

UM MÉTODO DE MULTICRITÉRIO PARA DEFINIR A QUALIDADE AMBIENTAL DE TRÊS AFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO VERDADEIRO - RESERVATÓRIO DE ITAIPU

Neida Maria Patias Volpi

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Matemática da UFPR, Curitiba, PR, Brasil.
E-mail: nmpv@mat.ufpr.br

Cleodimar Fernandes

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia, Curitiba, PR.
E-mail: cleodimarf@hotmail.com

Gilmar Baumgartner

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia (UNIOESTE), Toledo, PR.
E-mail: baum@unioeste.br

Vanessa Salete Daga

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia (UNIOESTE), Toledo, PR.
E-mail: vanedaga@yahoo.com.br

1. Introdução

O Rio Paraná abrange cerca de 10% do território nacional incluindo os estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná, sendo a segunda maior bacia de drenagem da América do Sul. De sua nascente, na confluência dos Rios Grande e Paranaíba à sua foz, no estuário do Prata, próximo à Buenos Aires, o rio Paraná percorre cerca de 3.800 km, ocupando uma vasta área em território brasileiro que supera 802.150 km² [8].

Devido a sua magnitude esta bacia hidrográfica foi subdividida em oito sub-bacias nas quais está inclusa a sub-bacia do Paraná III [9]. Esta sub-bacia é composta de diversas micro-bacias, com peculiaridades próprias. Entre estas, podemos citar a micro-bacia do rio São Francisco Verdadeiro que é formada por vários rios e riachos tributários que devido às atividades antrópicas constituem uma região enormemente impactada, sendo que ao longo de seu curso estão instaladas aproximadamente 10 mil propriedades rurais, [2].

Esses pequenos cursos d'água são de grande importância, pois são nesses locais onde ocorrem à reprodução da grande parte das espécies de peixes que compõem o rio. Além disso, estes ambientes desempenham um importante papel ecológico, agindo como transferidores de energia para as espécies presentes. Assim, esses corpos de água assumem uma importância extremamente relevante no contexto regional.

Deste modo, o principal objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade ambiental dos riachos Ajuricaba, Arroio Fundo e Curvado, localizados no município de Marechal Cândido Rondon, afluentes ao rio São Francisco Verdadeiro, através da aplicação do método multicritério ELECTRE TRI e da análise de componentes principais, aos dados das variáveis da fauna íctica.

2. Materiais e Métodos

2.1 Amostras

As amostragens de peixes nos riachos Ajuricaba, Arroio Fundo e Curvado, foram realizadas bimestralmente, entre outubro de 2004 e abril de 2006, pelo GERPEL – Grupo de Pesquisa em Recursos Pesqueiros e Limnologia, sendo definidas duas estações de amostragem (nascente: E1, E3 e E5 e foz: E2, E4 e E6 - figura 1), em cada um dos riachos.



Figura 1: Localização das Estações de Amostragens

As coletas foram realizadas em trechos de 40 metros, delimitados por redes de bloqueio de malha de 0,5cm, utilizando-se dois puçás energizados (cátodo e ânodo) por um gerador de eletricidade de 2,5kW, denominada de pesca elétrica, funcionando em corrente contínua com saída de 220V e 2A, através de três coletas sucessivas no sentido da foz à cabeceira [10].

Após as coletas com pesca elétrica, foram utilizadas peneiras em vinte lances em cada local, para a complementação do inventário ictiofaunístico. Os indivíduos capturados foram fixados em formol 4% e transportados ao laboratório para análise.

