rio Taquari, formando assim pontos de grande aclive e porções com os típicos morros testemunhos, como é o caso do Roncador e do Roncadorzinho. Os solos que se formam nestas encostas são muito utilizados para a silvicultura e fruticultura, principalmente devido às limitações quanto à declividade, exigindo dessa maneira práticas intensivas de conservação do solo. A outra porção localiza-se na região da Depressão Central Gaúcha, onde originalmente se desenvolvia a Floresta Estacional Decidual, cuja superfície mapeada é de aproximadamente 31.000km², ocupando assim a maior parte da vertente sul do Planalto das Araucárias e as áreas dos terraços aluviais do rio Jacuí e seus respectivos afluentes (Levantamento de Recursos Naturais, IBGE, 1986, in Jasper, 1997).

Figura 1 - mapa da região do vale do taquari



Fonte: Banco de Dados da UNIVATES - Lajeado

O avanço das culturas antrópicas, que aumenta rapidamente, se estende desde as porções mais altas até as zonas de terraços dos arroios, de maneira que, onde o relevo permite, as plantações se estendem até as margens dos cursos d'água. Assim, ao longo destes cursos d'água, são ímpares os locais onde se preserva a porção mínima de mata ciliar estabelecida em leis estaduais e federais (Jasper, 1997)

Em locais com progressivo abandono de áreas agrícolas, passaram a predominar as vegetações pioneiras, as quais todavia não são suficientes para conter a ação erosiva dos cursos d'água nos períodos de maior precipitação pluviométrica. Em outras porções podem ser verificados grupamentos remanescentes que ocupam as encostas mais íngremes e áreas de difícil acesso, o que não colabora no momento da absorção do impacto das chuvas. Nestas formações podem ser encontradas várias espécies adaptadas à estacionalidade, como é o caso do Angico (*Parapiptadenia rigida* Benth.), do Cedro (*Cedrella fissilis* Vell.) E da Cabriuva (*Myrocarpus frondosus* Fr. Allem.) (Levantamento de Recursos Naturais, IBGE, 1986, in Jasper, 1997).

Reitz **et al** (1983) demonstram que o Rio Grande do Sul apresentava, até a metade do século passado, uma cobertura vegetal representativa que teve um declínio em termos percentuais muito grande, principalmente a partir das imigrações alemã e italiana, sendo que hoje os resquícios de mata nativa do Estado se resumem às regiões marginais dos rios, às áreas de maior altitude e de algumas zonas preservadas.

O mesmo processo ocorre com o Vale do Taquari, que assim como todo o Rio Grande do Sul, apresentava até meados do século uma cobertura vegetal muito rica, que teve um acentuado devastamento, principalmente a partir das imigrações alemã e italiana (Jasper, 1997).

Embora bastante acidentada, a região também apresenta vastas planícies ao longo do Rio Taquari e seus afluentes. Entremesam as planícies inúmeras encostas agricultáveis, unindo todo esse complexo pelas ramificações dos afluentes diretos e indiretos do rio Taquari, dentre os quais se destacam os arroios Sampaio, Forqueta, Jacaré e Guaporé, todos à margem direita.

Hoje, com a densidade demográfica de 52 hab/km², índice elevado quando se considera não se tratar de região metropolitana, a área possui 3,07% da população do Estado do Rio Grande do Sul. Os 302.724 habitantes (IBGE, 1994) do Vale do Taquari distribuem-se nos 40 municípios autodefinidos como integrantes da região do Vale do Taquari, reconhecida como tal pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul por força da instalação, em dezembro de 1991, do Conselho de Desenvolvimento do Vale do Taquari - CODEVAT,

órgão regional que estabelece os foros de discussão do planejamento das iniciativas sócio-econômicas e culturais de abrangência supramunicipal.

3. Município de Arroio do Meio

3.1 Caracterização

O Município de Arroio do Meio integra a Região da Encosta Inferior do Nordeste, localizando-se na Microrregião “Colonial do Baixo Taquari”, com uma altitude de 43m acima do nível do mar, sendo 84º município do Estado por ordem de criação. Hoje apresenta uma área de 181,20km², sendo constituído por dois distritos: Sede e Forqueta.

O território municipal é bastante acidentado, com algumas várzeas e planícies muito férteis, mas no geral o terreno apresenta oscilações, com elevações e montes que oscilam dos 200m aos 560m.

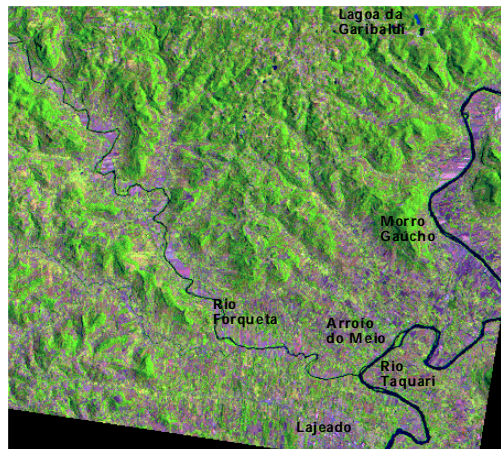
A sede está assentada sobre uma pequena elevação a deitar-se às margens do Taquari, e dos arroio do Meio e Grande, a 29 16' a 29°24' de latitude Sul e 51°52' a 52°04' de longitude oeste.

3.2 Aspectos ambientais

A imagem do satélite LANDSAT TM 5, de 20/10/95, apresentada a seguir, retrata as características físicas da região onde está inserido o município de Arroio do Meio. Pode-se constatar que há uma grande região de várzeas, bem como uma malha hidrográfica bastante expressiva.

A vegetação nativa original apresenta-se bastante desgastada devido ao intenso avanço das culturas antrópicas, como já foi dito anteriormente.

Figura 2 - imagem landsat da região de abrangência do município de arroio do meio

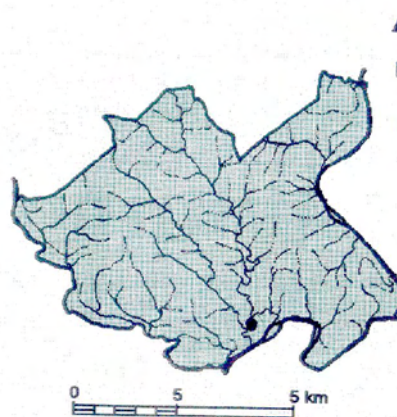


FONTE: FEPAM/1999

3.2.1 Malha hidrográfica do município de Arroio do Meio

O Município de Arroio do Meio possui uma drenagem com 1,297km²/km². A malha hidrográfica do município, apresentada na figura 3, foi hierarquizada segundo a metodologia de STRAHLER (1975) (onde o rio principal pertence a ordem de maior numeração) e é mostrada na tabela 1, a seguir.

Figura 3 - mapa hídrico do município de arroio do meio



FONTE: Núcleo de Energia da UNISC/1993

TABELA 1 - Hierarquização dos canais hidrográficos do município

ORDEM	Nº DE CANAIS	COMPRIMENTO
Nascentes	72	11,31
1ª	89	125,05
2ª	27	38,5
3ª	6	34,55
6ª	1	8,3
7ª	1	28,6

FONTE: Núcleo de Energia da UNISC/1993

De acordo com as decisões do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente), na resolução nº 004 de 18 de setembro de 1985, com base no estabelecido em lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1995, alterada pela lei nº 6.535 de 15 de julho de 1978, são consideradas Reservas Ecológicas e Áreas de Florestas de preservação permanente, no seu Artigo terceiro:

“Art. 3º - São Reservas Ecológicas:

...

b) as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

I - ao longo dos rios e de qualquer outro corpo de água, em faixa marginal além do leito maior sazonal medida horizontalmente, cuja largura mínima será:

- de 5 (cinco) metros para rios com menos de 10 (dez) metros de largura;*
- igual à metade da largura dos corpos d'água que meçam de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros;*
- de 100 (cem) metros para todos os cursos de água cuja largura seja superior a 200 (duzentos) metros;*

II - ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água natural ou artificial, desde o seu nível mais alto medido horizontalmente, em faixa marginal cuja largura mínima será:

- ...*
- de cem metros para os que estejam em áreas rurais exceto para os corpos de água com até 20 ha de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;*
- ...*

III - nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos de água e veredas, seja qual

for a situação topográfica, com uma faixa mínima de cinquenta metros e a partir de sua margem, de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte.

IV - ...”

Na análise dos recursos hídricos disponíveis no município de Arroio do Meio, foram contabilizadas 72 nascentes naturais, 116 canais de 1ª e 2ª ordens e 8 trechos de canais de ordem superior.

De conformidade com as decisões do CONAMA, enunciadas acima, o município deverá dispor, como patrimônio de reservas florestais, uma área de 9.345.987m² e que é mostrada, discriminadamente, na tabela 2 a seguir.

TABELA 2 - Localização das reservas florestais para proteção dos recursos hídricos no município

LOCAL	ÁREA (m ²)
Nascentes	565.951
Canais de 1ª e 2ª ordens	1.635.500
Canais de ordens superiores	7.145.000
TOTAL	9.345.987

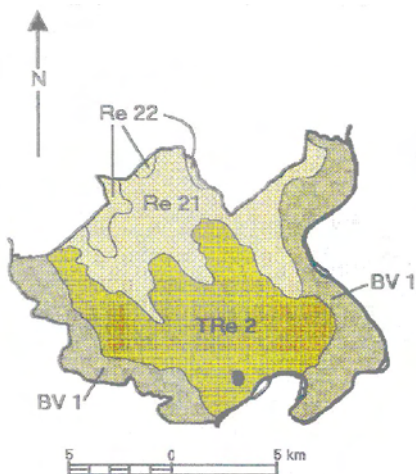
Este total de aproximadamente 9.345.987 m² (934,60ha) constitui a área de mata ciliar necessária no Município de Arroio do Meio para a proteção das reservas hídricas contra a erosão, assoreamento e conservação de sua qualidade, sendo, a sua preservação ou recomposição, a meta para a manutenção da disponibilidade de água nos rios e arroios, sendo um patrimônio público de preservação da flora e da fauna, mas principalmente de manutenção da qualidade de vida da população deste município que depende desta água para a sua sobrevivência.

3.2.2 Tipificação dos solos

A interpretação mais precisa do Levantamento Exploratório de solos do Projeto RADAM-BRASIL, necessita de informações complementares como observações meteorológicas locais, informações sobre os recursos hídricos, sistema viário e principalmente de observações locais efetuadas por agentes de extensão rural e agricultores locais.

A maioria das áreas do município é ocupada com solos de bom potencial agrícola e pertencem às unidades de mapeamento Tre 2 e BV 1, correspondendo aproximadamente a uma área de 13.000 ha, de um total de 18.000 ha. No entanto, é importante ressaltar que estes solos podem ter sua capacidade produtiva reduzida devido a inundações ocasionais, principalmente nas áreas que margeiam o Rio Taquari. O restante é ocupado pelas unidades Re 21 e Re 22 que tem vocação agrícola muito restrita, conforme pode ser observado na figura 4. Feitas as considerações acima, pode-se dizer que o potencial agrícola do município é muito bom.

Figura 4 - mapa dos solos do município de arroio do meio



Tipificação dos solos do município de Arroio do Meio

Solos Litólicos Eutróficos

Re 21 – Associação Complexa de Solos Litólicos eutróficos A chem. e mod. tex. média sc. basalto com Cambissolo eutrófico Tb e Ta mod. e chem. textura argilosa e média ambos fase ped. + Brinizém Avermelhado tex.méd./arg. e argiloso muito rel fond. e mont.

22 – Associação complexa de Solos Litólicos eutróficos A chem. e mod. tex. Média casc. Basalto com Camissolo eutrófico Tb e Ta A mod. e chem. text. arg. e méd. ambos fase ped. + Brunizém Avermelhado textura média/argilosa fase ped. + Podzólico Bruno Avermelhado álico Tb A Mod. textura média/argilosa rel. fond.

Terra Roxa Estruturada Eutrófica

TRe 2 – Terra roxa estruturada eutrófica

A mod. e chem. textura muito argilosa + Terra Roxa. Estruturada Latossólica distrófica A mod. text. muito argiloso rel. son. e ond.

Brunizém Avermelhado

BV 1 – Brunizém Avermelhado textura argilosa rel. pl. e sond. + Cambissolo eutrófico Ta gleico A chem. e mod. textura argilosa rel. pl.

Uma análise técnica acurada dos Levantamentos de Solos de uma determinada região, podem auxiliar as administrações municipais ou conselhos de desenvolvimento regionais: na organização dos setores primário; no estabelecimento das necessidades de pesquisa agrícola regional; na interpretação de dados experimentais, transformando-os em recomendações a nível regional; no estudo de unidades mínimas de produção para as condições regionais; na orientação do crédito agrícola; no tipo de mecanização, performance e dimensionamento do equipamento; no auxílio da estimativa da necessidade de armazenamento a nível regional; na determinação da aptidão do solo para receber dejetos; na orientação da necessidade de implantação de estabelecimentos de ensino técnico-profissionalizantes, entre outros.

3.3 Redes de água

A água captada no Rio Taquari recebe o tratamento clássico da CORSAN.

A capacidade da hidráulica é de 30 litros por segundo, durante 17 horas por dia, sua produção é de 63.252 m³/mês.

O número de residências atendidas no município é de 2.941 sendo 2.418 residências 415 casas de comércio.

A percentagem da população que não dispõe do serviço de abastecimento por tubulações com água tratada não chega a 3%.

Em torno de 95% das residências do interior são abastecidas por poços artesianos e 5% por fontes naturais.

O bairro São Caetano é abastecido com poço artesiano, o qual é analisado semanalmente, e localiza-se na rua Carlos Sühre. Sua capacidade é de 30 m³ por hora, sendo que permanece ativo 16 horas, totalizando diariamente 480 m³.

3.4 Rede de esgotos

O sistema de esgoto do município na zona urbana é feito, principalmente, através de fossas sépticas e sumidouros.

No meio rural o destino dos dejetos está expresso na tabela 3 a seguir.

TABELA 3 - Número e percentual de propriedades conforme destino dos dejetos

FONTE DE IRRIGAÇÃO	PROPRIEDADES - %
Fossa seca (sem água – cozinha)	22
Fossa séptica	73
Dejeto direto no solo	4
Dejeto sobre curso d'água	1

FONTE: Pesquisa Rural - EMATER/1993

3.5 Agrotóxicos

Em casas comerciais do município são vendidos aproximadamente 35.000 litros por ano de agrotóxicos (herbicidas) que são utilizados em 7.000 hectares de área de produção agrícola.

As embalagens dos agrotóxicos não possuem um destino final adequado, a exemplos da maioria dos municípios do Brasil.

3.6 Dados do lixo

3.6.1 Lixo urbano, residencial, industrial e hospitalar

No município de Arroio do Meio o lixo urbano residencial é coletado diariamente e depositado clandestinamente em locais aleatórios. Com parte do lixo orgânico é feito

compostagem. A quantidade de lixo doméstico recolhido diariamente é de 7 toneladas. A tabela 4 a seguir lista os materiais recolhidos com suas respectivas quantidades (dia, mês, ano).

TABELA 4 - Materiais recolhidos com suas respectivas quantidades de lixo

MATERIAL	kg/DIA	kg/MÊS	kg/ANO
Papel	132.30	3.069,00	47.628,00
Papelão	138.84	4.165,00	49.982,40
Plástico Duro	51.42	1.542,60	18.511,20
Plástico Mole	291.96	8.758,80	105.105,60
Vidros	134.82	4.094,80	48.537,60
Metais	128.58	3.857,40	46.288,80
Couro	14.64	439,20	5.270,40
Borracha	21.54	646,20	77.544,00
Madeira	20.82	624,60	7.495,20
Panos (tecido)	7.32	219,60	2.635,20
Matéria Orgânica	5.501.94	151.558,20	1.818.698,40
Material Inerte	5.82	174,60	2.095,20

FONTE: Prefeitura Municipal de Arroio do Meio/1993

À montante do local de coleta de água, na localidade de Palmas, está instalada uma Usina de Reciclagem de Lixo, que separa papéis, plásticos, metais e vidro e estes são vendidos para indústrias afins, revertendo num lucro considerável para o município.

Quanto ao lixo industrial, algumas empresas possuem áreas próprias onde seus resíduos são enterrados em tanques de fibra para evitar a contaminação do solo, córregos e lençóis da água. Algumas empresas também vendem seus resíduos para serem reaproveitados. Já as serrarias, movelarias utilizam seus resíduos como maravalha para cobertura de galinheiros, serragem para olarias, como adubação orgânica nas lavouras e uma pequena parte é queimada.

O município conta com um cadastro dos resíduos, quantidades, estado físico e destino dos resíduos produzidos pelas indústrias de Arroio do Meio.

O lixo hospitalar, como papéis, plásticos (sacos), é levado ao incinerador para ser queimado. O plástico mais duro como por exemplo frasco de soro, seringas descartáveis, agulhas e todo o lixo não queimável é recolhido pela prefeitura e levado ao depósito da usina de reciclagem do município.

Restos de cirurgias, placentas, material de abortos é despejado na cisterna (buraco negro), na propriedade do hospital. Os membros amputados são entregues às famílias para serem enterrados junto a um familiar ou conhecido já falecido.

Quanto ao percentual de propriedades rurais conforme o destino do lixo está expresso na tabela a seguir.

TABELA 5 - Nº e percentual de propriedades conforme destino do lixo

DISCRIMINAÇÃO	PROPRIEDADES-%
Queima	21,19
Despeja no terreno	22,85
Enterra	12,58
Recicla	25,49
Alimenta os animais	17,88

FONTE: Pesquisa Rural - EMATER/1993

3.6.2 Características dos locais de aterros sanitário e da usina de reciclagem de lixo do município

O lixo domiciliar da cidade de Arroio do Meio era colocado, por volta de 1980, na localidade de Forqueta, a céu aberto, cerca de dez quilômetros da cidade e tinha como finalidade aterrar um buraco feito por uma olaria, que usava a terra para o fabrico de tijolos. Durante aproximadamente três anos foi depositado neste local, que dista do rio Forqueta, que banha a localidade, cerca de dois quilômetros.

Durante certo tempo, foi feito, pelo senhor Celeste Kunrath, uma reciclagem parcial, onde eram retirados vidros, plásticos e latas para serem revendidos e reaproveitados por indústrias de Estrela, e as latas eram vendidas à Siderúrgica Gerdau, em Sapucaia do Sul.

