



norteENERGIA
USINA HIDRELÉTRICA BELO MONTE

11º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO
DE CONDICIONANTES

CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL

**Anexo 11.4.1-5/2017 – Métodos da análise estatística
multivariada aplicada às variáveis de qualidade da água
e do sedimento no monitoramento trimestral do Projeto
Básico Ambiental – Projeto de Monitoramento
Limnológico e de Qualidade da Água Superficial da
UHE Belo Monte**

Os métodos aplicados ao conjunto de dados obtidos no monitoramento do PBA de modo a verificar a existência de diferenças na qualidade da água e na do sedimento ao longo da execução do Projeto são apresentados a seguir. Estas análises buscam evidenciar padrões temporais em conjuntos de dados obtidos em um mesmo período hidrológico na malha amostral e observar se ocorreram ao longo do monitoramento alterações ambientais decorrentes das intervenções na área de influência do empreendimento.

1. DESCRIÇÃO DOS MÉTODOS

O conjunto de dados analisado no presente documento refere-se a todas as campanhas realizadas no período de monitoramento da fase pré-enchimento dos reservatórios (dezembro de 2011 a outubro de 2015), enchimento (janeiro de 2016) e pós-enchimento (abril a outubro de 2016) no âmbito do PBA da UHE Belo Monte. De modo a facilitar a observação dos resultados, as campanhas foram denominadas com as três primeiras letras do período hidrológico adicionadas com um sufixo do ano de amostragem no PBA (e.g. Enc_1 = campanha de enchimento do primeiro ano de amostragem, dezembro de 2011).

As variáveis de qualidade de água e do sedimento utilizadas foram selecionadas levando-se em consideração sua variabilidade no decorrer das campanhas, entre elas e também pela sua importância para caracterização dos distintos conjuntos de dados. Algumas variáveis (e.g. concentração de níquel) não foram utilizadas pela elevada quantidade de valores abaixo do limite de detecção laboratorial, o que poderia gerar resultados tendenciosos nas situações em que os resultados foram superiores aos limites. Os dados obtidos nos pontos inseridos nas diferentes áreas de monitoramento, tais como Montante do Reservatório do Xingu (MRX), Reservatório do Xingu (RX), Trecho de Vazão Reduzida (TVR), Trecho de Restituição de Vazão (TRV), Reservatório Intermediário (RI), Igarapés Interceptados pelos Diques do RI (IID-RI) e Rio Bacajá (BACAJÁ) foram analisados e apresentados de forma separada, tanto nas análises estatísticas multivariadas como nos gráficos referentes à biota aquática (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos), cujo objetivo foi de avaliar, em cada área, possíveis alterações nesses locais após a formação dos reservatórios.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada, portanto, às variáveis de qualidade da água e do sedimento de modo a se ordenar os pontos de coleta para as diferentes áreas de monitoramento nas diferentes campanhas. A aplicação da ACP embasa-se no fato desta ser empregada quando se objetiva realizar uma análise exploratória de determinado ambiente (Legendre & Legendre, 1998). O uso dos fatores de carregamento gerados por esta análise é um bom estimador da relevância das variáveis analisadas sobre a variabilidade dos dados, sendo que a seleção das variáveis deve-se basear nos valores dos fatores com os eixos 1 e 2 da ACP, que são os que melhor explicam a variância de dados multidimensionais (Legendre & Legendre (1998) e Hair *et al.* (2006). Em nossa análise, optou-se por selecionar as variáveis com

fatores de carregamento com valores acima de 0,5 com quaisquer um dos dois eixos obtidos na ACP. Os dados brutos de qualidade da água foram previamente padronizados, utilizando-se a transformação logarítmica ($\log(x + 1)$) para depois serem utilizados na ACP.

A Análise de Discriminante (AD) foi empregada para evidenciar as características destes conjuntos de dados obtidos em campanhas do PBA ocorridas nos mesmos períodos hidrológicos. Essa metodologia é aplicada quando se conhece *a priori* a existência de grupos, permitindo testar se esses agrupamentos são diferentes de maneira estatisticamente significativa e quais variáveis definem os distintos agrupamentos (Legendre & Legendre, 1998; Hair *et al.* 2006). No presente caso, assumiu-se que os agrupamentos são as vinte campanhas de cinco ciclos hidrológicos completos (dezembro de 2011 a outubro de 2016) que compõem este Relatório Consolidado.

A ACP e a AD foram conduzidas utilizando-se o programa computacional *Statistica* (StatSoft, Inc.), versão 7.1 para Windows.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAIR, J., BLACK, B. BABIN, B., ANDERSON, R. and TATHAM, R. Multivariate Data Analysis (6th edition). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall. 2006.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. Numerical ecology. Developments in Environmental Modelling 20. Amsterdam, Holanda: Elsevier Science. 853p. 1998.