2.2 ELECTRE TRI

O Método ELECTRE TRI, reportado por Yu (1992), Roy & Boyossou (1993) e Mousseau et al. (1999), pertence à família ELECTRE. Caracteriza-se por tratar de problemas específicos de classificação ordenada. Dado um conjunto de alternativas $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k, \dots, a_K\}$, associadas a um conjunto de categorias ou classes ordenadas $C = \{C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_{n+1}\}$, o método classifica cada alternativa a_k de A nas classes frente ao conjunto de critérios $F = \{g_1, g_2, \dots, g_j, \dots, g_m\}$. As categorias são predefinidas, onde cada categoria é limitada por dois perfis adjacentes, sendo que cada perfil estabelece limites para duas categorias adjacentes. Assim, o perfil 1 é o limite superior da categoria 1 e que por sua vez é o limite inferior da categoria 2 e assim por diante, [3].

As classes C_i 's são delimitadas por limites inferiores e superiores, chamados de perfis e representados em $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$. As avaliações destes perfis para cada critério g_j , definem os conjuntos de valores, $\{g_j(b_1), \dots, g_j(b_n)\}$, $\forall j = 1, \dots, m$, que limitam as classes C_1, C_2, \dots, C_{n+1} .

O ELECTRE TRI classifica as alternativas seguindo dois passos consecutivos: construção de uma relação de subordinação S , que caracteriza como as alternativas são comparadas aos perfis das

classes; e, exploração (através de procedimentos de classificação) da relação S .

2.2.1 Relação de Subordinação no ELECTRE TRI

A relação de subordinação é construída para tornar possível a comparação de uma alternativa a_k com um limite padrão b_i . A afirmação de que $a_k S b_i$, $k = 1, \dots, K, i = 1, \dots, n$, significa que “ a_k é ao menos tão boa quanto b_i ”. Na validação da afirmação $a_k S b_i$ (ou $b_i S a_k$), devem-se verificar duas condições:

- **Concordância:** para que $a_k S b_i$ (ou $b_i S a_k$) seja aceita, uma maioria suficiente de critérios g_j deve ser a favor desta afirmação; e
- **Não-discordância:** quando a condição de concordância é verificada, nenhum dos critérios g_j na minoria deve se opor à afirmação $a_k S b_i$ (ou $b_i S a_k$), de uma “maneira muito forte”.

Quatro tipos de parâmetros associados aos critérios intervêm na construção de S :

- O conjunto de coeficientes dos pesos ou importância $\{w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_m, j = 1, \dots, m\}$, usado no teste de concordância quando se calcula a importância relativa dos critérios que são a favor da afirmação $a_k S b_i$; e

- O conjunto de limites de veto $\{v_j(b_i), i = 1, \dots, j\}$, para cada critério g_j . Usado no teste de discordância o veto $v_j(b_i)$, representa a menor diferença $g_j(b_i) - g_j(a_k)$ incompatível com a afirmação $a_k S b_i$.

- O conjunto de limites de preferência $\{p_j(b_i), i = 1, \dots, n\}$, para cada critério g_j . O limite de preferência $p_j(b_i)$, representa a menor diferença entre $g_j(a_k) - g_j(b_i)$ compatível com a preferência de a_k no critério g_j .

- O conjunto de limites de indiferença $\{q_j(b_i), i = 1, \dots, n\}$, para cada

critério g_j . O limite de indiferença $q_j(b_i)$, especifica a maior diferença entre $g_j(a_k) - g_j(b_i)$ preservando a indiferença entre a_k e b_i no critério g_j .

Os seguintes passos são seguidos na obtenção desta relação:

- Cálculo do índice de concordância parcial $c_j(a_k, b_i)$ e $c_j(b_i, a_k)$;
- Cálculo do índice de concordância geral $c(a_k, b_i)$;
- Cálculo do índice de discordância parcial $d_j(a_k, b_i)$ e $d_j(b_i, a_k)$;
- Cálculo da relação de subordinação conforme o índice de credibilidade $\sigma(a_k, b_i)$; e
- Determinar um nível de corte λ para obter uma relação de subordinação, isto é: se $\sigma(a_k, b_i) \geq \lambda \Rightarrow a_k S b_i$.