A partir de 1984, o depósito foi transferido para o morro Gaúcho, a 12 km da sede do Município. Esse morro apresenta uma beleza ímpar, com vegetação exuberante, rochas salientes, permitindo uma vista de todo o Vale do Taquari. O local era aproveitado para a prática de vôo-livre, tendo sido, inclusive, programados aí campeonatos a nível nacional. O lixo era colocado na parte posterior do morro, inviabilizando a decolagem de asa-delta. Destruía a vegetação e o ecossistema local, a matéria orgânica era decomposta com o tempo; o

plástico, as latas e os vidros ficaram misturados à vegetação.

Após críticas diversas da comunidade, foi estabelecida uma negociação com a Prefeitura Municipal de Lajeado e, através do pagamento de três salários mínimos, Arroio do Meio começou a colocar o seu lixo domiciliar no aterro sanitário de Lajeado, a céu aberto, sendo apenas revolvido pelas máquinas da prefeitura de Lajeado e de Arroio do Meio. Esse lixão estava localizado em Carneiros, interior de Lajeado, junto à margem do rio Taquari. Nesse local era depositado tanto o lixo domiciliar, o lixo industrial quanto o lixo hospitalar dessas duas cidades do Vale do Taquari. Durante o período de cheias o rio entrava em contato com o depósito e o torrente levava grande quantidade para dentro do canal. Após o rebaixamento das águas observava-se a presença de enorme quantidade de papel, de plástico, nos galhos da vegetação ciliar e da que se desenvolvia na porção interna do rio. A água, ao levar o lixo, levava consigo vidros e plásticos que, pela não decomposição, permaneciam no leito do rio. Esses produtos representam objetos de alta periculosidade para frequentadores do rio, tais como pescadores e banhistas. Tubos de detergentes usados na limpeza doméstica se encontravam no lixo e entravam em contato com a água. Tudo isso fez com que o rio fosse um transmissor de doenças, podendo dar origem a epidemias de doenças contagiosas.

Porém, a partir de 1989, o aterro sanitário de Lajeado foi transferido para a localidade de São Bento, obrigando o município de Arroio do Meio a procurar novo local para seu aterro.

Cientes dos problemas que afetam o ambiente, bem como da interdição do lixão de Lajeado, a Administração Municipal de Arroio do Meio procurou uma solução para o lixo doméstico. A partir do dia 03 de agosto de 1989 iniciou, na parte posterior do horto municipal, localizado em Dona Rita, a reciclagem do lixo doméstico.

Mesmo apresentando um cinturão verde ao redor, com muitas árvores de estrutura radicular abundante, com vegetação herbácea em grande quantidade, a água da chuva banhava o lixo e este era levado para o córrego que se origina neste local. Em dias muito quentes o mau cheiro podia ser detectado perto das habitações próximas do local. A reciclagem era feita de maneira simples, manual e de forma lenta, por cinco

funcionários contratados pela prefeitura. Eles trabalhavam devidamente equipados com luvas, macacões e botas para a separação do lixo. Seu trabalho consistia na separação dos diversos elementos constituintes do lixo. Num primeiro momento rompiam as embalagens usadas para guardar o lixo e já iniciava-se a decomposição aeróbica que se almeja nesse processo. Com o uso de garfos, pás e carrinhos-de-mão, iniciava-se a separação.

As latas que têm origem comum eram depositadas em um cercado de madeira com tela, onde permaneciam até a venda para os ferrolhos da região. O alumínio e o cobre eram separados distintamente por representarem valores superiores. O papelão e o papel eram separados e colocados num local coberto para reciclagem posterior. Esses produtos constituíam a maior quantidade e peso. Os plásticos duros e moles eram depositados em um cercado e posteriormente reutilizados.

Os vidros também eram colocados num cercado. Não era feita a classificação por tipos e cores. Planejava-se fazer, futuramente, essa distinção. Havia a presença de seringas e agulhas que eram jogadas no lixo sem ter um tratamento adequado. Estes eram separadas e colocadas num tonel que as guardaria até que ocorresse a incineração. As pilhas também eram separadas devido a sua carga de cádmio, extremamente nociva ao ambiente. Não havia até o momento utilização para as pilhas separadas no lixo.

As leiras eram revolvidas para que o oxigênio penetrasse no interior e fizesse prosseguir a desintegração do material pelas bactérias aeróbicas. Na parte central, que apresentava elevada temperatura, o material encontrava-se em avançado estado de putrefação.

Como a área é uma baixada, a água parada encontrava-se em contato com o lixo. Quando chovia muito, aumentava a quantidade de poças, fazendo com que o mau cheiro aumentasse. Várias cargas de cascalho foram colocadas para que se pudesse propiciar um ambiente bom para a reciclagem.

Foi necessário pensar-se em outra solução para o destino do lixo. Com aproximadamente 14.700 habitantes, sendo predominantemente a população urbana (61%), Arroio do Meio produz cerca de 6 tonelada de lixo por dia.

Atualmente, o lixo de Arroio do Meio é recolhido diariamente por um caminhão espe-

cial. O recolhimento é feito por 3 garis em ruas predestinadas, sendo que cada dia a coleta acontece em determinadas regiões da cidade freqüentemente e não atinge todas as moradias.

Para tanto, já em 1991 foi fundada a Usina de Reciclagem de lixo, localizada no Morro Gaúcho, um dos pontos turísticos de Arroio do Meio. Pode-se dizer que esta usina funcionou normalmente nos dois primeiros anos, mas atualmente encontra-se em estado precário, praticamente abandonada.

O Morro Gaúcho passou a não apresentar condições de receber turistas pelo fato do impacto visual negativo proporcionado pela usina.

O lixo levado até a usina fica exposto a céu aberto. Não há higiene no local, proporcionando um ambiente propício para proliferação de agentes patogênicos. Quanto ao lixo orgânico, não existe um local apropriado para o seu depósito. O chorume formado não tem um destino adequado causando assim, sérios problemas ao ambiente, pois além do mau odor, contamina o lençol freático e os córregos que deságuam no Rio Taquari, já houve até casos de morte por toxoplasmose, comprovadamente oriundo da contaminação da água devido ao lixo.

Além da Usina de Reciclagem, criou-se um local para tratamento de efluentes da fábrica de calçados Majolo e do Curtume Aimoré, localizado no Morro Vermelho, na localidade de São Caetano, porém há muitas indústrias menores que não possuem local apropriado para tratamento de efluentes.

Falta, para o município a liberação estadual da FEPAM - Fundação Estadual de Proteção ao Meio Ambiente - para a construção do aterro sanitário no Morro Vermelho, localidade de São Caetano, próximo ao local de tratamento de efluentes mencionado anteriormente.

Enquanto que a gestão municipal espera a autorização para implantar o aterro sanitário, é de conhecimento público que os caminhões que recolhem o lixo doméstico do município, depositam o mesmo em locais não autorizados.

Recentemente a Prefeitura Municipal foi autuada por depositar lixo em local a 10 m do Rio Taquari, em frente ao ponto de captação de água da CORSAN. O lixo continha resíduos hospitalares, resíduos industriais (restos de

curtume, vários latões de tinta provenientes de uma indústria local que faliu e restos alimentares de indústria alimentícia) e lixo domiciliar. Este local era freqüentemente procu-

rado por catadores de lixo e crianças que buscavam aí restos de comida e produtos recicláveis para venda, conforme pode ser observado na figura 5.

FIGURA 5 - Foto do depósito de lixo clandestino



A prefeitura abandonou o local, porém uma solução concreta que resolva o problema que o aterro abandonado ainda causa não foi tomada.

Outros locais escolhidos para o depósito clandestino são aterros para construções sendo que estes freqüentemente são alagáveis em períodos de cheia.

O lixo rural não é recolhido e não é tratado. No município há programas de reciclagem e de coleta seletiva do lixo em escolas do interior, bem como o incentivo para a compostagem, porém estes programas não apresentam continuidade nem apoio municipal, fazendo com que o problema do lixo rural também não seja resolvido.

Todo esse descaso com o tratamento dado ao lixo municipal gera um acúmulo de matéria orgânica nos arroios e córregos. Outro dado que aumenta a poluição orgânica, é o acúmulo de fezes resultantes de chiqueirões e esgoto cloacal humano, que gera um aumento descontrolado de coliformes fecais, chiqueirões e fossas estão freqüentemente localizados próximos aos arroios e córregos ou mesmo em locais com permeáveis, poluindo, até mesmo, o lençol freático.

O laudo solicitado pela Prefeitura Municipal ao Pólo de Modernização Tecnológica do Vale do Taquari - PMT/VT, localizado junto à UNIVATES, apresentado na tabela 6 a seguir, demonstra o problema do Arroio Forqueta, principal fonte hídrica do município.

TABELA 6 - Laudo Analítico Microbiológico da água do Arroio Forqueta

DATA DA AMOSTRAGEM	HORÁRIO	COLIFORMES TOTAIS	COLIFORMES FECAIS
11/01/99	14h30min	1.100/100ml	0/100ml
18/01/99	NI*	>24.000/100ml	361/100ml
25/01/99	15h15min	11.000/100ml	230/100ml
02/02/99	NI*	>24.000/100ml	4.600/100ml
08/02/99	NI*	>24.000/100ml	750/100ml

* NI – Não Informado
 FONTE: PMT-VT/1999

De acordo com a resolução do CONAMA nº 20 de 18/06/86 que estabelece, no seu artigo 26, a classificação das águas para balneabilidade e, após verificação dos resultados obtidos nas análises microbiológicas efetuadas, o Pólo de Modernização Tecnológica, pela Bióloga Rosângela Uhrig Salvatori, responsável pelo Laboratório de Microbiologia, conclui-se que a água analisada destinada à balneabilidade (recreação de contato primário) enquadra-se na categoria C, classificada como satisfatória.

Embora a resolução CONAMA, no seu artigo 31 determine que os exames colimétrico a serem efetuados para diagnóstico de águas destinadas a recreação de contato primário, sejam feitos para identificação e contagem de coliformes fecais, é oportuno ressaltar que a contagem de coliformes totais detectada é bastante elevada.

Outro aspecto importante a destacar é quanto a circunstância passíveis de serem observadas e que constituem fatores para avaliação da qualidade da água, como:

- ocorrência na região, de incidência relativamente elevada ou anormal de enfermidades transmissíveis por via hídrica, a critério das autoridades sanitárias;
- sinais de poluição por esgotos, perceptíveis pelo olfato ou visão;
- recebimento regular, intermitente ou esporádico, de esgotos por intermédio de valas, corpos d'água ou canalizações, inclusive galerias de águas pluviais, mesmo que seja de forma diluída;
- presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- pH menor que 5 ou maior que 8,5.

Referências Bibliográficas

- 1) FOLHA SH. 22 Porto Alegre e Parte das Folhas SH 21, Uruguiana e SI 22: **Ecologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra**. Rio de Janeiro, IBGE, 1986. p. 541-632 (Levantamento de Recursos Naturais, 33)
- 2) GERHARDT, C. 1994. **Diagnóstico para o Planejamento Energético e Ambiental do Município de Arroio do Meio**. Porto Alegre, UFRGS. (Monografia do Curso de Pós-Graduação em Nível de Especialização em Planejamento Energético-Ambiental em nível municipal, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
- 3) GUIMARÃES, A. A., GRIEBELER, C. T., REMPEL, C., MAJOLO, M. A., MARTINS, S. M. L. 1997. **Levantamento Ambiental do Município de Arroio do Meio**. Lajeado, UNIVATES. (Trabalho de conclusão da disciplina de Elementos de Geologia II, do Curso de Biologia da UNIVATES).
- 4) JASPER, A. 1997. **Determinação da Biodiversidade da Encosta do Planalto Meridional, na Região do Vale do Taquari - RS - BR**. Lajeado, FATES (Projeto de Pesquisa)
- 5) RAMBO, B. 1961. Migration routes of the South Brazilian Rain Forest. **Pesquisa Botânica**, 5:12, Porto Alegre. p. 5-14.
- 6) _____. 1994. **Fisionomia do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, UNISINOS Editora.
- 7) REITZ, R. et alii. 1983. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues.
- 8) STRAHLER, A. A. Quantitative analysis of watershed diomorfology. **Am: geophys. Union Transaction** 38, 913-920. 1975.

Mecanismos de Reutilização em Sistemas de Informação

Reuse Mechanisms in Information Systems

Jugurta Lisboa Filho
Cirano Iochpe

Resumo

A idéia da reutilização, que é inerente ao desenvolvimento de sistemas computacionais, pode implicar no aumento de produtividade e qualidade em todas as etapas do desenvolvimento de software. Este artigo tem como objetivo identificar os principais mecanismos de reutilização aplicados nas etapas iniciais do processo de desenvolvimento de sistemas de informação (early reuse). Inicialmente são descritas algumas pesquisas sobre reutilização de especificação de requisitos desenvolvidas, principalmente, no início da década de 90. Em seguida são descritos novos mecanismos surgidos para auxiliar na reutilização de projetos orientados a objetos como padrões (patterns), com ênfase nos padrões de análise e frameworks. O estudo também descreve os mecanismos atuais de apoio à reutilização na área de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Palavras-chave: Reutilização, Padrões de análise, Framework, SIG.

Abstract

The idea of reuse that is inherent to the computation system development can result in productivity and quality increase, in all the software development phases. This paper identifies and presents the mainly reuse mechanisms that may be applied in the early stage of the information system development. Researches about requirement analysis that were developed in the 90's are described. After that, new mechanisms that support reuse in object-oriented software design are investigated. It includes design and analysis patterns as well as frameworks. The paper also describes current mechanisms that support the reuse in Geographic Information Systems (GIS).

Key words: Reuse, Analysis Patterns, Framework, GIS.

Jugurta Lisboa Filho é Professor Assistente Universidade Federal de Viçosa, do Departamento de Informática - Campus Universitário. 36571-000, Viçosa, MG, Brasil. Fone/Fax: (31) 891-2397

E-mail: jugurta@dpi.ufv.br

Cirano Iochpe é Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Informática. Caixa Postal 15064 -91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. Fone: (51) 316-6820 Fax: (51) 3191576. E-mail: iochpe@inf.ufrgs.br

1. Introdução

A idéia da reutilização é inerente ao desenvolvimento de sistemas computacionais. Durante as décadas de 60 e 70, a idéia de reutilização centrava-se, basicamente, na reutilização de códigos de programas (ou subprogramas). Bibliotecas de funções, escritas em diversas linguagens de programação, foram criadas e disponibilizadas para que pudessem ser reutilizadas. A busca por mecanismos voltados a facilitar a reutilização de software teve como resultado uma série de eventos científicos dedicados ao tema. Em 1983 ocorreu o primeiro grande congresso na área, o *Workshop on Reusability in Programming* (Perlis, 1983 Apud [NEI 94]).

Como um dos principais instrumentos de aumento da produtividade dos programadores e da qualidade dos sistemas desenvolvidos, a idéia de reutilização sempre esteve associada à criação de mecanismos que possibilitem a administração da complexidade dos sistemas. Por exemplo, o conceito de Tipo Abstrato de Dados (TAD) foi desenvolvido para possibilitar que estruturas de dados pudessem ser reutilizadas [EMB 87]. Para usar um TAD, o programador necessita conhecer apenas a interface e a funcionalidade de cada um dos subprogramas disponíveis. Outro exemplo de instrumento voltado à reutilização é o paradigma da orientação a objetos que tem, como um de seus princípios fundamentais, possibilitar a reutilização de classes existentes através de mecanismos como especialização e polimorfismo. Atualmente, na área de Engenharia de Software, pesquisas sobre reutilização exploram conceitos como *framework* e padrões [COL 96].

Em cada uma das fases do ciclo de vida de um sistema, existe a possibilidade de se reutilizar resultados obtidos anteriormente. Um exemplo que pode-se citar é o emprego de bibliotecas de funções de interface homem-máquina, durante a fase de codificação dos programas. O objetivo deste artigo é revisar alguns dos principais instrumentos que podem ser aplicados nas tarefas desenvolvidas nas fases iniciais do ciclo de vida.

O restante do artigo está organizado como segue. A Seção 2 apresenta os principais avanços obtidos pela pesquisa em reutilização de especificação de requisitos. Na Seção 3 é des-

critado o conceito de padrões e relacionados diversos tipos de padrões existentes. A Seção 4 descreve a técnica de reutilização baseada em *frameworks*. A Seção 5 descreve as abordagens de reutilização existentes na área de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Por último, a Seção 6 apresenta comentários, deficiências e vantagens das técnicas apresentadas.

2. Reutilização de Especificação de Requisitos

Nesta seção são apresentados alguns resultados de pesquisas sobre reutilização no campo da Engenharia de Software, pesquisas estas desenvolvidas até meados da década de 90.

Segundo Neighbors [NEI 94], no processo de desenvolvimento de software, quanto mais cedo forem identificados e criados recursos reutilizáveis, maior será o impacto da reutilização nas fases posteriores. Portanto, a reutilização de modelos durante a especificação de requisitos é o primeiro momento em que o projetista pode empregar algum tipo de recurso reutilizável, isto é, qualquer recurso existente que possa ser útil na construção de um sistema computacional. Para Edelweiss [EDE 94], o uso de abordagens de reutilização durante a fase de especificação de requisitos apresenta as seguintes vantagens:

- redução do custo do desenvolvimento da especificação;
- redução do custo de verificação e validação da especificação;
- aumento da produtividade no desenvolvimento de especificações;
- aumento da qualidade das especificações;
- padronização de especificações;
- facilidade de comunicação entre equipes que utilizam a mesma biblioteca.

Zirbes [ZIR 95] demonstrou, através de experimentos realizados com diferentes técnicas de análise de requisitos, que a modelagem baseada na reutilização de especificações de sistemas análogos, produz resultados mais completos e corretos do que a modelagem sem o apoio da reutilização sistemática. Os resultados da experiência desenvolvida por Zirbes mostram que os ganhos obtidos com o empre-

go da reutilização não estão apenas em ganhos de qualidade, mas também em produtividade onde, embora o tempo de desenvolvimento medido durante o experimento não tenha apresentado um ganho muito significativo, o tempo total dedicado ao sistema é reduzido por diversos fatores indiretos, dentre eles, a redução no tempo de conhecimento do domínio e do tempo de manutenção, decorrentes de projetos de melhor qualidade.

Os objetivos da pesquisa sobre reutilização são “reunir, organizar e facilitar o acesso a todo o conhecimento sobre o desenvolvimento de software em um determinado domínio” [ZIR 95]. Desta forma, um fator fundamental em qualquer abordagem baseada em reutilização é a existência de um conjunto de recursos que possam ser reutilizados. Com isto, pressupõe-se a existência de um repositório (biblioteca) para disponibilizar esses recursos. Dois dos principais problemas que surgem na abordagem de reutilização, são: (1) a escolha de um método para classificação e organização dos recursos disponíveis; (2) a existência de mecanismos que auxiliem o projetista a localizar os possíveis recursos reutilizáveis em seu projeto.

Uma forma simples de se organizar uma biblioteca de recursos reutilizáveis é por meio de domínios. Um domínio, no contexto da Engenharia de Software, engloba um conjunto de aplicações caracterizadas por um conjunto comum de dados e objetivos relacionados [PET 91]. A descrição do recurso reutilizável, adicionada às informações auxiliares para localizá-lo e manipulá-lo, constituem a infraestrutura básica para o processo de reutilização. Portanto, o processo de desenvolvimento de software com base em reutilização deve considerar algumas etapas adicionais, capazes de manter e consultar a infra-estrutura de recursos disponíveis. Segundo Zirbes [ZIR 95], o processo de reutilização constitui-se das seguintes etapas (Figura 1):

- construção da biblioteca de recursos: esta atividade inclui a identificação, escolha, classificação e armazenamento dos recursos reutilizáveis;
- reutilização dos recursos da biblioteca: esta atividade inclui a busca, seleção e adaptação dos recursos utilizáveis, de acordo com as necessidades do software sendo desenvolvido.

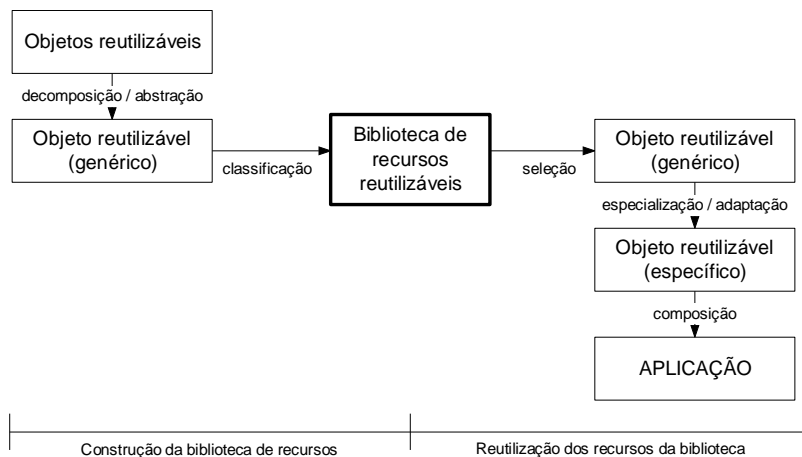


FIGURA 1 - Processo de reutilização de software

O processo de seleção de recursos reutilizáveis torna-se cada vez mais complexo, à medida em que a biblioteca aumenta de tamanho. Assim, é necessário o uso de métodos que auxiliem a localização de recursos reutilizáveis. Um deles, o método de seleção

por analogia, foi desenvolvido por Maiden em sua tese de doutorado [MAI 92]. O processo de reutilização usando analogia possui duas etapas. Na primeira etapa é identificado um conjunto de domínios abstratos representando famílias de sistemas com características afins.

Na segunda etapa é aplicado o raciocínio por analogia para reconhecer a semelhança entre o problema a ser definido e os domínios existentes, compreender esta semelhança e então, transferir o conhecimento sobre o domínio.

Além do método de seleção por analogia, uma série de outros métodos que auxiliam a localização de recursos reutilizáveis são descritos na literatura [GIR 90]. Alguns destes métodos utilizam técnicas de inteligência artificial para auxiliar o projetista a identificar e selecionar recursos reutilizáveis nos sistemas sendo desenvolvidos (Wood, 1988 Apud [PIM 98]). Ferramentas automatizadas são utilizadas para dar apoio ao uso desses métodos. Entre elas pode-se citar: o sistema Catalog [FRA 87] que permite classificar recursos reutilizáveis através do método de classificação de software baseado em vocabulário livre; o sistema ROSA - *Retrieval Of Software Artifacts* [GIR 96] propõe a classificação e recuperação automática baseada em vocabulário extraído de textos escritos em linguagem natural; a ferramenta CART - *Computer-Aided Reuse Tool* [LIA 93] utiliza um método de classificação baseado em facetas, isto é, grupos de classes elementares formando um esquema, para organizar uma biblioteca de software orientado a objetos.

Devido ao uso crescente do paradigma de orientação a objetos no desenvolvimento de software, novos instrumentos de reutilização têm sido propostos na literatura. As seções seguintes apresentam as tendências atuais em termos de abordagens de reutilização.

3. Padrões

A abordagem de padrões¹ é ainda uma idéia muito recente no campo da Ciência da Computação. Desta forma, não existe um consenso sobre uma definição para o termo "padrão" neste contexto. Segundo Gamma [GAM 94], o uso de padrões está diretamente relacionado com a idéia de reuso em Engenharia de Software e teve origem no trabalho do arquiteto Christopher Alexander que, em [ALE 77], definiu:

"Cada padrão descreve um problema que ocorre diversas vezes em nosso

ambiente e, então, descreve a solução desse problema de tal forma que você a reutilize milhares de vezes sem ter que fazer a mesma coisa duas vezes" (pag. x).

As idéias de Alexander deram origem ao desenvolvimento de pesquisas sobre padrões de projeto que, posteriormente, foram estendidas para diversos outros tipos de padrões.

A abordagem de padrões começou a ser conhecida após a publicação do livro *Design patterns: elements of reusable object-oriented software* [GAM 94], que apresenta um catálogo de soluções para problemas recorrentes em projeto de sistemas orientados a objetos. Neste livro, Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson e John Vlissides, que se tornaram conhecidos como a *gang* dos quatro ("*gang of four*" ou GoF), definem:

"Um padrão apresenta a essência de uma solução para um problema recorrente, em um contexto específico" (pag. 2-3).

Esta definição compreende as idéias fundamentais de um padrão. A expressão "uma solução para um problema" significa que cada padrão identifica um problema e apresenta uma solução para ele. O termo "essência de uma solução" significa que somente os elementos essenciais são descritos, deixando os aspectos específicos para serem detalhados pelo projetista, dado que aspectos específicos normalmente não são reutilizados. O termo "problema recorrente" significa que os padrões devem ser descritos para problemas que já ocorreram diversas vezes e irão ocorrer novamente. Por último, "em um contexto específico" significa que a solução completa é válida para um contexto particular.

Buschmann [BUS 96], classifica os padrões em três categorias: padrões de arquitetura; padrões de projeto; e idiomas (também conhecido por padrões de implementação [PRE 95]). As duas primeiras categorias incluem os padrões relacionados com a fase de projeto do sistema, mas são aplicadas em problemas de diferentes escalas. Os padrões de projeto são mais abstratos (e menores) do que os padrões de arquitetura, enquanto que idiomas são padrões escritos em alguma linguagem de programação.

¹ Do inglês Pattern.

Uma quarta categoria de padrões, introduzida por Fowler [FOW 96], inclui os padrões de análise. Estes padrões são usados para descrever soluções empregadas durante as fases de análise de requisitos e modelagem conceitual dos dados. Os padrões de análise refletem estruturas conceituais representativas do domínio da aplicação e não soluções computacionais.

Fowler [FOW 97] define um padrão de análise como:

“Uma idéia que se provou útil em um contexto prático e que, provavelmente, será útil em outras situações similares” (pag xv).

A maioria dos padrões de análise publicados até o momento foram projetados, principalmente, para solucionar problemas de aplicações comerciais [COA97, FOW97, HAY95]. No entanto, a idéia de padrões de análise pode ser usada para aumentar a qualidade e a produtividade no desenvolvimento de aplicações não-convencionais como, por exemplo, as aplicações de SIG. Por exemplo, os padrões de análise podem ser usados para documentar como os projetistas de um determinado domínio de aplicação modelam fenômenos geográficos e seus relacionamentos. Padrões de projeto podem ser usados para documentar como os dados sobre o relevo de uma região são representados através de um Modelo Numérico de Terreno (MNT). Por último, idiomas podem definir como um MNT deve ser implementado em cada software de SIG específico. As subseções seguintes descrevem, em maiores detalhes, as características dos padrões de análise e de projeto.

3.1 Padrões de Análise

Devido à abordagem de padrões ter sido introduzida na área de Engenharia de Software, por projetistas de sistemas orientados a objetos, a categoria de padrões mais conhecida atualmente é a dos padrões de projeto. No entanto, diversas pesquisas vêm sendo realizadas buscando-se padrões que auxiliem projetistas de banco de dados a reutilizar soluções para problemas de modelagem de dados [COA97, HAY95, FOW97].

Segundo Coad [COA 92], as técnicas tradicionais de reutilização em análise orientada a objetos baseiam-se nos mecanismos de herança. Assim, para reutilizar classes pré existen-

tes, o projetista necessita saber como localizar as classes adequadas a seu problema e derivar novas subclasses a partir dessas classes. Dessa forma, durante a modelagem de uma nova aplicação, cada classe funciona como um simples bloco reutilizável.

Um padrão de análise (ou padrão conceitual, na terminologia de Riehle [RIE 96]) descreve um conjunto de classes, possivelmente pertencentes a diferentes hierarquias de classes, e as associações existentes entre elas. Padrões de análise podem ser vistos, portanto, como uma forma de descrever subesquemas de projetos mais complexos, os quais ocorrem com frequência durante o processo de modelagem de muitas aplicações. O uso de padrões melhora, de forma significativa, o tempo de desenvolvimento de novas aplicações, uma vez que a reutilização ocorre através de subesquemas e não através de classes isoladas [HAY 96].

Geralmente, um padrão de análise apresenta a solução do problema de uma forma mais sugestiva do que prescritiva, fornecendo um modelo e a discussão do por que a solução é proposta desta forma, suas vantagens e desvantagens. Segundo Fowler [FOW 96], a contribuição realmente importante de um padrão não é o modelo fornecido como solução, mas sim, o raciocínio que está por trás desta solução.

Hay [HAY 95] descreve um conjunto de padrões de análise, que ele batizou de padrões de modelos de dados, que são soluções de modelagem conceitual de dados para aplicações comerciais. Para ilustrar um padrão de análise, a seguir é mostrado o padrão *Localizações Geográficas*, extraído de [HAY 95], com algumas adaptações. O padrão está descrito segundo a forma proposta por Coplien [COP 95], sendo que os diagramas foram convertidos para a notação UML [BOO 98].

3.1.1 Exemplo de um Padrão de Análise

NOME:

Localizações Geográficas

PROBLEMA:

Descreve uma solução alternativa para o problema da modelagem de endereços, sendo útil tanto para pessoas, como para organizações.

CONTEXTO:

O padrão descreve uma alternativa de solução para o problema da modelagem de endere-

ços, servindo tanto para pessoas físicas como para pessoas jurídicas. É comum, em muitas situações da vida real, um mesmo endereço estar associado a mais de uma pessoa (ou organização) e vice-versa. Nestes casos, quando o endereço é modelado simplesmente na forma de atributos, uma série de problemas conhecidos podem ocorrer como, por exemplo, informação incompleta ou a inconsistência do banco de dados.

FORÇAS:

- Frequentemente é necessário ordenar/selecionar endereços por bairros, cidades ou por outro tipo de divisão onde o endereço está localizado. Assim, cada local tem de estar em uma localização geográfica, o que significa que cada localização geográfica pode ser a localização de um ou mais locais.
- Para emissão de etiquetas de endereçamento, o endereço pode ser tratado

como um único objeto de informação. Se o propósito do endereço é apenas para emissão de etiquetas, a escolha da abordagem de atributos pode ser considerada.

SOLUÇÃO:

A Figura 2 mostra o diagrama de classes que compõe o padrão. A classe PESSOA é uma generalização das classes PESSOA FÍSICA e PESSOA JURÍDICA. A classe PESSOA possui uma associação LOCALIZA-SE (de cardinalidade m:n) com a classe ENDEREÇO. Esta associação pode incluir atributos como período e tipo de locação. A classe ENDEREÇO é que deve conter os atributos que caracterizam o endereço de uma instância de PESSOA. A classe LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA é usada para criar uma estrutura hierárquica de localizações (ex.: País, Estado, Município, Bairro, etc), sendo que cada instância de ENDEREÇO deve estar associada a uma instância de LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.

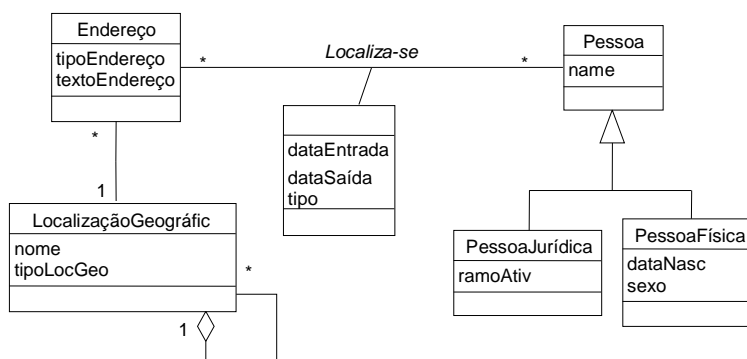


FIGURA 2 - Padrão de análise *LocalizaçõesGeográficas*

De acordo com Gerth [GER 96], a notação gráfica dos modelos de dados não são suficientes para a descrição dos padrões. A notação gráfica somente captura o resultado final da modelagem, representando-a na forma de um grafo de classes e associações. A descrição de um padrão, no entanto, deve também incluir a documentação das decisões tomadas, escolhas feitas, alternativas identificadas e restrições ao uso do padrão.

Segundo Hay [HAY 95], um padrão de análise pode e deve ser customizado para situações específicas. Por exemplo, o padrão *LocalizaçõesGeográficas* mostra uma situação (existem alternativas diferentes para a modelagem de informações sobre endereço) na qual pode-

se observar que não existe o modelo totalmente correto, mas sim, o mais adequado para um problema em um determinado contexto. Outro ponto a ser observado é que a definição de um padrão pode estar associada ou incluir outros padrões. Por exemplo, a generalização da classe PESSOA é uma solução definida em outro padrão (*PARTY*), descrito tanto em [HAY 95], como em [FOW 97]. Por sua vez, o padrão *Localizações Geográficas* poderá ser reutilizado no projeto de outros padrões mais abrangentes.

3.2 Padrões de Projeto

Da mesma forma, como não existe uma fronteira distinta, entre as atividades desenvolvidas durante as fases de análise e de proje-

to do processo de desenvolvimento de software, torna-se difícil definir, exatamente, as diferenças entre os padrões de análise e os padrões de projeto. O objetivo desta Seção não é apresentar em detalhes as características dos padrões de projeto, mas sim, o de evidenciar as principais diferenças entre um padrão de projeto e um padrão de análise. São elas:

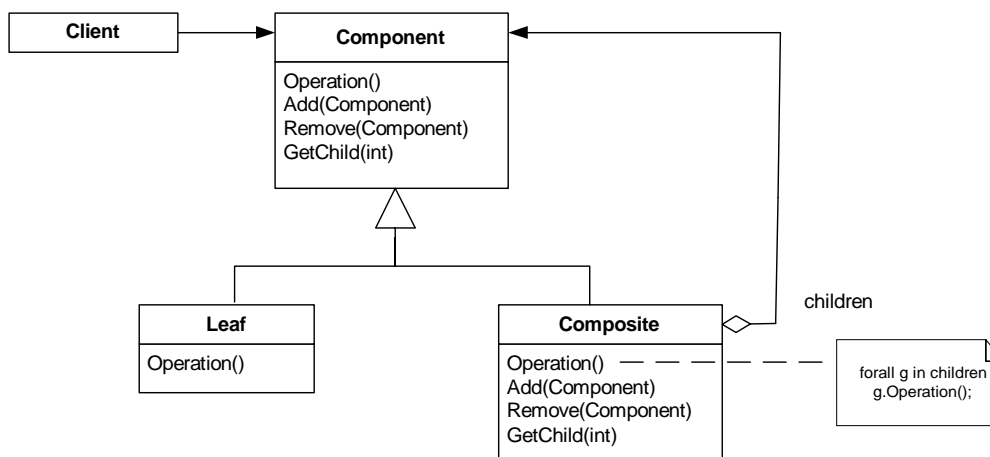
- Um padrão de análise é um padrão cuja forma é descrita através de termos e conceitos pertencentes ao domínio da aplicação. Já, a forma de um padrão de projeto é descrita através de construtores genéricos de projeto de software (ex.: objeto, agregação) [RIE 96].

- Padrões de análise não são escritos para servirem a um propósito geral. É importante encontrar o equilíbrio entre obter um padrão muito abstrato e um padrão muito especializado. Por exemplo, apresentar como solução para o problema de rede de transportes, que seus componentes podem ser modelados através de elementos do tipo conexão e ligação, em uma estrutura de rede é apresentar a solução de forma altamente abstrata, não auxiliando muito o projetista. No entanto, se o padrão de análise identifica os principais tipos de componentes de uma rede de transporte e como estes componentes podem (ou não) se relacionar, este padrão torna-se realmente útil para ser reutilizado. Um padrão de projeto descreve a

estrutura e as dinâmicas de seus componentes, esclarecendo suas responsabilidades. Assim, os padrões de projeto podem ser vistos como complementares aos padrões de análise.

- Ao contrário dos padrões de análise, os padrões de projeto existentes são apresentados de forma bem estruturada e organizados separadamente em catálogos. Por exemplo, os padrões de Gamma [GAM 94] apresentam quatro elementos essenciais: nome do padrão, o problema, a solução e as conseqüências. No entanto, outros itens de descrição podem ser adicionados como motivação, participantes, sinônimos e outros padrões relacionados. A classificação dos padrões de Gamma é feita segundo dois critérios ortogonais: (1) *Propósito*, incluindo se o padrão está relacionado com o processo de criação de objetos, com a composição de classes ou com as interações comportamentais dos objetos; (2) *Escopo*, indicando se o padrão se aplica a classes ou a objetos. Os padrões de análise, por sua vez, são apresentados de forma mais explicativa, apresentando soluções alternativas, vantagens e desvantagens de cada um.