Assim, são definidas relações binárias de preferência (>), indiferença (I) e incomparabilidade (R):

$$\begin{aligned}
 a_k I b_i &\Leftrightarrow a_k S b_i \text{ e } b_i S a_k; \\
 a_k > b_i &\Leftrightarrow a_k S b_i \text{ e não } b_i S a_k; \\
 a_k < b_i &\Leftrightarrow \text{não } a_k S b_i \text{ e } b_i S a_k; \text{ e} \\
 a_k R b_i &\Leftrightarrow \text{não } a_k S b_i \text{ e não } b_i S a_k
 \end{aligned}$$

2.2.2 Procedimentos de Classificação

Supondo que todos os critérios sejam de maximizar, a regra do procedimento de exploração é realizada para analisar o modo em que uma alternativa a_k é comparada com os limites padrão determinados para a classe na qual a_k deve ser enquadrada. Dois procedimentos de classificação são avaliados.

1º) O procedimento de classificação pessimista;

2º) O procedimento de classificação otimista.

Quando as avaliações de uma alternativa ficarem entre os dois limites de uma classe em cada critério, então, ambos os procedimentos classificam esta alternativa para esta classe; e uma divergência entre os resultados dos dois procedimentos de classificação ocorre somente quando uma alternativa é incomparável para um ou vários limites. Em tais casos, a regra de classificação

pessimista classifica a alternativa na classe inferior a da otimista.

2.3 Análise de Cluster

A Análise de Cluster é uma técnica de classificação mais primitiva, no sentido de que nenhuma suposição é feita quanto ao número de grupos. O agrupamento tem se um número de grupos conhecidos, e o objetivo é alocar uma nova observação em um destes grupos. O agrupamento é feito com base na similaridade ou distância, [4].

Quando itens são agrupados, a proximidade é usualmente indicada por uma espécie de distância. Por outro lado, as variáveis são usualmente agrupadas com base nos coeficientes de correlação ou outras medidas de associação, como similaridade: quanto maior o valor observado mais parecidos são os objetos e dissimilaridade: quanto maior o valor observado menos parecidos serão os objetos.

A análise de Cluster é realizada de modo a agrupar os objetos semelhantes, sendo este agrupamento feito por meio de ligações. Os tipos de ligações mais comuns são: simples, ligações completas, método das médias, método do centróide, método de ward, este último que será utilizado neste trabalho.

No método de ward, os grupos de dados são formados em etapas.

No princípio, têm-se m grupos, ou seja, um grupo para cada vetor componente da base de dados. Neste estágio inicial o erro interno é nulo para todos os grupos, pois cada vetor que compõe cada grupo é o próprio vetor médio do grupo. Igualmente o desvio padrão para cada grupo é nulo.

Uma forma de avaliar a validade da informação gerada pela função ligação é compará-la com os dados originais da distância. Se o agrupamento é válido, a ligação dos objetos no agrupamento tem uma forte correlação com as distâncias entre objetos no vetor de distâncias. A função cofenética compara esses dois conjuntos de valores e calcula sua correlação. A melhor solução para um agrupamento tem correlação cofenética igual a 1.

2.4 Análise de Componentes Principais

A análise multivariada, Análise de Componentes Principais (ACP), é uma técnica que proporciona uma explicação conjunta da estrutura de dispersão interna (variância e covariância) de um vetor aleatório obtido por

meio de combinações lineares das variáveis originais. Esta técnica permite reduzir o número de variáveis, de características, de cada indivíduo a um pequeno número de índices explicativos (componentes principais). Uma ACP procura um mínimo de combinações lineares que possam ser utilizadas para explicar a dispersão de uma nuvem de pontos que, geometricamente, caracteriza a matriz de informações básicas originais. Formalmente diz-se que uma ACP é uma transformação ortogonal de um conjunto de variáveis correlacionadas em um conjunto de variáveis não correlacionadas, [7].

Se X_1, X_2, \dots, X_k , são as variáveis originais para n indivíduos procede-se uma combinação linear dos mesmos criando-se componentes Z_1, Z_2, \dots, Z_k , não correlacionados.