A Figura 3 ilustra o diagrama de classes do padrão de projeto *Composite* [GAM 94] e a Figura 4 mostra um exemplo de uso desse padrão no diagrama de classes do *framework* conceitual **GeoFrame** [LIS 99].



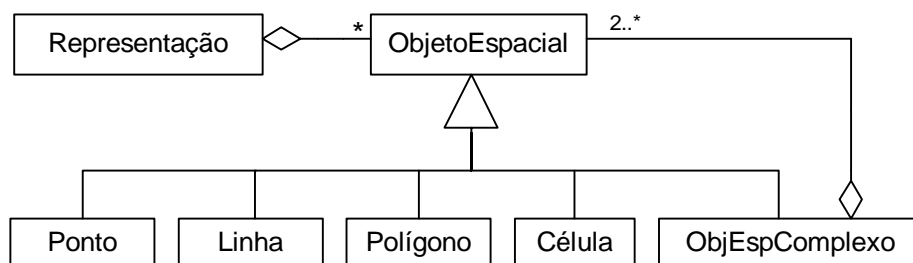


FIGURA 4 - Exemplo de uso do padrão de projeto *Composite*

4. Frameworks

O uso de *frameworks*² caracteriza uma técnica de reutilização de software orientado a objetos [JOH 97]. Segundo Pree [PRE 94], *framework* constitui um avanço real em termos de reutilização de software, uma vez que a reutilização ocorre não apenas a partir de pequenos blocos de programas, mas sim de todo um sistema (ou parte de um sistema), incluindo a reutilização do projeto.

Souza [SOU 98] define um *framework* como:

“Um projeto genérico em um domínio que pode ser adaptado a aplicações específicas, servindo como um molde para a construção de aplicações”.

Esta definição fornece uma visão bem mais abrangente sobre a potencialidade de um *framework* do que as definições apresentadas pelos autores mais ligados à programação orientada a objetos. Por exemplo, Wirfs-Brock e Johnson definem *framework* como sendo:

“Um esqueleto de implementação de uma aplicação ou de um subsistema de aplicação, em um domínio de problema particular” [WIR 90].

“Um projeto reutilizável de um programa ou parte de um programa, expresso como um conjunto de classes” [JOH 92].

Como um instrumento de reutilização, um *framework* não necessita estar implementado em uma linguagem de programação para fornecer a solução parcial a uma família de pro-

blemas. A vantagem de se ter o *framework* parcialmente implementado é que a solução final está bem mais próxima de ser atingida pelo desenvolvedor da nova aplicação. No entanto, o *framework* fica restrito a uma linguagem de programação específica ou necessita ser fornecido em diversas outras linguagens.

Uma das principais características de um *framework* é que o fluxo de controle entre o *framework* e sua aplicação cliente é invertido. Normalmente, quando uma biblioteca de classes é utilizada, o controle das chamadas às rotinas disponíveis é feito pelo programa que está utilizando a biblioteca. No caso de um *framework*, os métodos desenvolvidos para a aplicação é que são chamados pelos métodos do *framework*. Isto evidencia que, além de reutilizar todo um conjunto de classes, o conhecimento sobre o projeto do software também é reutilizado.

Padrões de projeto podem ser usados tanto na construção como na documentação de *frameworks* [JOH 92, MEU 97]. Um simples *framework* pode ser construído a partir de diversos padrões de projeto (também chamados de micro arquiteturas).

Outra forma de distinguir padrões de projeto e *frameworks* é que, enquanto um *framework* pode ser apresentado como um software inacabado, os padrões representam o conhecimento sobre como o software foi desenvolvido. Além disso, a complexidade dos problemas a serem resolvidos pelos *frameworks* são bem maiores do que os problemas resolvidos pelos

² O termo *framework* não será traduzido, neste texto, devido a seu uso freqüente pela comunidade de Engenharia de Software no Brasil. Uma possível tradução para *framework* é arcabouço.

padrões. Conseqüentemente, a construção de um *framework* é um processo bem mais complexo do que a definição de um padrão. Silva [SIL 96] descreve e compara uma série de métodos para construção de *frameworks*.

Um *framework* é composto por um conjunto de classes, muitas das quais abstratas, ou seja, não possuem instâncias. As classes de um *framework* podem ser classificadas como pontos fixos, isto é, não podem ser alteradas, ou como pontos adaptáveis, onde são feitas as mudanças e extensões necessárias à aplicação. Segundo Quadros [QUA 97], os pontos fixos determinam a arquitetura da aplicação, definindo sua estrutura geral, as responsabilidades e colaborações entre as classes e o fluxo de controle do *framework*, não podendo ser alterados pelo projetista da aplicação.

De acordo como as aplicações são derivadas a partir de um *framework*, este pode ser classificado em caixa-preta ou caixa-branca. Os pontos adaptáveis de um *framework* caixa-branca fornecem classes incompletas, as quais devem ser estendidas com as especificidades da aplicação. Um *framework* caixa-preta fornece um conjunto de classes alternativas para cada ponto adaptável. Neste caso o projetista deve escolher uma das alternativas disponíveis, mas não pode alterar suas propriedades. Um *framework* caixa-branca requer que o projetista tenha um maior conhecimento sobre o funcionamento do *framework*, enquanto que um *framework* caixa-preta requer do projetista um maior conhecimento sobre o domínio da aplicação.

As três abordagens de reutilização apresentadas até aqui (de especificação de requisitos, de padrões e *frameworks*) podem ser empregadas no desenvolvimento de aplicações em geral. A seção seguinte discute as características das abordagens de reutilização existentes atualmente na área de SIG.

5. Abordagens de Reutilização em SIG

Na área de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) o conceito de reutilização tem sido aplicado, basicamente, no compartilhamento de dados. Observa-se, atualmente, um rápido

crescimento da demanda por dados geoespaciais digitais [WEB 98]. Por sua vez, a todo momento, muitos dados geoespaciais estão sendo produzidos, tanto por instituições governamentais como por instituições privadas. Dados geoespaciais, neste caso, incluem os mais variados tipos de coleções de dados georreferenciados como, por exemplo, imagens de satélite, fotografias aéreas, amostragem geológica, observações biológicas, dados de redes de infra-estrutura e dados censitários.

A coleta de dados primários, ou seja, dados usados na produção de outros dados, tanto para aplicações ambientais como para aplicações urbanas, é uma tarefa de custo muito elevado. Com o objetivo de reduzir estes custos, as instituições necessitam de mecanismos eficientes para facilitar a reutilização de dados já existentes, visto que muitos conjuntos de dados georreferenciados podem atender a diversas aplicações de SIG, implementadas em instituições diversas.

Além da reutilização de dados, algumas pesquisas sobre mecanismos de reutilização de modelagem de processos espaciais têm sido realizadas [MAR 97, MAR 98]. Segundo Marr [MAR 97], modelagem do processo espacial é o procedimento de delinear como os dados geográficos devem ser manipulados a fim de se obter resultados desejados.

Com relação a reutilização de projeto de banco de dados geográficos, porém, muito pouco foi feito até o momento [LIS 98]. Alguns padrões³ de metadados prevêm a documentação sobre informações semânticas associadas aos dados, mas com o intuito de facilitar o entendimento dos dados a serem reutilizados.

Metadados são dados sobre dados [ISO 97]. A existência de conjuntos de dados geoespaciais é documentada através de conjuntos de metadados. O termo metadados geoespaciais é usado para especificar metadados referentes a conjuntos de dados georreferenciados [SHE 95].

A importância dos metadados geoespaciais reside no fato de possibilitarem ao usuário avaliar o grau com que os dados satisfazem às necessidades de uma determinada aplicação. A informação prestada pelos metadados provê uma substancial economia de recursos na pesquisa e busca de dados existentes bem como no monitoramento, controle e aquisição dos mesmos. Metadados expressam informações

³ Do inglês *standard*.

sobre o conteúdo, a qualidade, a atualidade e outras características dos dados [WEB 98].

Para facilitar a busca e o acesso a conjuntos de dados existentes, alguns países estão especificando e institucionalizando padrões para a descrição uniforme dos metadados. Os padrões de metadados estabelecem categorias e elementos a serem contemplados para descrever adequadamente os dados. Entre os padrões de metadados mais conhecidos, pode-se citar: o padrão americano CSDGM [FED 97], o padrão canadense SAIF [BRI 95], o padrão CEN-TC287 da comunidade europeia [CEN 96] e o padrão australiano ANZLIC [ANZ 97]. Estes padrões estabelecem uma terminologia comum aos fenômenos espaciais, classes de dados e seus modelos de informação, além de regras para produção de metadados.

A efetiva reutilização de dados geoespaciais digitais depende de diversos fatores, entre eles pode-se citar a interoperabilidade dos dados e a vontade de compartilhamento dos dados entre as instituições (de forma comercial ou não). Para que um maior número possível de usuários possa reutilizar dados geoespaciais existentes, é necessário que os catálogos de metadados estejam disponíveis para consulta. Alguns padrões já estão operacionais (ex.: CSDGM), dispendo inclusive de programas para cadastramento de metadados e esquemas para disponibilizar os metadados através da Internet [VIL 99].

Uma vez elaborado um conjunto de metadados, é necessário torná-lo acessível através de ferramentas de busca, o que vem suprir o primeiro objetivo dos metadados que é a localização dos dados. Conjuntos de dados geoespaciais são localizados através dos metadados. No entanto, estes dados não estão, necessariamente, disponíveis para serem obtidos automaticamente (ex.: *download* via ftp). Pode-se, por exemplo, localizar um conjunto de dados para uma determinada região geográfica de interesse. Através dos metadados de qualidade, avalia-se a adequabilidade desse conjunto para o uso planejado. Por último, pode ser necessário, caso o dado não esteja disponível, fazer o contato direto com o fornecedor do dado a fim de obtê-lo.

6. Conclusões

As abordagens de reutilização em sistemas de informação, embora apresentem diversas

vantagens quando realmente aplicadas no desenvolvimento de sistemas, na prática não têm sido muito utilizadas. Alguns fatores podem justificar o pouco uso desses instrumentos:

- ausência de uma metodologia de projeto de sistemas que induza o projetista a buscar por possíveis recursos reutilizáveis;
- baixa disponibilidade de recursos reutilizáveis;
- dificuldade de localização dos recursos reutilizáveis existentes. Inexistência de um mecanismo de apoio a busca dos recursos existentes;
- falta de cultura de trabalho em cooperação. É mais fácil para o projetista procurar recursos disponíveis para serem reutilizados do que disponibilizar seus próprios recursos para outros projetistas.

A abordagem de padrões (*pattern*) é ainda muito pouco conhecida. O projetista necessita, no entanto, estudar diversos padrões e exemplos de utilização para que possa identificar possíveis aplicações desses padrões. O treinamento dos projetistas sobre o uso de padrões pode ser compensado pelo ganho posterior em produtividade e qualidade dos sistemas desenvolvidos. Além disso, uma vez treinado, o projetista estará apto a aplicar padrões em diversos sistemas. Uma outra vantagem decorrente do uso de padrões é o da unificação de vocabulário entre os diversos membros de uma equipe de desenvolvimento.

Os problemas com o uso de *frameworks* são semelhantes aos encontrados no uso de padrões, porém, em escala diferente. Devido a sua maior abrangência, o uso de *frameworks* exige um conhecimento muito maior por parte do projetista, quando comparado ao uso de padrões.

O alto custo e a complexidade dos processos de aquisição de dados georreferenciados tornam a reutilização de dados geoespaciais um fator de grande importância. Toda aplicação de SIG utiliza-se de um conjunto de dados primários (ex.: hidrografia, vegetação ou divisas municipais). Desta forma, os conjuntos de dados digitais referentes a esses dados primários podem, na maioria das vezes, ser reutilizados por grupos de usuários trabalhando em aplicações diversas sobre a mesma região geográfica.

No Brasil, têm sido realizadas algumas iniciativas isoladas para disponibilizar dados

georreferenciados. Por exemplo, o projeto *GeoMinas* (<http://www.mg.gov.br/geominas>), onde pode-se obter dados primários sobre o Estado de Minas Gerais. Um segundo exemplo é o projeto do grupo de geoprocessamento da Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central – CODEPLAN (<http://www.gdf.gov.br/codeplan/geopro>). Estas iniciativas apenas fornecem os conjuntos de dados que podem ser reutilizados, mas não fornecem nenhum mecanismo que auxilie a busca e localização dos dados disponíveis. Um sistema experimental de busca a metadados geoespaciais é disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em (<http://www.cprm.gov.br>) [ALM 99].

Estudos no sentido da adoção de um padrão internacional para elaboração de metadados geoespaciais, no Brasil, têm sido realizados [RIB 96, WEB 98, ALM 99]. No entanto, para adoção de um padrão existente, ou mesmo para a definição de um padrão nacional, é necessário o envolvimento de toda a comunidade de usuários e produtores de dados, o que deve ser feito sob a coordenação de algum órgão responsável.

Referências Bibliográficas

- [ALE 77] ALEXANDER, C. et al. **A Pattern Language**. New York: Oxford University, 1977.
- [ALM 99] ALMEIDA, L. F. B. Padrão CPRMg para intercâmbio de dados gráficos digitais. In: GISBRASIL '99 CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 5, 1999, Salvador. Anais... Salvador: Fator GIS, 1999.
- [ANZ 97] ANZLIC THE AUSTRALIA NEW ZEALAND LAND INFORMATION COUNCIL. **Core Metadata Elements for Land and Geographic Directories in Australia and New Zealand**. 1997. Disponível em <<http://www.anzlic.org.au/metaelem.htm>>
- [BOO 98] BOOCH, G.; JACOBSON, I.; RUMBAUGH, J. **The Unified Modeling Language User Guide**. Addison-Wesley, 1998.
- [BUS 96] BUSCHMANN, F. et al. **Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns**. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- [CEN 96] CEN EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Geographic Information – Data Description Language – Conceptual Schema Language**. Brussels: CEN, 1996. (Report CR 287005).
- [COA 97] COAD, P. **Object Models: Strategies, Patterns, and Applications**. 2.ed. New Jersey: Yourdon Press, 1997.
- [COL 96] COLEMAN, D. et al. **Object-Oriented Development: the fusion method**. New Jersey: Prentice-Hall, 1996.
- [COP 95] COPLIEN, J. O. A generative development-process pattern language. In: COPLIEN J. O. and SCHMIDT D. (Eds.) **Pattern Languages of Program Design**, Reading: Addison-Wesley, 1995.
- [EDE 94] EDELWEISS, N. **Sistemas de Informação de Escritórios: um Modelo para Especificações Temporais**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1994. Tese de Doutorado.
- [EMB 87] EMBLEY, D. W.; WOODFIELD, S.N. A knowledge structure for reusing abstract data types. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING, 9., 1987, Monterey. **Proceedings...** New York: IEEE Computer Society Press, 1987.
- [FED 97] FEDERAL GEOGRAPHIC DATA COMMITTEE. **Content Standard for Digital Geospatial Metadata**. Washinton, D.C.: FGDC, 1997. Disponível em <<http://www.fgdc.gov>>
- [FOW 96] FOWLER, M. Analysis patterns and business objects. **ACM SIGPLAN Notices**, New York, v.31, n.10, 1996. Trabalho apresentado na OOPSLA, 11., 1996, San Jose, US.
- [FOW 97] FOWLER, M. **Analysis Patterns: Reusable Object Models**. Menlo Park, CA: Addison Wesley Longman, 1997.
- [FRA 87] FRAKES, W. B. et al. Information retrieval and software reuse. In: ANNUAL INTERNATIONAL ACM SIGIR CONFERENCE

- ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION RETRIEVAL, 1989, Cambridge. **Proceedings...** New York: ACM, 1989.
- [GAM 94] GAMMA, E. et al. **Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software**. Reading, MA: Addison Wesley, 1994.
- [GER 96] GERTH, Th.; SCHACHTSCHABEL, R.; SCHÖNEFELD, R. Using patterns in design and documentation of software. In: THE WHITE OO NIGHTS -WOON, 1996, St. Petersburg, Russia. **Proceedings...** St. Petersburg: [s.n.], 1997.
- [GIR 90] GIRARDI, M. R. **Uma ferramenta de apoio à reutilização de software no desenvolvimento orientado a objetos**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1990. Dissertação de Mestrado.
- [GIR 96] GIRARDI, M. R. **Classification and retrieval of software and their description in natural language**. Genève: Université de Genève, 1996. PhD Thesis.
- [HAY 95] HAY, D. C. **Data Model Patterns: Conventions of Thought**. New York: Dorset House Publishing, 1995.
- [HAY 96] HAY, D. C. Using data model patterns for rapid application development. In: INTERNATIONAL ORACLE USER WEEK, 1996. **Proceedings...** [S.l.]: Oracle, 1996.
- [ISO 97] ISO/TC211 TERMINOLOGY PROJECT TEAM. **Collections of terms and definitions from ISO/TC211 geographic information/geomatics**. Disponível em <<http://www.statkart.no/isotc211/terms/terms211.html>>
- [JOH 92] JOHNSON, R. E. Documenting frameworks using patterns. In: OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING SYSTEMS, LANGUAGES AND APPLICATIONS CONFERENCE - OOPSLA, 1992, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: ACM, 1992.
- [JOH 92] JOHNSON, R. E. Documenting frameworks using patterns. In: OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING SYSTEMS, LANGUAGES AND APPLICATIONS CONFERENCE - OOPSLA, 1992, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: ACM, 1992.
- [JOH 97] JOHNSON, R. E. **Components, Frameworks, Patterns.**, [S.l.:s.n], 1997. White paper
- [LIA 93] LIAO, H. C. et al. Software reuse based on a large object oriented library. **Software Engineering Notes**, New York, v.18, n.1, p.74-80, 1993.
- [LIS 98] LISBOA F, J.; IOCHPE, C.; BEARD, K. Applying Analysis Patterns in the GIS Domain. In: ANNUAL COLLOQUIUM OF THE SPATIAL INFORMATION RESEARCH CENTRE, 10., 1998, Dunedin, NZ. **Proceedings...** Dunedin: SIRC, University of Otago, 1998.
- [LIS 99] LISBOA F, J.; IOCHPE, C. Specifying analysis patterns for geographic databases on the basis of a conceptual framework. In: ACM SYMPOSIUM ON ADVANCES IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS, 7., 1999, Kansas City, USA. **Proceedings...** Kansas City: ACM, 1999.
- [MAI 92] MAIDEN, N. A. **Analogical specification reuse during requirements analysis**. London: Department of Business Computing, City University, School of Informatics, 1992. PhD Thesis.
- [MAR 97] MARR, A. J.; PASCOE, R. T.; BENWELL, G. Interoperable GIS and spatial process modelling. In: GEOCOMPUTATION, 2., 1997, Dunedin, New Zealand. **Proceedings...** Dunedin: University of Otago, 1997.
- [MAR 98] MARR, A. J. et al. Towards the development of a documentation structure for modelling spatial process. In: GEOCOMPUTATION, 3., 1998, Bristol-UK. **Proceedings...** Bristol: University of Bristol, 1998.
- [MEU 97] MEUSEL, M.; CZARNECKI, K.; KÖPF, W. A model for structuring user documentation of object-oriented framework using patterns and hypertext. In: EUROPEAN CONFERENCE ON OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING – ECOOP, 1997, Finland. **Proceedings...** Finland: Springer-Verlag, 1997. (Lecture Notes in Computer Science, v.1241)
- [NEI 94] NEIGHBORS, J. M. An assessment of reuse technology after ten years. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE REUSE, 3., 1994, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press, 1994. 235p. p.6-13.
- [PET 91] PETERSON, A. S. Model-based software reuse terminology. **Software**

- Engineering Notes**, New York, v.16, n.2, p.45-51, 1991.
- [PIM 98] PIMENTA, A. **Especificação formal de uma ferramenta de reutilização de especificações de requisitos**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [PRE 94] PREE, W. Meta patterns - a means for capturing the essentials of reusable object-oriented design. In: EUROPEAN CONFERENCE ON OBJECT-ORIENTED PROGRAMMING - ECOOP, 1994. **Proceedings...** Berlim: Springer Verlag, 1994.
- [PRE 95] PREE, W. **Design Patterns for Object-Oriented Software Development**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1995.
- [QUA 97] QUADROS, E. M.; RUBIRA, C. M. F. Construção de um framework para sistemas controladores de trens utilizando padrões de projeto e metapadrões. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 11., 1997, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBC, 1997.
- [RIB 96] RIBEIRO, G. P.; SOUZA, J. M.; FREITAS, A. L. B. Digital geospatial metadata: a brazilian case federal databases. In: IEEE METADATA CONFERENCE, 1., 1996, Maryland. **Proceedings...** Maryland: IEEE, 1996.
- [RIE 96] RIEHLE, D.; ZÜLLIGHOVEN, H. Understanding and using patterns in software development. **Theory and Practice of Object Systems**, [S.l.], v.2, n.1, 1996.
- [SHE 95] SHELLEY, E. P.; JOHNSON, B. D. Metadata: concepts and models. In: NATIONAL CONFERENCE ON THE MANAGEMENT OF GEOSCIENCE INFORMATION AND DATA, 3, 1995, Adelaide, Australia. **Proceedings...** Adelaide: [s.n.], 1995.
- [SIL 96] SILVA, R. P.; PRICE, R. T. Em direção a uma metodologia para o desenvolvimento de frameworks de aplicação orientados a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 10., 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBC, 1996.
- [SOU 98] SOUZA, C. R. B. **Um framework para editores de diagramas cooperativos baseados em anotações**. Campinas: Unicamp, 1998. Dissertação de Mestrado.
- [VIL 99] VILLAVICENCIO, F.; IOCHPE, C.; LISBOA F., J. Um servidor de consultas à clearinghouse em português para distribuição de metadados geográficos. In: GISBRASIL '99 CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO DA AMÉRICA LATINA, 5, 1999, Salvador. **Anais...** Salvador: Fator GIS, 1999.
- [WEB 98] WEBER, E. J.; LISBOA F., J.; IOCHPE, C.; HASENACK, H. Geospatial metadata in Brazil: an experience in data documentation of an environmental GIS application. In: INT. CONFERENCE & EXHIBITION ON GEOGRAPHIC INFORMATION - GIS Planet, 1998, Lisbon, Portugal. **Proceedings...** Lisbon: USIG, 1998.
- [WIR 90] WIRFS-BROCK, R.; JOHNSON, R. E. Surveying current research in object-oriented design. **Communication of the ACM**, New York, v.33, n.9, 1990.
- [ZIR 95] ZIRBES, S. F. **A reutilização de modelos de requisitos de sistemas por analogia: experimentação e conclusões**. Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1995. Tese de Doutorado.

Solução da equação de transferência radiativa dependente do tempo em uma placa plana pelos métodos Espectral e LTS_N

A solution of the time dependent radiative transfer problem in a slab using spectral and LTS_N methods

Sandra P. Renz

Resumo

Neste trabalho, resolve-se um problema de transferência radiativa dependente do tempo combinando os métodos espectral e LTS_N em uma placa plana. Para tal, expande-se a intensidade angular de radiação dependente do tempo em uma série truncada de polinômios de Laguerre na variável temporal, substitui-se esta expansão no problema de transferência radiativa, toma-se momentos e obtém-se problemas estacionários, que são resolvidos pelo método LTS_N .

Palavras Chaves: Método LTS_N , Método Espectral, Transferência Radiativa.

Abstract

In this work, the time dependent radiative transfer problem in a slab is solved combining the spectral and LTS_N methods. To this end, the angular radiation intensity is expanded, in the time variable, in a truncated Laguerre polynomial series. Replacing this ansatz in the radiative transfer problem and taking moments, a set of steady-state problems are obtained and these are solved by the LTS_N method.

Key Words: LTS_N method, spectral method, radiative transfer

1. Introdução

A equação de transferência radiativa é uma equação integro-diferencial e sua complexidade decorre do fato de mesma ser descrita num espaço de fase constituído de sete variáveis independentes (três de posição, duas de direção, uma de frequência e uma de tempo). Diversos métodos de solução tem sido propostos para a solução desta equação dependente do tempo em uma placa plana, dentre os quais, cita-se: em 1981, Levermore e Pomraning [1] deduziram a teoria da difusão partindo da equação de transferencia radiativa; em 1987, Pomraning [2] derivou a condição inicial e de contorno para esta aproximação; Ganapol [3], em 1986, obteve uma solução numérica para a equação de transporte dependente do tempo usando a técnica de expansão em polinômios de Legendre; Larsen e Pomraning [4], em 1991, mostraram que as equações P_N são um limite assintótico da equação de transporte dependente do tempo; em 1992, Szilard e Pomraning [5] resolveram numericamente a equação de transferencia radiativa acoplada com a equação de balanço de energia, o termo correspondente à derivada temporal é aproximado pelo método das diferenças finitas em esquema *backward*, o termo da derivada espacial foi aproximado por elementos finitos lineares e o termo integral pelas equações S_N .

Neste trabalho, seguindo a idéia de Oliveira [6], resolve-se a equação de transferencia radiativa linear dependente do tempo em uma placa plana, considerando-se espalhamento isotrópico, pelos métodos espectral e LTS_N . O método espectral consiste na expansão da intensidade de radiação angular em uma série truncada de polinômios ortogonais de Laguerre na variável temporal. Substitui-se esta expansão na equação de transferência radiativa tomando-se momentos, isto resulta num conjunto de problemas estacionários unidimensionais com fonte a serem resolvidos recursivamente pelo método LTS_N . O método LTS_N [7], consiste na aplicação da transformada de Laplace na variável espacial no sistema de equações diferenciais lineares de primeira ordem decorrentes da aproximação de ordenadas discretas da equação de transferência radiativa estacionária, resolução do sistema linear algébrico resultante e reconstrução analítica do fluxo angular nas direções discretas pela técnica de expansão de Heaviside.

2. Solução da equação de transferência radiativa pelo Método Espectral

Considera-se a equação de transferência radiativa dependente do tempo:

$$\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} I(x, \mu, t) + \mu \frac{\partial}{\partial x} I(x, \mu, t) + \sigma I(x, \mu, t) = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 \sigma_s(\mu' \rightarrow \mu) I(x, \mu', t) d\mu', \quad (1)$$

sujeita às condições de contorno:

$$I(0, \mu, t) = A(\mu, t), \text{ para } \mu > 0 \quad (1-A)$$

$$I(L, \mu, t) = B(\mu, t), \text{ para } \mu < 0 \quad (1-B)$$

e a condição inicial:

$$I(x, \mu, 0) = I_0(x, \mu) \quad (1-C)$$

onde $I(x, \mu, t)$ denota a intensidade específica de radiação, $X \in [0, L]$ é a variável espacial, $\mu \in [-1, 1]$ é o coseno do ângulo polar entre a direção do fóton e o eixo x , $t > 0$ é a variável temporal, c é a velocidade da luz, σ é a seção de choque total, σ_s é a seção de choque de espalhamento diferencial.

Para eliminar a dependência no tempo da intensidade angular de radiação expande-se a intensidade angular em uma série truncada de polinômios de Laguerre na variável t , ou seja:

$$I(x, \mu, t) = \sum_{k=0}^M L_k(t) I^k(x, \mu) \quad (2)$$

onde M é a ordem de truncamento da aproximação em polinômios de Laguerre. Substitui-se a equação (2) na equação (1), toma-se momentos, levando-se em conta as relações de ortogonalidade e expandindo-se ainda as condições de contorno e a condição inicial então resulta o seguinte problema estacionário de transferência radiativa. Detalhes sobre esta dedução pode ser encontrada em [6],

$$\mu \frac{\partial}{\partial x} I^n(x, \mu) + \sigma^* I^n(x, \mu) = \frac{\sigma_s}{2} \int_{-1}^1 I^n(x, \mu') d\mu' + Q^n(x, \mu) \quad (3)$$

com as condições de contorno:

$$I^n(0, \mu) = \frac{1}{(n!)^2} \int_0^\infty e^{-t} L_n(t) A(\mu, t) dt, \text{ para } \mu > 0 \quad (3-A)$$

$$I^n(L, \mu) = \frac{1}{(n!)^2} \int_0^\infty e^{-t} L_n(t) B(\mu, t) dt, \text{ para } \mu < 0 \quad (3-B)$$

$$\text{onde: } \sigma^* = \sigma + \frac{1}{c}, \quad (4)$$

$$Q^n(x, \mu) = Q^n(x, \mu) - Q^{n-1}(x, \mu) \quad (5)$$

O termo de fonte é resolvido de forma recursiva pela equação Q^n , este processo de recursividade pode ser encontrado detalhadamente em [8]. Agora, o problema estacionário resultante é resolvido pelo método LTS_N conforme [7].

3. Solução LTS_N

Considera-se a equação de transferência radiativa (3), em uma placa plana com espalhamento isotrópico. Discretiza-se a variável angular μ por ordenadas discretas. O termo integral da equação de transferência radiativa é aproximado por quadratura de Gauss-Legendre de ordem N , resultando no seguinte conjunto de equações diferenciais ordinárias,

$$\frac{d}{dx} I_m^n(x) + \frac{\sigma^*}{\mu_m} I_m^n(x) = \frac{\sigma_s}{2\mu_m} \sum_{k=1}^N I_k^n(x) w_k + \frac{Q_m^n(x)}{\mu_m}, \quad (6)$$

sujeita as condições de contorno

$$I_m^n(0, \mu) = \frac{1}{(n!)^2} \int_0^\infty e^{-t} L_n(t) \Gamma_1(\mu_m, t) dt, \quad \mu_m > 0 \quad (6-A)$$

$$I_m^n(0, \mu) = \frac{1}{(n!)^2} \int_0^\infty e^{-t} L_n(t) \Gamma_1(\mu_m, t) dt, \quad \mu_m > 0 \quad (6-B)$$

Aplica-se a transformada de Laplace na variável espacial e obtém-se um sistema algébrico de N equações e N incógnitas:

$$\mathbf{M}_N(s) \bar{\mathbf{I}}(s) = \mathbf{I}(0) + \bar{\mathbf{S}}(s) \quad (7)$$

sendo que a matriz $\mathbf{M}_N(s)$ é uma matriz quadrada de ordem N , dada por:

$$\mathbf{M}(s) = s\mathbf{I} + \mathbf{A} \quad (8)$$

onde \mathbf{I} é a matriz identidade de ordem N e os elementos da matriz \mathbf{A} tem a forma,

$$a(i, j) = \begin{cases} \frac{\sigma^*}{\mu_i} - \frac{\sigma_s w_j}{2\mu_i} & \text{se } i = j, \\ -\frac{\sigma_s w_j}{2\mu_i} & \text{se } i \neq j. \end{cases} \quad (9)$$

os vetores $\bar{\mathbf{I}}(s), \mathbf{I}(0)$ e $\bar{\mathbf{S}}(s)$ são expressos como:

$$\bar{\mathbf{I}}(s) = [\bar{I}_1(s), \bar{I}_2(s), \dots, \bar{I}_N(s)]^T, \quad (10)$$

que representa o vetor intensidade de radiação transformado;

$$\mathbf{I}(0) = [I_1(0), I_2(0), \dots, I_N(0)]^T, \quad (11)$$

que representa o vetor intensidade de radiação incidente na fronteira em $x=0$ em todas as direções e o vetor fonte transformado expresso por:

$$\bar{\mathbf{S}}(s) = \left[\frac{\bar{Q}_1(s)}{\mu_1}, \frac{\bar{Q}_2(s)}{\mu_2}, \dots, \frac{\bar{Q}_N(s)}{\mu_N} \right]^T, \quad (12)$$

Para a resolução da equação (7) é necessário que se determine a inversa da matriz $\mathbf{M}_N(s)$. Conhecida a matriz inversa, obtém-se a intensidade angular de radiação transformada e aplicada a transformada inversa de Laplace, resulta que a intensidade angular de radiação pode ser determinada como:

$$\mathbf{I}(x) = \mathbf{B}(x) \mathbf{I}(0) + \mathbf{H}(x) \quad (13)$$

sendo:

$$\mathbf{B}(x) = L^{-1} \{ \mathbf{M}_N^{-1}(s) \} \quad (14)$$

e

$$\mathbf{H}(x) = \mathbf{B}(x) * \mathbf{S}(x) = \int_0^x \mathbf{B}(x-\tau) \mathbf{S}(\tau) d\tau \quad (15)$$

onde

$$\mathbf{S}(x) = L^{-1} \{ \bar{\mathbf{S}}(s) \} \quad (16)$$

e o asterisco denota convolução. Cada elemento da matriz $\mathbf{M}_N^{-1}(s)$ é uma função racional e portanto a transformada inversa de Laplace pode ser calculada analiticamente pela técnica de expansão de Heaviside, resultando que,

$$\mathbf{B}(x) = \sum_{k=1}^N \mathbf{P}^k e^{s_k x},$$

sendo s_k as N raízes do determinante da matriz $\mathbf{M}_N(s)$ e \mathbf{P}^k são as N matrizes de coeficientes, provenientes da transformada de Laplace. As componentes desconhecidas do vetor $\mathbf{I}(0)$, dado pela equação (13) são determinadas es-

crevendo-se a equação na forma de matrizes bloco conforme [9].

4. Resultados Numéricos

Para validar o método utilizado para o problema de transferência radiativa implementou-se um programa em linguagem Fortran 90. Para inverter a matriz $\mathbf{M}_N(s)$ utilizou-se o método recursivo de inversão que combina o método de Schur com o método do particionamento e ainda o pacote matemático LAPACK. A convolução que aparece em (15) foi resolvida numericamente utilizando a regra de integração por Trapézios.

Para implementar o problema de transferência radiativa dependente do tempo, em uma placa plana utilizou-se os seguintes dados: a espessura da placa é $L = 0.1$, velocidade da luz $c = 1$, seção de choque total $\sigma = 1$, seção de choque de espalhamento diferencial $\sigma_s = 1$. Ainda são dados para o problema as condições de contorno que são a intensidade específica de radiação para $x = 0$ que é constante $I(0, m, t) = 2$ para $m > 0$ e a intensidade de radiação para $x = L$ dada por $I(L, m, t) = 0$ para $m < 0$, a condição inicial do problema é $I(x, m, 0) = 10^{-10} / 2$.

Os resultados encontrados pelo método proposto para a temperatura são dados em termos da temperatura de radiação definida por:

$$T_r^4(x, t) = \int_{-1}^1 I(x, \mu, t) d\mu, \quad (18)$$

e são apresentados nas figuras 1 e 2 para M variando de 20 até 100 nos instantes de tempo $t = 0.1$ e $t = 1$.

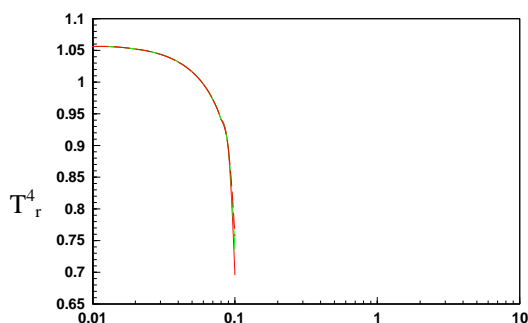


Figura 1: Temperatura de radiação para $t = 0,1$ (Vermelho $M=98$, Verde $M=99$, Azul $M=100$).

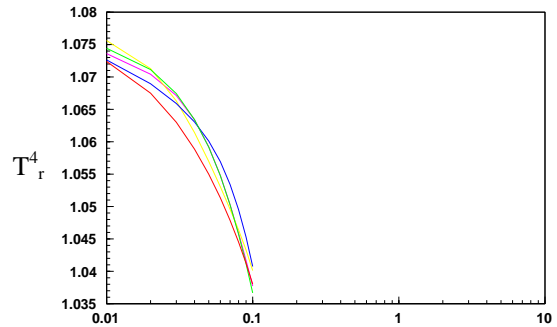


Figura 2: Temperatura de radiação para $t = 1$ (Vermelho $M=20$, Azul $M=40$, Rosa $M=60$, Verde $M=80$, Amarela $M=100$).

5. Conclusões

Tendo em vista que a meta desse trabalho constitui-se no estudo da viabilidade da aplicação combinada dos métodos espectral e LTS_N na solução da equação de transferência radiativa, considerando-se espalhamento isotrópico, observamos que o objetivo foi alcançado, pois os resultados numéricos para $N=2$ apresentam a mesma forma de Szilard e Pomraning para $N=16$ [6]. Cabe ressaltar que a convergência do método espectral e do método LTS_N aplicado ao problema de transferência radiativa foi provada por Pazos e Vilhena [10, 11].