Formalmente:

$$Z_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1k}X_k$$

$$Z_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2k}X_k$$

$$Z_k = a_{k1}X_1 + a_{k2}X_2 + \dots + a_{kk}X_k$$

Estes componentes principais Z_k são calculados de forma que a primeira componente (Z_1) represente a maior parcela da variância do conjunto de variáveis explicativas; a segunda componente (Z_2) representa a segunda maior parcela e assim sucessivamente; com a vantagem de que os Z são variáveis não correlacionadas por construção. Mais que isto a variância total das variáveis originais é, por construção, igual à variância total dos componentes Z . As variâncias dos componentes principais Z são calculadas a partir dos autovalores da matriz de correlação (ou de covariância) sendo os autovetores os valores dos coeficientes para as componentes principais calculados. Enfim, o objetivo de uma ACP é representar simplificada uma estrutura de dados buscando “planos” (combinações, componentes) que representem e sintetizem a distribuição dos indivíduos n num espaço k dimensional, [4].

3. Resultados e Discussão

3.3.1 Resultados do Método ELECTRE TRI

Para níveis de credibilidade ($\lambda \leq 0,66$), não foram identificadas incomparabilidades, o que indica que o sistema mostrou-se coerente na busca da classificação das alternativas para estes níveis de credibilidade.

As classificações encontradas no ELECTRE TRI (Quadro 1), quando das duas formas (Otimista e Pessimista), convergem. Isto quer dizer que o sistema construído foi capaz de estabelecer as comparações das alternativas aos perfis. A divergência entre estas classificações para uma das alternativas indica uma incapacidade do sistema de comparar esta alternativa à pelo menos um dos limites de classes.

Verificamos que todas as estações foram classificadas como Pobre, uma vez que o método de multicritério aplicado neste trabalho é um método de avaliação não-compensatória, ou seja, este método classifica os riachos de acordo com o desempenho em um maior número de critérios.

Estação de amostragem	Classificação		Classificação final
	Otimista	Pessimista	
Ajuricaba N	Pobre	Pobre	Pobre
Ajuricaba F	Pobre	Pobre	Pobre
Arroio Fundo N	Pobre	Pobre	Pobre
Arroio Fundo F	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado N	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado F	Pobre	Pobre	Pobre

Quadro 1: Classificação das estações de amostragens (ELECTRE TRI), $\lambda \leq 0,66$

3.3.2 Análise de Robustez

A análise de robustez foi realizada variando-se os parâmetros de indiferença, preferência, veto e o nível de corte λ , verificando dessa maneira se houveram variações significativas na classificação final.

a. Limiar de Indiferença (q)

Os limiares de indiferença foram variados de zero até o valor do limiar de preferência (p). Os resultados mostraram-se iguais aos da tabela 1 para um nível de corte $0,50 \leq \lambda \leq 0,66$. Para a mesma variação de q para um nível de corte $0,67 \leq \lambda \leq 0,77$ apresentou uma divergência de classificação para a estação Ajuricaba/Foz: classe Regular, sob ótica otimista e classe Pobre sob a ótica pessimista. Esta dupla classificação indica uma incomparabilidade. Isto significa que o sistema de classificação precisa ser reavaliado, caso seja estritamente necessária uma

convergência entre as classificações otimista e pessimista para esta estação. Podendo o decisor optar por uma das duas classificações de acordo com o seu perfil mais exigente (pessimista) ou menos exigente (otimista), neste caso optaremos pela a classificação mais exigente. Os resultados ficaram conforme quadro 2.