Agradecimentos

Agradeço ao professor Marco Túlio Menna Barreto de Vilhena pela colaboração neste trabalho.

6. Referências Bibliográficas

- [1] LEVERMORE, C. D. ; POMRANING, G. C., A Flux-Limited Diffusion Theory **The Astrophysical Journal**: 248, p. 321:334, 1981.
- [2] POMRANING, G. C., Initial and Boundary Conditions for Flux-Limited Diffusion

- Theory. **Journal of Computational Physics**, 75, p. 73:85, 1988.
- [3] GANAPOL, B. D., Solution of the One-Group Time-Dependent Neutron Transport Equation in a Infinite Medium by Polynomial reconstruction. **Nuclear Science and Engineering**: 92, p. 272:279, 1986.
- [4] LARSEN, E. W., POMRANING, G.C., The P_N Theory as an Asymptotic Limit of Transport Theory in Planar Geometry. **Nuclear Science and Engineering**: 109, p. 49:75, 1991.
- [5] SZILARD, R. H.; POMRANING, G. C. Numerical Transport and Diffusion Methods and Radiative Transfer. **Nuclear Science and Engineering**: 112, p. 256:269, 1992.
- [6] OLIVEIRA, J. V. P.; CARDONA, A. V. Solução Semi-analitica da equação de transporte dependente do tempo. In: XXII CONGRESSO NACIONAL DE MATEMATICA APLICADA – XXII CNMAC, (2000: Santos – SP). **Anais**.
- [7] VILHENA, M.T.; BARICHELLO, L.B.; ZABADAL, G. R.; SEGATTO, C. F.; CARDONA, A. V. General Solution of One-Dimensional Approximations to the Transport Equation. **Progress in Nuclear Energy**, v. 33, n. 1/2, p. 99:115, 1998.
- [8] RENZ, S. P. **Solução da Equação de Transferência Radiativa Dependente do Tempo pelos métodos Espectral e LTS_N** . Porto Alegre, 1999. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Matemática Aplicada (CPGMA_p), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- [9] SEGATTO, C. F.; VILHENA, M. T. Extension of the LTS_N Formulation for Discrete Ordinates Problem without Azimutal Symmetry. In: **Annals of Nuclear Energy**, Great Britain, n. 11, v. 21, p. 701:710, 1994.
- [10] PAZOS, R. P.; VILHENA, M. T. Spectral Solutions for time-dependent one-dimensional transport in a slab. **PHYSOR** - 2000-08-31.
- [11] PAZOS, R. P.; VILHENA, M. T. Spectral Approximations for some Linear Transport Problems. **Proceedings of ICON 8**, 8th. International Conference on Nuclear Engineering, April 2-6, 2000, Baltimore, MD. USA.

Polimerização do etileno com catalisador metallocênico e metodologia de delineamento experimental

Ethylene polymerization with metallocene catalyst and experimental design

Luciano Endres
Carlos R. Wolf

Resumo

Buscando conhecer melhor os catalisadores metallocênicos realizou-se um estudo para otimização das condições de polimerização do etileno usando metodologia de delineamento experimental via plano fatorial completo 2³. Relacionou-se as variáveis independentes temperatura de reação, razão Al/Zr e pressão de etileno com as respostas, principalmente o rendimento catalítico. Como catalisador, cocatalisador e solvente foram usados, respectivamente, Et[Ind]₂ZrCl₂, metilaluminoxana (MAO) e n-hexano. Analisando-se os dados foi possível concluir que o modelo estatístico utilizado foi eficiente e possibilitou a identificação da temperatura como variável de maior influência no rendimento das polimerizações na região testada. Demais respostas, como massa molar, polidispersidade, índice de fluidez e densidade também foram estudadas, possibilitando conclusões a respeito das propriedades dos polímeros obtidos e das melhores condições de polimerização.

Palavras Chave: metalloceno, polimerização, delineamento experimental.

Abstract

In order to know better the metallocene catalyst systems, a study of ethylene polymerization was carried out using a 2³ full factorial design to get the relationship between three independent variables

Luciano Endres é Químico da Ipiranga Petroquímica S.A.

Carlos R. Wolf é Mestre em Química, Químico da Ipiranga Petroquímica S.A. e professor pesquisador do Departamento de Química da ULBRA.

(reaction temperature, Al/Zr ratio and ethylene pressure) and the responses, mainly yield. The catalyst, cocatalyst and the solvent used were, respectively, $\text{Et}[\text{Ind}]_2\text{ZrCl}_2$, metilaluminoxane (MAO) and n-hexane. With this work was possible to conclude that the statistical model was efficient to describe the influence of the variables in the yield and to show the temperature as the variable of larger influence. Other responses as molecular weight, polydispersity, melt flow rate and density were studied and conclusions regarding polymer properties and the best polymerization conditions were obtained.

Key words: metallocene, polymerization, experimental design.

Introdução

A indústria de termoplásticos passa por uma fase de inovação, no que se refere aos catalisadores para polimerização de α -olefinas. Certamente um dos principais avanços em ciência e tecnologia de polímeros das últimas décadas foi o desenvolvimento dos sistemas metalloceno/metilaluminoxano (MAO) [1-2]. Estes trazem diferenças decisivas em relação aos catalisadores Ziegler-Natta convencionais, pois possibilitam a produção de polímeros com estrutura molecular mais orientada e diversificada e permitem a copolimerização com um número ilimitado de monômeros, oferecendo grande versatilidade na formação de copolímeros. Estas poliolefinas poderão substituir outros materiais, de elastômeros a plásticos de engenharia, com a vantagem de facilitar a reciclagem, devido a menor multiplicidade de materiais no rejeito [3-4-5]. Há diferenças marcantes na microestrutura dos polímeros produzidos com estes dois tipos de catalisadores. Os catalisadores metallocênicos são solúveis em solventes hidrocarbonetos comuns e têm todos os seus sítios ativos equivalentes em reatividade, comportando-se de modo idêntico durante a polimerização. Isto confere ao polímero obtido uma estreita distribuição de massa molar e alto grau de uniformidade na estrutura da cadeia polimérica (ramificações e distribuição do comonômero). Também as propriedades físicas (mecânicas, térmicas, elétricas, óticas e reológicas) são melhor definidas, podendo ser controladas de modo preciso, com vistas a um melhor desempenho do produto final, permitindo a modelagem molecular e cinética do polímero para nichos de aplicação [6].

Considerações sobre Quimiometria

Hunter [7] em seu artigo: *Applying statistics to solving chemical problems*, diz que quando estamos envolvidos com química acabamos envolvidos com estatística, pois ela ajuda a dizer o que os dados significam. Além disto ela fornece eficientes programas experimentais. Possivelmente uma importante ilustração da influência da química na estatística foi o trabalho de W. S. Gossett, sob o pseudônimo de "Student", onde derivou empiricamente a distribuição t , interpretando dados a partir de um pequeno número de observações.

O termo quimiométrico foi aplicado pela primeira vez por químicos, que assim se identificaram, formalizando uma área de estudo de aplicação de métodos matemáticos às ciências químicas. Um dos primeiros a assim se auto designar parece ter sido S. Wold que trabalhava em métodos de reconhecimento de padrões. Ainda que tenha sido inicialmente este tema que deu origem à quimiometria, o uso de métodos estatísticos para o estudo de processos químicos era há muito tempo aplicado [8].

Delineamento experimental e testes de hipóteses

O delineamento¹ estatístico de experimentos teve suas origens em trabalhos de Ronald Fisher, sendo os livros *Statistical Methods for Research Workers* e *The Design of Experiments* trabalhos clássicos. Ele mostrou, através da combinação de vários fatores simultaneamente,

¹ Delineamento foi o sinônimo empregado neste trabalho para designar o termo *design*.

em uma ordem especial (delineamento experimental), a possibilidade de se obter informações em efeitos separados de inúmeros fatores. Testes, onde cada fator é variado isoladamente, podem levar a desperdícios e resultados falsos. O agrupamento de séries de experimentos em blocos pode mostrar melhor as influências dos fatores, além da redução do número de experimentos. Proteção adicional contra tendências causadas por fatores desconhecidos ou não controláveis pode ser garantida pelo planejamento dos testes em ordem "randomizada" [7].

Um importante tipo de delineamento experimental para uso em química é o delineamento fatorial. Neste, m níveis de k fatores são trabalhados em várias combinações. Normalmente usam-se dois níveis (onde os fatores assumem valores -1 e $+1$), dando um delineamento fatorial 2^k , que permite estimar efeitos principais de cada fator (influência de primeira ordem), também pode estimar efeitos de interação de 2ª e 3ª ordens nas respostas obtidas [9].

Uma representação empírica de como um grupo de fatores influenciam a resposta pode ser visualizada através de um modelo polinomial:

$$y = B_0 + \sum_i B_i x_i + \sum_i B_{ii} x_i^2 + \sum_{i \neq j} \sum_{ij} B_{ij} x_i x_j$$

Onde y = valor predito, x_i = fatores controlados, B_0 , B_i , B_{ii} , B_{ij} são coeficientes, sendo estes, respectivamente, o termo constante (independente), coeficiente de primeira ordem, coeficiente quadrático (segunda ordem), e coeficiente de terceira ordem [7].

Análise de Variância (ANOVA) é a técnica pela qual é possível isolar e estimar as variâncias que contribuem para a variação total de um experimento. Ela permite identificar quais as variâncias relevantes e estabelece meios para estimar seus efeitos [10]. Quando se deseja saber o efeito de diversos fatores sobre uma variável de resposta, faz-se uma análise de variância com mais de um fator de classificação, através da comparação da variância de cada fator em estudo com a variância relativa ao resíduo ou erro inerente à medida.

Testes de hipóteses, também chamados testes de significância, são muito usados na análise de variância. Um teste de hipótese considera a hipótese H_0 a ser testada e a hipótese

H_1 , complementar, denominada alternativa. Estas hipóteses são formuladas sobre parâmetros populacionais, sendo sua aceitação, ou rejeição, baseada em resultados amostrais [11]. Neste trabalho aplica-se teste de hipótese para a avaliação dos resultados do modelo 2^3 elaborado e da curvatura, através da distribuição F de Snedecor, e na avaliação dos fatores através do teste t de Student. O teste F , no caso da avaliação dos modelos fatoriais, consiste na comparação do F calculado com o F tabelado, para o nível de significância escolhido. O F calculado consiste do quociente entre a variância dos termos do modelo e a variância relativa ao resíduo.

O plano fatorial baseia-se numa equação referente a um modelo polinomial de 1º grau, ou seja, sem termos quadráticos que daria uma equação de 2º grau. Portanto, para cada resposta, deve ser feito um teste de curvatura, que consiste na comparação da média dos pontos do modelo fatorial com a média dos pontos centrais. No teste de curvatura também se aplica o teste F [12].

Para se avaliar a significância dos coeficientes, aplica-se o teste t , que consiste em comparar o t calculado com o t tabelado, para o nível de significância escolhido. O t calculado consiste do quociente entre coeficiente estimado para cada fator e o erro padronizado. Portanto este valor t calculado representa o número de desvios padrão que distanciam o coeficiente de zero [12].

Metodologia

As polimerizações foram realizadas em reator de bancada de aço inox, com capacidade de 1,5 L. Todo o trabalho foi conduzido sob atmosfera inerte, utilizando a técnica de Schlenck padrão. O etileno, utilizado como monômero, foi de procedência da Companhia Petroquímica do Sul (COPEL). O catalisador metalocênico utilizado foi fornecido pela empresa Witco GmbH Polymer Chemicals + Synthetic Resins. Trata-se do dicloreto de 1,2-etileno-bis-indenil-zircônio, $\text{Et}[\text{Ind}]_2\text{ZrCl}_2$ (mistura racêmica), de nome comercial EURECEN 5036, *code* nº TA02677. A empresa Albemarle forneceu o cocatalisador metilaluminoxana (MAO).

Para a diluição do catalisador utilizou-se tolueno P.A. do fornecedor Merck. A fim de reduzir o nível de toxicidade e pela dificuldade de aquisição e descarte, optou-se pelo uso de tolueno, somente na diluição do catalisador. Como solvente da reação de polimerização utilizou-se n-hexano grau polímero, purificado usando processo de secagem em peneira molecular 10A - Grace 544 previamente seca a, aproximadamente, 200°C por 4 horas. Após 12 horas procedeu-se uma destilação fracionada com sódio metálico e benzofenona como indicador, usando-se uma coluna Vigreux de, aproximadamente, 100 cm de altura, com recheio de vidro.

Elaborou-se um plano fatorial completo 2^3 ,

com três replicações no ponto central, avaliando-se assim, três variáveis independentes: temperatura, razão Al/Zr e pressão de etileno, em dois níveis (+ e -). Na tabela 1 tem-se o detalhamento dos dados.

A realização das replicatas no ponto central são importantes, pois fornecem uma estimativa do erro experimental, usado na análise de variância do modelo fatorial. O ponto central também serve para se avaliar a presença de curvatura. Para facilitar a realização dos cálculos estatísticos, necessários a uma avaliação consistente, usou-se o programa **DESIGN-EXPERT®**, versão 5.0.9, da empresa **STAT-EASE Incorporated**.

TABELA 1: matriz de experimentos para o plano fatorial 2^3

Fatores				Fatores codificados		
Ordem ²	Temp. ³ (°C)	Razão Al/Zr (adim. ⁴)	Pressão de etileno (bar)	Temp. (°C)	Razão Al/Zr (adim.)	Pressão de etileno (bar)
4	50,0	1000	1,00	-	-	-
9	80,0	1000	1,00	+	-	-
3	50,0	2500	1,00	-	+	-
10	80,0	2500	1,00	+	+	-
11	50,0	1000	4,00	-	-	+
8	80,0	1000	4,00	+	-	+
5	50,0	2500	4,00	-	+	+
7	80,0	2500	4,00	+	+	+
2	65,0	1750	2,50	0 ⁵	0	0
6	65,0	1750	2,50	0	0	0
1	65,0	1750	2,50	0	0	0

Através do programa DESIGN-EXPERT, cada resposta é analisada seguindo-se as etapas de seleção dos principais efeitos, visualizados graficamente através dos gráficos de probabilidade normal dos efeitos [13-

14], realização da análise de variância (ANOVA), avaliação de resíduos e detecção de outliers⁶. Após a confirmação da existência de um modelo preditivo válido, procede-se a interpretação dos gráficos de resultados.

² Esta é a ordem indicada pelo programa computacional (randomização).

³ Temp = temperatura.

⁴ Adim = adimensional.

⁵ Os zeros identificam o ponto central avaliado, composto por 3 replicações.

⁶ *Outliers* são valores considerados como não pertencentes à distribuição normal, para um determinado nível de confiabilidade.

Resultados e Discussão

A matriz de experimentos para o plano fatorial 2³, o rendimento e a produtividade das

polimerizações, bem como os resultados dos ensaios de caracterização são encontrados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2: resultados gerais

Matriz de experimentos			Resultados					
Variáveis independentes			Variáveis dependentes					
T °C	Razão Al/Zr	P etileno bar	Rendimento g	Produtiv. g/mmol cat	Mn g/mol	Mw g/mol	Mz g/mol	Pd
-	-	-	3,5	7,46E+05	61500	185000	497000	3,0
+	-	-	16,2	3,45E+06	51000	155000	459000	3,0
-	+	-	7,4	1,58E+06	54400	152000	357000	2,8
+	+	-	14,9	3,18E+06	42000	126000	344000	3,0
-	-	+	5,7	1,22E+06	40900	120000	405000	2,9
+	-	+	35,6	7,59E+06	40800	127000	479000	3,1
-	+	+	12,2	2,60E+06	50200	133000	363000	2,6
+	+	+	39,8	8,49E+06	33700	98000	298000	2,9
0	0	0	17,0	3,62E+06	54400	160000	414000	2,9
0	0	0	18,2	3,88E+06	65500	198000	508000	3,0
0	0	0	18,0	3,84E+06	61200	163000	403000	2,7

Análise dos resultados de rendimento

Inicialmente pode-se visualizar graficamente a importância dos principais efeitos, através dos gráficos de probabilidade normal dos efeitos (figura 1). Neste mesmo gráfico,

faz-se a seleção dos efeitos para a análise de variância (ANOVA). Valores que se distanciam da reta que representa o erro têm efeitos mais significativos, e valores muito próximos ou sobrepostos pela reta são considerados não significativos. Nos cálculos o efeito relativo à interação de 3^a ordem (ABC) foi desprezado.

TABELA 3: resultados gerais – continuação

Matriz de experimentos			Resultados				
Variáveis independentes			Variáveis dependentes				
T °C	Razão Al/Zr	P etileno bar	MFR (190/21,6) g/10 min	Dens g/cm ³	Tm °C	Calor fusão J/g	Cristalin. %
-	-	-	0,08	0,976	125,0	176,8	59,1
+	-	-	1,00	0,960	125,0	189,3	64,3
-	+	-	0,00	1,065	122,2	144,0	46,9
+	+	-	1,60	0,969	124,3	187,5	62,6
-	-	+	2,80	0,968	126,2	188,6	63,4
+	-	+	2,90	0,956	124,6	189,6	64,9
-	+	+	0,38	0,971	125,6	186,1	61,2
+	+	+	2,80	0,959	124,7	195,5	66,0
0	0	0	0,10	0,961	124,0	176,1	58,8
0	0	0	0,07	0,954	122,1	160,4	52,3
0	0	0	0,12	0,954	122,0	171,8	57,9

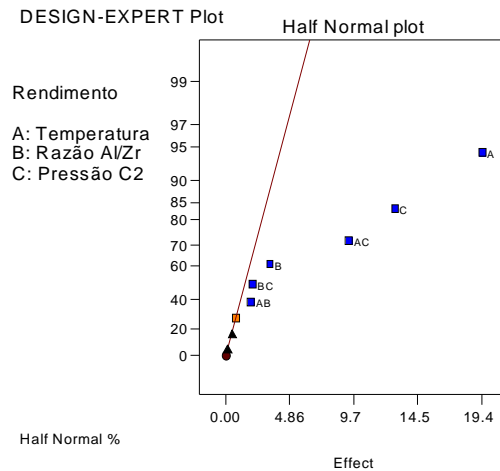


Figura 1: probabilidade normal dos efeitos

Analisando-se os resultados da ANOVA dos rendimentos das polimerizações (tabela 4) é possível verificar-se que os termos do modelo não são decorrentes do erro da população, ou seja, é possível rejeitar-se a hipótese H_0 (hipó-

tese nula), que afirma que os termos do modelo são parte do erro da população, considerando um nível de significância de 0,0002, ou seja, 99,98 % de confiabilidade. Nesta avaliação faz-se uso do teste F de Snedecor.

TABELA 4: ANOVA para os resultados de rendimento

Avaliação do modelo - teste F (Snedecor)		
	Valor F (calculado)	Prob. > F (nível de significância)
modelo	347,6	0,0002
curvatura	2,35	0,2226
Verificação da significância dos coeficientes - teste t (Student)		
	t para H_0 (coef. = 0)	Prob. > $ t $ (nível de significância)
A - temperatura	34,86	< 0,0001
B - razão Al/Zr	5,96	0,0095
C - pressão de C_2	23,02	0,0002
AB	3,37	0,0433
AC	16,74	0,0005
BC	3,62	0,0361
Ponto central	1,53	0,2226

Os resultados do teste F para a curvatura, indicam que não é possível rejeitar a hipótese de existência de curvatura, ou seja, a curvatura apresentada pelo modelo é significativa, e o modelo de 1º grau não é adequado, para um nível de significância de 0,2226, ou seja, 77,74 % de confiabilidade. Entretanto as pre-

dições realizadas através da equação mostraram-se satisfatórias, validando o modelo fatorial, mesmo com a possibilidade de existência de curvatura.

A análise de variância dos coeficientes estimados para os fatores, através do teste t de Student, considerando um nível de significância

máximo de 0,05 (95 % de confiabilidade), mostra que **apenas não é possível rejeitar H_0** para o ponto central. Os resultados são mostrados na tabela 4. Concluída a análise de variância obtém-se então a equação para os fatores codificados: **rendimento = 16.9150 + 9.7150 * A + 1.6600 * B + 6.4150 * C - 0.9400 * A * B + 4.6650 * A * C + 1.0100 * B * C**. Esta equação pode ser usada na realização de previsões para rendimento na região analisada,

apenas fornecendo as condições desejadas para as variáveis independentes.

Na figura 2 tem-se a representação dos resultados de rendimento dispostos nos vértices de um cubo, que representa o modelo fatorial 2^3 empregado, e um gráfico que mostra a superfície de resposta destes resultados em função de temperatura e pressão de etileno, mantendo-se a razão Al/Zr em 1750.

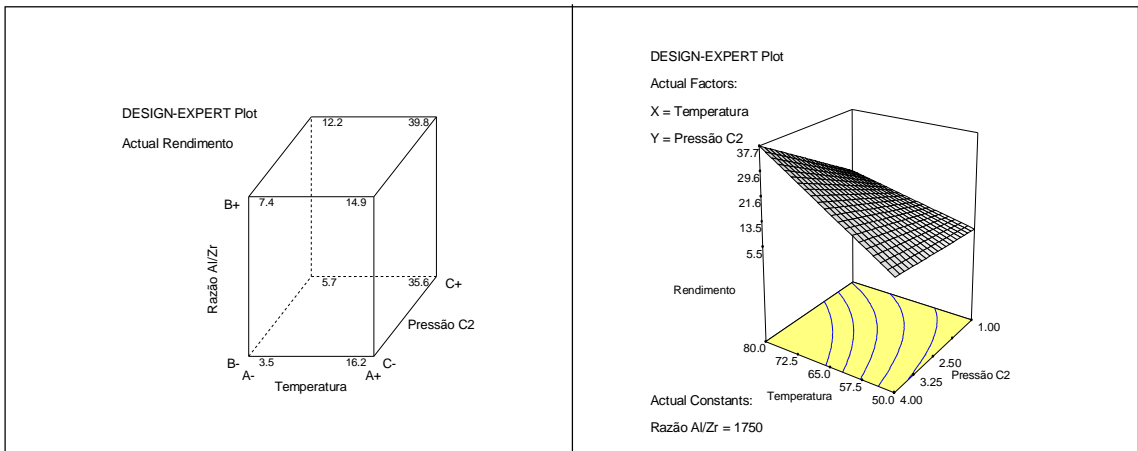


Figura 2: representação dos resultados de rendimento

A temperatura tem efeito principal no sistema estudado, visto que mostrou melhor resultado no teste *t* e contribui com o maior coeficiente na equação final para os fatores co-

dificados. Os gráficos com o perfil das interações entre os fatores também confirmam estas evidências (figura 3).

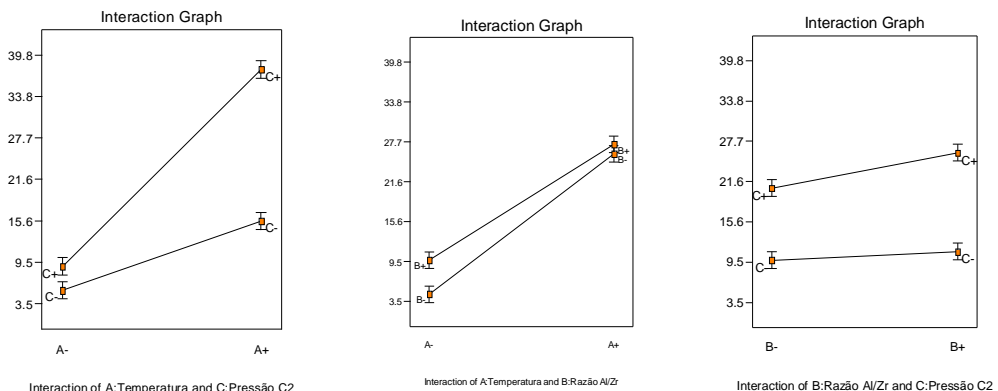


Figura 3: perfil das interações entre os fatores para os resultados de rendimento

Análise dos resultados dos ensaios de caracterização

A análise de variância (ANOVA) dos resultados dos ensaios de caracterização dos polímeros obtidos mostra que, com exceção dos testes de MFR e densidade, os termos do modelo são decorrentes do erro da população, ou seja, não é possível rejeitar-se a hipótese H_0 (hipótese nula), que afirma que os termos do modelo são parte do erro da população, consi-

derando um nível de significância máximo de 0,05. Este teste faz uso do teste F de Snedecor. Na tabela 5 pode-se ver os principais resultados da ANOVA dos ensaios de caracterização. Os resultados de MFR (190/21,6) e os de densidade não apresentaram resultados insatisfatórios na ANOVA com relação à validade do modelo, entretanto a análise de variância dos coeficientes estimados para os fatores, através do teste t de Student, considerando um nível de significância máximo de 0,05 (95 % de confiabilidade), somente mostra resultados satisfatórios para os ensaios de densidade.

TABELA 5: ANOVA para os ensaios de caracterização dos polímeros obtidos

Avaliação do modelo - teste F (Snedecor)			
Ensaio		Valor F (calculado)	Prob. > F (nível de significância)
Mn	g/mol	2,74	0,2930
Mw	g/mol	1,57	0,4433
Mz	g/mol	1,54	0,4487
Pd	adim.	1,03	0,5745
MFR (190/21,6)	g/10 min	2502	0,0004
Densidade	g/cm ³	88,52	0,0112
Tm	°C	1,09	0,5583
Calor de fusão	J/g	4,03	0,2134
Cristalinidade	%	3,02	0,2715

Com relação às propriedades dos polímeros obtidos, através dos ensaios de caracterização, foi possível confirmar dados apresentados na bibliografia consultada, principalmente no que se refere à polidispersidade. Entretanto, numa análise mais atenta dos resultados dos ensaios de caracterização (tabelas 2 e 3), verificam-se algumas incoerências no que se refere às relações entre estrutura e propriedade usualmente verificadas. Espera-se que com um aumento no valor de massa molar média, haja um abaixamento da taxa de fluidez, maior viscosidade do material, mas isto não foi observado. Uma hipótese a ser discutida é que como não foi utilizado hidrogênio, fator importante para controle de massa molar, os polímeros apresentaram-se com massa molar muito elevada, ocasionando uma taxa fluidez muito

baixa, inadequada para um bom processamento deste material, trazendo, inclusive, problemas na realização dos ensaios. A polidispersidade mostrou valores bem baixos, confirmando a ocorrência de polimerização em um único tipo de sítio ativo. Estes baixos valores de polidispersidade também podem estar contribuindo para os baixos resultados encontrados para taxa de fluidez, visto que uma estreita (baixa) polidispersidade, pode indicar a carência de uma fração de cadeias menores, que atuariam como lubrificante durante o processamento, neste caso, durante o deslocamento do polímero no canal do plastômetro.

Os valores verificados para densidade mostraram-se bastante altos. Também verificou-se incoerência entre estes valores e aqueles encontrados para cristalinidade, vis-

to que, em alguns casos, valores de densidade maiores mostraram menor cristalinidade, o contrário do esperado, visto que um polímero com maior densidade deve ter menor volume livre, moléculas mais próximas, uma maior ordenação das lamelas e, conseqüentemente, maior cristalinidade. Uma justificativa para estes resultados pode estar relacionada à morfologia inadequada do material, podendo provocar falsos resultados. Salienta-se que, pela falta de comonômero, altos valores de densidade eram esperados. A cristalinidade oscilou dentro de valores típicos para PEAD, entretanto, os valores encontrados para temperatura de fusão (T_m), mostraram-se um pouco baixos (próximos de valores típicos de PEBDL), quando comparados com os valores tipicamente encontrados para PEAD sintetizado com catalisador Ziegler-Natta convencional. Este comportamento era esperado visto que também são verificadas temperaturas de fusão mais baixas em polipropileno e polietileno linear de baixa densidade sintetizados com catalisadores metalocênicos.

Para uma melhor avaliação dos polímeros obtidos e uma investigação mais detalhada das relações entre estrutura e propriedade, outras técnicas analíticas teriam que ser empregadas, como difração de raio X, testes reológicos, ressonância magnética nuclear, entre outras.

Conclusão

A metodologia de delineamento experimental, mais precisamente o plano fatorial completo 2^3 , mostrou-se eficiente para a otimização das condições de polimerização do etileno com catalisador metalocênico. Como esperado, a temperatura, a pressão de etileno e a razão Al/Zr mostraram influência no rendimento catalítico, sendo que a temperatura mostrou-se como variável mais importante na região analisada, ou seja, um pequeno aumento na temperatura de reação reflete-se em importante aumento do rendimento. Assim, a condição global de polimerização mais otimizada foi aquela com temperatura, pressão de etileno e razão Al/Zr nos níveis superiores testados ($T = 80^\circ\text{C}$; $P = 4$ bar; Al/Zr = 2400). Devido à pequena influência desta úl-

tima variável no valor do rendimento e como esta acarreta um aumento significativo do custo da formulação, sugere-se trabalhar com temperatura e pressão de etileno nos níveis superiores e com a razão Al/Zr no nível inferior testado.

Um importante resultado deste trabalho, que também deve ser citado, foi a obtenção de conhecimento a respeito das técnicas estatísticas utilizadas. Também o conhecimento obtido a respeito da físico-química da região analisada servirá para os trabalhos futuros com os catalisadores metalocênicos. Por exemplo, a condição de polimerização definida anteriormente serve como parâmetro para uma próxima etapa de trabalho, que consiste em estudar a resposta de alguns tipos de catalisadores metalocênicos frente à adição de hidrogênio. Devido à polidispersidade dos polietilenos metalocênicos ser estreita, futuramente talvez seja importante trabalhar com dois catalisadores de diferentes respostas ao hidrogênio, a fim de se obterem duas dispersões de massas molares visando um melhor processamento das resinas.

A análise estatística dos resultados obtidos para Mn, Mw, Mz, polidispersidade, MFR (190/21,6), T_m , calor de fusão e cristalinidade (variáveis dependentes), não permitiu estabelecer uma correlação linear satisfatória entre estas e as variáveis independentes avaliadas (temperatura, pressão de etileno e razão Al/Zr), na região testada. Para os resultados de densidade foi possível estabelecer um modelo estatisticamente consistente, entretanto observaram-se algumas incoerências no que se refere às relações entre estrutura e propriedade usualmente verificadas. Os resultados serviram, entretanto, para a caracterização dos polímeros sintetizados.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos à Ipiranga Petroquímica SA pela possibilidade de realização das polimerizações, à equipe de técnicos dos laboratórios pela realização dos ensaios de caracterização, à Witco e Albemarle, respectivamente, pelo fornecimento do catalisador e cocatalisador. Agradecimento especial à ULBRA pelo apoio da equipe das Linhas de Pesquisa do Departamento de Química.

Referências Bibliográficas

- 1 STEVENS, J. C. **Constrained geometry and other single site metallocene polyolefin catalysts: a revolution in olefin polymerization.** 11th International Congress on Catalysis – Studies in Surface Science and Catalysis. v. 101, 1996.
- 2 SCHUTT, J. H. The metallocene catalyst ferment continues. **Plastic World**, maio, 1995.
- 3 MARQUES, Maria de Fátima V., et. Al. Catalisadores Metalocênicos: Aspectos Gerais e Heterogeneização. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, Jul/set, 1998.
- 4 PORTER, M. C. Competitive strategy. **The Free Press**, New York, 1980.
- 5 RIBEIRO, F. A. F^o. **Metalocenos: revolução tecnológica na indústria de polímeros.** Rio de Janeiro: PETROQUISA (publicação interna), 1994.
- 6 RIBEIRO, Francisco A. F^o, NETTO, Maria J. S. F., HEMAIS, Carlos A. A introdução de catalisadores metalocênicos como estratégia competitiva da indústria de termoplásticos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, Rio de Janeiro, ano VII, n. 3, p. 53-62, jul./set. 1997.
- 7 HUNTER, J. Stuart. Applying statistics to solving chemical problems. **Chemtech**, s.l., p. 167-169, mar. 1987.
- 8 AMARAL, Paula. **Introdução à quimiometria.** Capturado em 14 ago. 1998. *Online.* Disponível na Internet <http://www.dq.fct.unl.pt/QOF.html>.
- 9 BAUMHARDT, Ricardo. **Quimiometria** (polígrafo). [Porto Alegre]: s.n., s.d.
- 10 LENTH, Russel V. Quick and easy analysis of unreplicated factorials. **Technometrics**, s.l., n. 4, p. 469-473, nov. 1989.
- 11 DRUMOND, Fátima Brant, WERKEMA, Maria Cristina Catarino, AGUIAR, Sílvio. **Análise de variância: comparação de várias situações.** Belo Horizonte: UFMG/Fundação Christiano Ottoni, 1996.
- 12 DESIGN-EXPERT 5 - **Reference Manual.** Minneapolis: Stat-Ease, 1998.
- 13 BOX, G. E. P., HUNTER, W. G., HUNTER, J. S. **Statistics for Experimenters. A Introduction to Design, Data Analysis and Model Building.** New York: Wiley, 1978.
- 14 DANIEL, C. **Applications of Statistics to Industrial Experimentation.** New York: Wiley, 1976.

Utilização de Agentes para Suporte ao Trabalho em Grupo na Internet

Adriana Justin Cerveira Kampff

Resumo da dissertação defendida em 09 de junho de 1999, no Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação. Orientador: Dr. Luis Otávio Campos Alvares. Adriana Kampff é professora no Departamento de Informática da ULBRA e Assessora de Informática na Educação da União Sul Brasileira de Educação e Ensino. E-mail: adriana@maristas.org.br

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Inteligência Artificial Distribuída, Sistemas Multiagentes, Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador.

Observa-se, no mundo atual, uma mudança significativa no comportamento social. Tarefas que anteriormente exigiam a presença física das pessoas, hoje podem ser realizadas através do uso dos meios eletrônicos, possibilitando que indivíduos geograficamente distribuídos possam colaborar para a realização de tarefas conjuntas.

Assim, com o intuito de propiciar uma interação mais eficiente entre os participantes de um grupo, utilizou-se, no trabalho realizado, o paradigma de agentes e desenvolveu-se esses com base nos serviços disponíveis na Internet. Encontram-se especificados, então, agentes capazes de atuar de maneira autônoma, facilitando tanto atividades individuais como atividades coletivas.

Entre as funções individuais, verifica-se que cada participante tem uma agenda de compromisso, a qual deve organizar, marcando tanto os compromissos pessoais quanto as reuniões de grupo, o que estimulou o desenvolvimento do "agente agenda". Deve, também, manter em dia a sua correspondência, lendo os *e-mails* importantes e respondendo eventuais questões,

surgindo dessas necessidades o "agente filtro de *e-mails*" e o "agente resposta". Além disso, deve buscar informações relevantes ao trabalho desenvolvido e considerar a sua atualidade, função desempenhada pelo "agente informação".

Entre as funções coletivas, inúmeras podem ser realçadas. Normalmente o grupo conta com um painel, no qual qualquer elemento pode disponibilizar informações que a todos interessam, criando a necessidade de agentes complementares, o "agente painel" e o "agente envia_painel". Também deve haver um coordenador que controle os prazos para a divulgação de resultados, solicitando aos participantes seus resultados parciais, papel executado pelo "agente cronograma".

Assim, esse trabalho apresenta tanto a parte conceitual necessária ao desenvolvimento de tais agentes, como suas descrições. Esses agentes poupam o usuário de tarefas entediantes, agindo de maneira autônoma no auxílio de inúmeras tarefas. O agente agenda, além de definido, foi implementado.