Estação de amostragem	Classificação Otimista	Classificação Pessimista	Classificação final
Ajuricaba N	Pobre	Pobre	Pobre
Ajuricaba F	Regular	Pobre	Pobre
Arroio Fundo N	Pobre	Pobre	Pobre
Arroio Fundo F	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado N	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado F	Pobre	Pobre	Pobre

Quadro 2: Classificação das estações de amostragens (ELECTRE TRI), $0,67 \leq \lambda \leq 0,77$

E ainda para um nível de corte $0,78 \leq \lambda \leq 0,88$ apresentou uma divergência de classificação em duas estações (Quadro 3). A estação Ajuricaba/Foz foi classificada na classe Regular, para o perfil otimista e na classe Pobre, para o perfil pessimista. A estação Arroio Fundo/Nascente foi classificada para a classe Pobre, para o perfil otimista e para a classe Muito Pobre, para o perfil pessimista. Havendo assim, uma incomparabilidade nas duas estações. Como já citado anteriormente, para o presente trabalho foi considerado um perfil mais exigente, classificando assim as duas estações no perfil pessimista.

Estação de amostragem	Classificação Otimista	Classificação Pessimista	Classificação final
Ajuricaba N	Pobre	Pobre	Pobre
Ajuricaba F	Regular	Pobre	Pobre
Arroio Fundo N	Pobre	Muito Pobre	Muito Pobre
Arroio Fundo F	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado N	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado F	Pobre	Pobre	Pobre

Quadro 3: Classificação das estações de amostragens (ELECTRE TRI), $0,78 \leq \lambda \leq 0,88$

b. Limiar de preferência (p)

Os limiares de preferência foram variados da seguinte forma:

a) Quando o limiar de preferência assume o próprio limiar de indiferença para um nível de corte $0,50 \leq \lambda \leq 0,77$ os resultados ficaram iguais os da tabela 25. Para um nível de corte $0,78 \leq \lambda \leq 0,88$, houveram incomparabilidades nas estações Ajuricaba/Foz e Arroio Fundo/Nascente. As

outras estações ficaram classificadas como Pobre, (quadro 4).

Estação de amostragem	Classificação Otimista	Classificação Pessimista	Classificação final
Ajuricaba N	Pobre	Pobre	Pobre
Ajuricaba F	Regular	Muito Pobre	Muito Pobre
Arroio Fundo N	Pobre	Muito Pobre	Muito Pobre
Arroio Fundo F	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado N	Pobre	Pobre	Pobre
Curvado F	Pobre	Pobre	Pobre

Quadro 4: Classificação das estações de amostragens (ELECTRE TRI), $0,78 \leq \lambda \leq 0,88$

b) Quando o limiar de preferência assume o limiar de veto, para um nível de corte mais exigente, $0,70 \leq \lambda \leq 0,93$, todas as estações ficaram classificadas como Pobre, não havendo incomparabilidade em nenhuma das estações.

3.2 Análise de Cluster

Para verificar as características das estações de amostragem foi realizadas uma análise *cluster*, através do método de ward e da distância euclidiana.

A análise de cluster revelou que as estações de amostragem podem ser separadas em dois grupos, sendo que o primeiro engloba as estações de Foz (Curvado/F, Arroio Fundo/F e Ajuricaba/F), enquanto que no segundo grupo estão agrupadas as estações localizadas na nascente (Curvado/N, Arroio Fundo/N e Ajuricaba/N) (figura 2). Esta separação entre as estações de Nascente e Foz mostra que as variáveis da ictiofauna analisadas possuem comportamento diferenciado entre esses locais. O método de ward é válido, pois quando comparado com os dados originais, através da função cofenética, que compara esses dois conjuntos de valores e calcula a correlação entre eles, a solução para o agrupamento ficou igual 0,70 ou 70%.

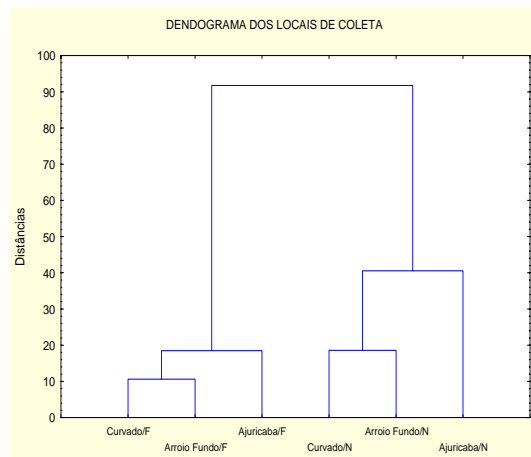


Figura 2: Dendrograma dos locais de coleta

3.3 Análise de Componentes Principais

A análise de componentes principais aplicada as nove variáveis, foi utilizado o critério de Kaiser, autovalores maiores que um, mostrou-se três componentes principais que respondem por 92% da variância total.

A primeira componente mantém 42% da informação contida nos dados (medida pela variância). Dessa forma, a primeira componente indicará uma melhor qualidade para o ambiente que apresentar maior quantidade de espécies nativas (x_1), espécies intolerantes (x_3), indivíduos/m² (x_8) e Biomassa/m² (x_9). A segunda componente que é responsável por 33% da informação contida nos dados, explica uma melhor qualidade aos ambiente que tiverem maiores quantidades de espécies bentônicas (x_2), e espécies insetívoras (x_7) e uma menor quantidade de espécies tolerantes (x_4) e espécies generalistas, onívoros e invertívoros (x_5). A terceira componente explica 17% da variância, indica uma melhor correlação para a variável, espécies carnívoras (x_6).

O resultado da PCA é confirmado pela análise de *cluster*, pois há uma separação em dois grupos as estações nascentes e as estações foz. A PCA mostra que as estações Ajuricaba/N, Arroio Fundo/N e Curvado/N, tiveram forte correlação com a categoria abundância: indivíduos/m² e biomassa/m², ou seja, mais e maiores indivíduos foram capturados nestas estações. A estação Ajuricaba/N foi levemente influenciada pelas variáveis espécies nativas e espécies

bentônicas. A estação Curvado/N também foi influenciada pela a variável proporção de espécies carnívoras (figura 3).

As estações Arroio Fundo/F e Curvado/F, tiveram correlações baixas nas variáveis espécies bentônicas e espécies nativas, e uma maior correlação nas variáveis espécies intolerantes e proporção de espécies tolerantes, demonstrando os menores índices nestas estações. A estação Curvado/F foi influenciada mais pelas variáveis tróficas (figura 3), principalmente pela a proporção de espécies onívoros.

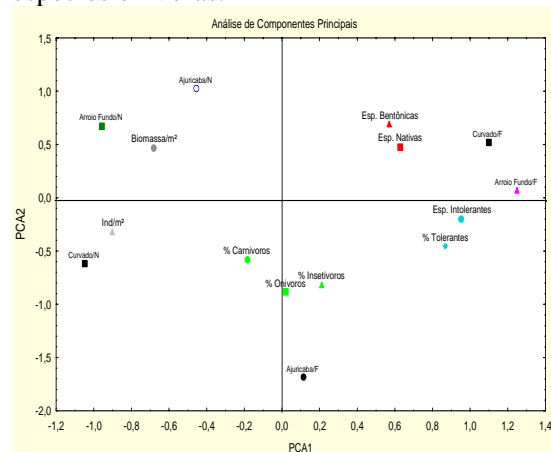


Figura 3 – Análise de Componentes Principais

4. CONCLUSÕES

No método ELECTRE TRI os resultados de classificação dependem das funções de preferência, indiferença, veto e do grau de importância (vetor de pesos) dado a cada critério, isto é, esses parâmetros modelam a maneira de pensar e de decidir do responsável pela análise e vão de acordo com cada especialista.

A análise de robustez mostrou que os valores determinados para o peso dos critérios, limiar de indiferença, limiar de preferência e limiar de veto são adequados. Isto porque, quando variou os limiares obtiveram-se valores iguais ou similares aos já encontrados, reforçando a hipótese de que este método para este caso de classificação varia de acordo com a preferência de cada decisor sendo mais exigente ou não. Uma das vantagens do método ELECTRE TRI é que ele permite trabalhar com erros, uma vez que os dados são amostrais. E ainda uma má avaliação em um índice pode ser suficiente para indicar má qualidade do ambiente, o que não aconteceu durante esta pesquisa.