Desenvolvimento de tecnologia para a degradação microbiológica de lipídios em efluentes industriais¹

Autor: Fernanda Fabero Guedes
Orientador: Marco Antônio Záchia Ayub

Sinopse

Neste trabalho, objetiva-se estudar a degradação da fração lipídica do efluente do Frigorífico Excelsior, pela utilização de microrganismos com capacidade metabólica de degradar lipídios. Para isso, utilizou-se microrganismos isolados da fração lipídica do efluente e de ambientes aquáticos da Amazônia. A seleção dos microrganismos lipolíticos foi realizada através do teste de halo, nos meios diferenciais-seletivos. Quatro isolados (EX13, EX17, BL12, BL19) apresentaram potencialidade para degradar lipídios, sendo todos facultativos quanto a necessidade de oxigênio. Os isolados EX17, BL12 e BL19 foram identificados como sendo do gênero *Bacillus spp.*, enquanto que o EX13 é uma *Escherichia coli*. A primeira etapa dos experimentos foi realizada em incubadora rotatória para determinar-se as condições ótimas de crescimento microbiano (pH, meio de cultura e temperatura) e o microrganismo com maior potencialidade para degradar a gordura

do frigorífico. Os resultados desta etapa definem que o pH e a temperatura ideais de crescimento são 7,0 e 37°C, respectivamente em meio mineral Bushnell-Haas suplementado com 5% (p/p) da gordura do efluente (MMBHE). Testou-se também o consórcio envolvendo os melhores degradadores (EX13 e EX17). Durante os experimentos monitorou-se: pH, crescimento bacteriano, atividade enzimática, extrato etéreo, proteína solúvel, acidez, DBO e DQO. Diante dos resultados, definiu-se o EX17 como o melhor degradador de gordura, seguido do EX13. O EX17 apresentou atividade enzimática máxima de 0,65 U/mL, após 72 horas de cultivo, resultando em uma redução de cerca de 65% (p/p) de lipídios. Os isolados BL12 e BL19 não mostraram-se aptos em degradar essa gordura. Em um segundo momento, realizou-se o crescimento do isolado EX17 em biorreator, consolidando-se os resultados obtidos nas etapas anteriores.

¹ Dissertação de Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (149 p.), Agosto, 2000.

O ensino e aprendizagem da matemática nas séries iniciais do ensino fundamental – uma análise entre objetivos, práticas e resultados

Carmen Kaiber da Silva

Resumo da tese “O Ensino e Aprendizagem da Matemática nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental – Uma Análise Entre Objetivos Prática e Resultados”, defendida pela autora em 15/12/1998 junto a Faculdade de Pedagogia da Universidade Pontifícia de Salamanca, Espanha.

A constatação do fraco aproveitamento escolar em Matemática, aliada aos altos índices de reprovação, leva os especialistas em Educação, especialmente em Educação Matemática, a intensificarem seus estudos e pesquisas objetivando minimizar os aspectos negativos que envolvem o processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina.

Procurando contribuir para a superação de tais problemas este estudo se constitui em uma pesquisa relativa às concepções e práticas pedagógicas dos professores das séries iniciais do ensino fundamental e à organização didático-pedagógica das escolas onde os mesmos atuam, no que se refere ao ensino e aprendizagem da Matemática. Objetiva identificar na organização da escola, nas idéias e práticas dos professores, causas importantes do fracasso escolar na disciplina, bem como apontar soluções para os problemas enfrentados.

A pesquisa, que integrou aspectos quantitativos e qualitativos, desenvolveu-se nas escolas da rede estadual e municipal na área da 27ª Delegacia de Educação do Estado do Rio

Grande do Sul. Foram investigados 285 professores e 25 supervisores escolares das séries iniciais através de instrumentos elaborados para esse fim. Com o objetivo de analisar os diversos aspectos que envolvem a prática docente, as escolas para formação de professores para as referidas séries também foram investigadas. Os dados coletados permitiram traçar o perfil do profissional que atua nas séries iniciais, bem como suas concepções e práticas pedagógicas relativas ao ensino e aprendizagem da Matemática, sendo possível, ainda, captar aspectos importantes do reflexo da política educacional em nível de escola.

Estabeleceram-se relações entre os diversos componentes do currículo escolar e aspectos relativos a atuação dos professores, o que permitiu identificar significativas causas do baixo rendimento e aproveitamento em Matemática. Essas relações foram analisadas através do programa estatístico *Statistical Package for the Social Science (SPSS)*.

A pesquisa junto aos professores e às escolas permitiu estabelecer que:

- a via de acesso na concretização das ações educativas são os conteúdos;

- os conteúdos são tratados de forma linear, como porções fragmentadas de conhecimento que devem ser transmitidos aos alunos, dissociados de um contexto histórico ou social;

- muito freqüentemente, a estrutura lógica interna do conhecimento matemático não é respeitada, não estando em harmonia com o modo como o aluno se apropria desse conhecimento;

- os procedimentos adotados nas aulas de Matemática apontam para uma metodologia centrada na transmissão de conteúdos, através da aula expositiva e resolução de exercícios, onde a memória se sobrepõe ao raciocínio, não havendo nada que evidencie a opção por uma aprendizagem significativa;

- métodos ativos são pouco utilizados e há ênfase nas noções abstratas, instruções verbais e tarefas pouco significativas para o aluno, centrando o processo de ensino e aprendizagem no discurso do professor;

- a avaliação realizada é eminentemente quantitativa, com função de medida, baseada em provas e testes, reduzindo-se a uma cobrança do que o aluno conseguiu reter na memória;

- há uma tendência acentuada entre os professores de atribuir as causas das dificuldades e baixo rendimento a variáveis intelectuais e de atitudes referentes ao próprio aluno;

- as escolas em geral não contam com projetos pedagógicos estruturados, os professores trabalham de forma individual, segundo suas idéias e concepções.

A partir da investigação, conseguiu-se não só ter captado o ideário pedagógico dos professores, como também produzido um conhecimento sobre as relações entre o cotidiano escolar, os vários elementos da organização curricular e a prática dos professores.

Na expectativa de que esse trabalho não seja apenas uma descrição da realidade escolar, mas sirva de referência para a construção de uma nova realidade que permita a superação do fracasso no ensino e aprendizagem da Matemática nas séries iniciais, recomenda-se:

- nova postura das instituições com opção pelo desenvolvimento de projetos pedagógicos baseados em concepções cognitivistas e construtivistas;

- mudanças significativas nos cursos para formação de professores, para que contemplem um estudo mais profundo das questões que envolvem não só os processos de ensino e aprendizagem da Matemática, mas também conteúdos específicos da disciplina, propiciando uma real suporte teórico aos professores;

- atualização e qualificação permanente dos professores, a fim de que os mesmos possam assumir o papel de agentes transformadores;

- que o centro da ação educativa seja o aluno, possibilitando sua participação ativa no processo;

- maior ênfase na atividade mental construtiva do aluno, de modo que as aprendizagens escolares potencializem seu crescimento pessoal;

- a opção por uma renovação metodológica baseada em métodos ativos, respeitando o estágio de desenvolvimento dos alunos e suas concepções prévias;

- a valorização dos processos de pensamento próprios da Matemática em substituição da transmissão de conteúdos;

- equilíbrio na indicação dos conteúdos, a fim de que sejam contemplados não só aqueles ligados à estrutura formal do pensamento (álgebra, lógica, topologia), mas também ao pensamento intuitivo espacial e geométrico, aos problemas de mudanças e causalidade determinística (cálculo) e aos de causalidade múltipla (probabilidade).

Educação matemática no ensino médio: Enfoque teórico e prático da avaliação praticada pelos professores de Matemática da rede pública de ensino da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS - Brasil

Vanderlei Silva Félix

Resumo da Tese de Doutorado defendida em 01/12/1999 na Faculdade de Ciências da Educação da Universidade de Santiago de Compostela, Espanha. Orientador: Dr. Felipe Trillo Alonso.

Esta tese tem como propósitos centrais examinar: (1) quais as concepções dos professores sobre avaliação enquanto marco conceitual (o que é avaliar, o que deve ser o objeto da avaliação, critérios, estratégias e instrumentos utilizados); (2) quais as concepções dos professores de matemática sobre a avaliação que efetivamente realizam na prática.

Para atingir tais objetivos desenvolvemos a pesquisa fundamentando-nos em 3 direções: uma teórica, voltada para questões epistemológicas do ensino da matemática e para a revisão da literatura especializada; uma histórica voltada para as questões normativas e legais visando atender às alterações do modelo de ensino brasileiro que afetaram o ensino médio, e a avaliação matemática; e uma de ordem empírica. As duas primeiras formam a I parte do trabalho e a última constitui a II parte. O suporte empírico da pesquisa foi obtido junto às escolas estaduais de ensino médio durante o ano letivo de 1998 na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, mediante a aplicação de questionário elaborado com a finalidade específica de ser instrumento de aferição. Este teve como objetivo conhecer como

os professores de matemática consideram a natureza da matemática frente às duas grandes famílias epistemológicas (clássica e construtivista); a avaliação e a prática avaliativa declarada por eles.

A explicação e a argumentação desenvolvida ao longo do texto nos levou a algumas conclusões importantes. Em resposta às três questões centrais constatamos que: (1) a maioria dos professores possuem concepções contraditórias em relação à avaliação; (2) os professores de matemática não possuem uma concepção coerente em relação às concepções epistemológicas frente à ciência em geral e à ciência da matemática em particular; (3) as práticas avaliativas refletem diretamente as contradições e incoerências teóricas e epistemológicas, não permitindo uma distinção clara, demarcada entre a prática avaliativa dos seguidores da corrente clássica e da corrente construtivista.

A partir das evidências levantadas, a pesquisa aponta para a necessidade urgente de repensar e redimensionar a qualificação profissional, atualização e aprimoramento do espírito crítico e científico dos professores de matemática.

Síntese eletroquímica do polipirrol sobre aço 1010 em presença de TiO_2 e do pigmento fosfato de zinco comercial. Aplicação na proteção contra a corrosão

Denise Maria Lenz

Neste trabalho, foi estudada a incorporação dos pigmentos dióxido de titânio (TiO_2 - Merck) e fosfato de zinco comercial ZMP ao polipirrol (Ppy) durante a síntese eletroquímica do polímero sobre eletrodos de aço AISI 1010 de modo a aprimorar sua propriedade protetora sobre o aço pela formação de filmes compósitos Ppy/ TiO_2 e Ppy/fosfato de zinco.

Foi inicialmente estudada a influência de vários parâmetros de síntese no grau de incorporação de cada pigmento ao polímero e na eficiência de eletropolimerização como: natureza e concentração do meio, densidade de corrente, tempo de polimerização e agitação do meio eletrolítico. Enquanto o TiO_2 é quimicamente inerte nos meios testados, o fosfato de zinco interfere na reação de polimerização do pirrol em determinados meios, concentrações e valores de pH. Atribui-se portanto a este fato a diferença na escolha dos parâmetros de síntese para os dois filmes compósitos. A agitação em *looping* do meio eletrolítico mostrou-se um fator importante para a incorporação dos pigmentos na matriz de Ppy e o fenômeno da eletroforese tem pouca contribuição na incorporação dos mesmos. O aumen-

to da concentração dos pigmentos na solução eletrolítica aumenta a concentração dos mesmos na matriz de Ppy até um certo valor, a partir do qual ocorre sua saturação.

Análises de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectroscopia de Fotoelétrons X (XPS) revelaram uma distribuição superficial homogênea do pigmento no filme compósito Ppy/ TiO_2 e heterogênea para o filme compósito Ppy/fosfato de zinco. Por meio de decapagens iônicas com argônio foi possível remover finas camadas do filme compósito e analisar posteriormente por XPS a composição do filme em cada camada. O TiO_2 é incorporado principalmente na metade superior do filme e o fosfato de zinco é incorporado de duas maneiras ao Ppy: uma na sua forma sólida, que é encontrada na porção superior do filme (aproximadamente 5 micrômetros), e outra na forma de contra-íon, ao longo de toda matriz polimérica, após troca de íons entre os reagentes do meio e a porção solúvel do pigmento, neutralizando as cargas do polímero condutor. O mesmo foi observado através da determinação quantitativa dos pigmentos nos

respectivos filmes compósitos pelo uso de técnicas espectroscópicas adequadas. Obteve-se uma incorporação de até 14% em peso de TiO_2 e 14% em peso também de fosfato de zinco ao Ppy, sendo, para este último, 10% devido a incorporação mecânica e 4% de incorporação como contra-íon.

Os ensaios de corrosão, para ambos filmes compósitos, mostraram uma maior resistência ao ataque corrosivo em relação ao filme de

Ppy em ausência de pigmento, conforme os resultados dos ensaios de névoa salina, perda de massa, curvas cronopotenciométricas e impedância eletroquímica realizados em solução NaCl 3,5%, indicando que a síntese dos filmes compósitos Ppy/ TiO_2 e Ppy/fosfato de zinco é um processo viável para a utilização como revestimento de proteção contra a corrosão do aço, podendo substituir com vantagem as camadas de fosfato de zinco sobre o aço AISI 1010.

The Passivity of a Super Duplex Stainless Steel

Ester Schmidt Rieder*

Synopsis of the Thesis Submitted to the Faculty of Engineering of The University of Birmingham (UK) for the degree of Doctor of Philosophy

The passivity of a second generation duplex stainless steel (Zeron 100) has been investigated with the objective of relating its corrosion behaviour to the properties of the surface oxide. Electrochemical techniques, in particular impedance spectroscopy, have been used to characterise the electronic properties of the oxide film and the electron transfer processes. The frequency dependence of capacitance, usually observed with non-ideal systems, has been critically addressed. Potentiostatic and potentiodynamic techniques were also used to develop an understanding of the passivity phenomena on these steels.

Auger and X-ray Photoelectron Spectroscopy were employed to determine the chemical composition of the films, produced under various polarisation conditions and *in situ* Scanning Probe Microscopy (ECSTM and ECAFM) was used to observe the very early stages of corrosion.

The electrochemical results are discussed in terms of contemporary theories of the reactivity of conducting and semi-conducting oxides. The oxide on duplex stainless steels was found to be a non-ideal n-type semiconductor with a high number of carriers. Its constitution was largely dependent on the conditions under which it was produced or submitted to. When produced by polarisation in alkali it presented two regions, an inner region rich in chromium and an outer region rich in iron. When produced in acid solution, it consisted of a single region rich in chromium.

The effect of nitrogen on the passivity of the alloy was addressed. The higher nitrogen concentration (ca. 4 at%) in the oxide film on the austenite phase, compared to its content in the film on the ferrite phase (practically non-existent), is related to the remarkable difference in electrochemical activity between the two phases. The austenite phase is significantly more stable than the ferrite phase. If corrosion occurs, the pitting is isotropic in the austenite and anisotropic in the ferrite phase.

The electrochemical activity of the alloy was significantly dependent on the metallographic structure. The formation of the secondary phases, due e.g. to the heat treatment or welding, brought the breakdown potential to more negative values. The resulting localised electrochemical activity led to deep pitting, where the repassivation was extremely difficult.

Further studies are suggested that will relate to the relative importance of stochastic events in the breakdown of passivity.

The Significance of this Study for Engineering

The importance of this study for engineering application of the super duplex stainless steel, Zeron 100, is summarised below:

- Zeron 100 exhibits an excellent resistance to corrosion. This resistance is largely due to the dual phase structure. A conventional austenitic stainless steel would undergo penetrative isotropic pitting, which carries a risk, *e.g.* of stress corrosion. The austenite in the duplex structure is depolarised by the ferrite phase, which corrodes preferentially to the austenite phase. The etching of the ferrite phase, however, is not deep; it takes place laterally, and consequently, does not affect the mechanical strength. The ferrite phase can be considered as a sacrificial anode, but its corrodability is without great consequences to the phase, since it undergoes uniform corrosion.

- If, under the environmental conditions to which the super duplex stainless steel is subjected in the field, the passive film is occasionally broken, the repassivation is very easy due to the lateral mode of corrosion in the ferrite phase and to the intrinsic stability of the primary austenite phase. In working environments, electrochemical conditions are likely to fluctuate, so that aggressively anodic

conditions are likely to relax, or vice-versa. However, materials containing heat affected zones, or that have received inadequate heat treatments, can undergo severe and deep corrosion. The addition of nitrogen to the new generation of duplex stainless steels is ineffective against corrosion, if secondary phases are present in the ferrite phase due to inappropriate heat treatment. Secondary austenite, without nitrogen contents is even more susceptible to corrosion than the ferrite phase. Such materials, if under stress, can also present catastrophic failures in very short exposures to the aggressive medium, because of the intrinsic brittleness of secondary phases.

- The passivity of the material can be greatly dependent on the time of exposure to the aggressive medium, since it has been seen that the electrochemical activity of the alloy increases with time of immersion in sodium chloride solutions. It is acknowledged that the correlation of short term accelerated laboratory tests to long term corrosion processes in real engineering situations is debatable.

* e-mail: esrieder@logic.com.br

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

1. MODALIDADES DE PUBLICAÇÃO

1.1 - artigos que expressem opiniões e posicionamentos acerca de questões atuais das Ciências Naturais e Exatas, cientificamente embasados.

1.2 - resenha crítica de obras relativas a essas áreas, resumo de teses, comunicações, documentos;

1.3 - matérias de divulgação da Universidade;

1.4 - matérias informativas sobre participação em eventos científicos e tecnológicos.

2. APRESENTAÇÃO DOS ORIGINAIS

2.1 - os artigos deverão ser apresentados em disquete, de preferência em Windows Write ou Windows Word, acompanhados de uma cópia impressa;

2.2 - o texto dos artigos deverá ter de 10 a 20 laudas; o texto de resenhas ou outra modalidade de comunicação não deverá ir além de 10 laudas;

2.3 - um resumo de seis(6) a dez(10) linhas, em língua portuguesa e em língua inglesa, deverá introduzir o artigo, juntamente com palavras-chave;

2.4 - a apresentação deverá conter: identificação, com título, subtítulo (se houver), nome(s) do(s) autor(es), maior titulação acadêmica, cargo atual e instituição em que exerce suas funções; telefones e endereços particular e profissional;

2.5 - citações, referências bibliográficas e notas de rodapé deverão seguir as normas da ABNT, ou, excepcionalmente, em casos devidamente justificados, de outro sistema de reconhecido valor científico;

2.6 - a estrutura do artigo será a de um trabalho científico, contendo partes tais como: introdução, desenvolvimento, material, métodos, resultado, discussão, conclusão, segundo as características específicas de cada matéria.

3. PUBLICAÇÃO

3.1 - os trabalhos remetidos para publicação serão submetidos à apreciação do Conselho Editorial ou de outros consultores por este designados, de acordo com as especificidades do tema. Em se tratando de material elaborado por aluno(s), o mesmo deverá estar visado por um professor da área;

3.2 - os autores serão comunicados, através de correspondência, da aceitação ou recusa de seus artigos. A Comissão Editorial não se responsabiliza pela devolução dos originais remetidos;

3.3 - havendo necessidade de alteração quanto ao conteúdo do texto, será sugerido ao autor que as faça e devolva no prazo estabelecido; adequação lingüística e copidescagem estão a cargo da Comissão Editorial;

3.4 - os autores receberão 2(dois) exemplares da revista.

Impresso na Gráfica da ULBRA

Lu_Revista Acta nº 2.p65