Uma classificação final podemos citar para os riachos analisados:

Os riachos Ajuricaba e Curvado foram classificados como Pobre, pois mesmo quando aumentado a exigência de corte λ não teve alterações significativas em nenhuma das estações;

O riacho Arroio Fundo classificado como Muito Pobre, pois quando aumentou-se a exigência de λ (nível de corte) a estação nascente ficou classificada como Muito Pobre, reforçando a hipótese de que como o ponto de coleta Arroio Fundo/N é usado para recreação, isto pode ter influenciado em uma classificação pior do que os outros dois riachos.

Enfim, o uso da metodologia de multicritério ELECTRE TRI para avaliação da qualidade ambiental de riachos pode ser usada para qualquer riacho podendo ainda ser utilizados outros parâmetros.

A análise de componentes principais foi utilizada neste trabalho, para mensurar as variáveis que mais influenciam na qualidade de um ambiente. Algumas de suas vantagens é capacidade de reduzir o número de variáveis analisadas, sem a perda significativa das informações contida na variabilidade dos dados; a sua eficiência na compressão dos dados, já que as primeiras componentes explicam uma grande porcentagem da variância dos dados.

REFERÊNCIAS

- [1] K. E. Esteves & J. M. R. Aranha, Ecologia trófica de peixes de riachos, em “E. P. Caramaschi, R. Mazzoni, Peres-Neto - Ecologia de Peixes de Riachos”. Série Oecologia Brasiliensis, v. 6, pp. 157-182, PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.
- [2] Gerpel/Unioeste/Itaipu Binacional. “Monitoramento dos parâmetros limnológicos e ictiológicos da sub-bacia do rio São Francisco Verdadeiro”.(Projeto técnico), 2004.
- [3] W. D. M. Herrera & H. G. Costa, Contribuições da análise multicritério à obtenção de graus de proximidade no projeto de arranjos físicos, Produto & Produção, vol. 5, n. 3, pp. 48-60, (2001).
- [4] R. A. Johnson & D. W. Wichern, “Applied Multivariate Statistical Analysis”, Fourth edition, New Jersey, 1999.
- [5] V. Mosseau, R. Slowinsk, P. Zielniewicz, “Electre Tri 2.0a Methodological Guide and User’s Manual, Document Du Lamsade”, Université Paris - Dauphine, France, 1999.
- [6] B. Roy & D. Bouyssou, “Aide Multicritère à la Décision: Méthodes et cãs”, Ed. Economica, Paris, France, 1993.
- [7] F. Santos, M. Crocco, R. Simões. “Arranjos produtivos locais informais: Uma análise de componentes principais para Nova Serrana e Ubá - Minas Gerais”, X seminário sobre economia Mineira, 2002.
- [8] J. C. Stevaux, E. E. Souza Filho, I. C. Jabur, A história quaternária do rio Paraná em seu alto curso, em “A. E. A. de M. Vazzoler, A. A. Agostinho, N. S. Hahn. - A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos”, UEM, Maringá, I.2, pp. 47-72, 1997.
- [9] Suderhsa, www.pr.gov.br/meioambiente/sudersa/comitebaciashidrograficas.shtml, acessado em maio de 2007.
- [10] H. I. Suzuki, C. S. Pavanelli, R. Fungi, L. M. Bini, A. A. Agostinho, Ictiofauna de quatro tributários do Reservatório de Segredo, em “Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo” (A. A. Agostinho & L. C. Gomes, eds.) pp. 259-273, EDUEM, Maringá, 1997.
- [11] W. Yu, “Electre Tri Aspects Methodologiques et Guide d’Utilisation, Document Du Lamsade”, Université Paris - Dauphine, France, 1992.