

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
COLEGIADO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

PALOMA SILVA OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA
QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARDO, BA**

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2016

PALOMA SILVA OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA
QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARDO, BA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / Campus de Vitória da Conquista – BA, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
COLEGIADO DE ENGENHARIA FLORESTAL

CAMPUS DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pardo, BA

Autora: Paloma Silva Oliveira

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela banca examinadora:

Prof. D. Sc. Douglas Gonçalves da Silva – UESB
Presidente

Prof. M. Sc. Daíse Cardoso de Souza Bernardino – UESB

Prof. D. Sc. Otoniel Magalhães Morais – UESB

Data de realização: 17 de fevereiro de 2016

UESB – Campus de Vitória da Conquista – BA, Estrada do Bem Querer, Km 04

Telefone: (77) 3424-8500

CEP: 45083-900

E-mail: ccflorestal@uesb.br

“Os filósofos se limitaram a interpretar o mundo de diversas maneiras; o que importa é modificá-lo.”

Karl Marx

**Esta monografia segue as normas estabelecidas
pela revista Floresta e Ambiente (FLORAM).**

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 7 |
| ABSTRACT | 7 |
| INTRODUÇÃO | 8 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 9 |
| Região de estudo | 9 |
| Amostragem | 11 |
| Soluções e reagentes..... | 11 |
| Instrumentação e metodologia analítica..... | 12 |
| Análises estatísticas..... | 13 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 14 |
| Análise de Componentes Principais..... | 17 |
| Análise de Agrupamento Hierárquico..... | 20 |
| Análise de Correlação | 21 |
| CONCLUSÕES..... | 24 |
| ORIENTAÇÃO AO AUTOR (REVISTA FLORESTA E AMBIENTE) | 29 |

APLICAÇÃO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARDO, BA

RESUMO: A água é vital para a manutenção da vida, sendo indispensável à atenção quanto aos fatores responsáveis pela sua qualidade e quantidade. Objetivou-se neste estudo avaliar a qualidade da água da microbacia do Rio Pardo considerando a influência sazonal e de atividades antrópicas desenvolvidas na região. As amostras de água foram coletadas em cinco pontos georreferenciados no período de nov./2013 e fev./2014. Avaliaram-se parâmetros físico-químicos: pH, condutividade elétrica (CE), sólidos totais dissolvidos (STD) e turbidez e realizaram-se leituras de elementos iônicos: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , SO_4^{-2} , NO_3^- , NO_2^- , Mg^{2+} e Cl^- . Utilizaram-se análises estatísticas multivariadas para interpretação dos dados. Dois grupos foram identificados através da análise de componentes principais (ACP), sendo esta tendência corroborada pela análise de agrupamento hierárquico (AAH). Um grupo foi constituído exclusivamente pelas amostras coletadas na estação chuvosa e o outro composto por amostras da estação seca. A sazonalidade interferiu diretamente na similaridade das amostras, entretanto, assim como as atividades antrópicas, não influenciou negativamente na qualidade da água, uma vez que, apresentaram-se em conformidade com a legislação brasileira.

Palavras chave: Análise de agrupamento; Análise de componentes principais; Sazonalidade.

APPLICATION OF MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS IN WATER QUALITY STUDY OF THE PARDO RIVER, BA

ABSTRACT: Water is vital for sustaining life, is essential to the attention about the factors responsible for its quality and quantity. The aim of this study was to evaluate the water quality in the Pardo River basin considering the seasonal influence and anthropogenic activities at the region. The water samples were collected in five georeferenced points in the period of nov./2013 and Feb./ 2014. They were evaluated physico-chemical parameters: pH,

electrical conductivity (EC), total dissolved solids (TDS) and turbidity and were held readings of ionic elements: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , SO_4^{-2} , NO_3^- , NO_2^- , Mg^{2+} and Cl^- . They used multivariate statistical analyzes to interpret the data. Two groups were identified and explained by the principal component analysis (ACP), and this trend confirmed by the hierarchical cluster analysis (AAH). One group was made up exclusively by the samples collected during the rainy season and the other composed of samples of the dry season. Seasonality interfered directly in the similarity of the samples, however, as the anthropic activities, no negative effect on water quality, since, they presented in accordance with Brazilian legislation.

Key words: Cluster analysis; Principal component analysis; Seasonality

INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido, recentemente, acerca da disponibilidade da água em termos de quantidade e qualidade. Em nível mundial, os recursos hídricos tendem a se tornar cada vez mais escassos, principalmente devido às altas taxas de consumo de água, aumento da pressão das atividades antrópicas e poluição crescente (BRITO et al., 2005; PALÁCIO et al., 2009). Do mesmo modo, modificações condicionadas por fatores naturais como erosão, variações climáticas e precipitação influenciam diretamente os ecossistemas aquáticos (MENDIGUCHÍA et al., 2004; SANTOS, 2013). Tais alterações na composição química das águas provocam vários efeitos nas esferas sociais, econômicas e biológicas e devem ser avaliados, uma vez que a água é um recurso determinante à vida.

Dentre as diversas fontes de poluição, a agricultura é tida como a principal atividade consumidora e responsável pela contaminação dos recursos hídricos (ONGLEY, 2001; MORAES & PAULA JÚNIOR, 2004) abrangendo atividades impactantes e de elevado potencial degradador (MERTEN & MINELA, 2002). Além das práticas agrícolas segundo Silva et al. (2014) a contaminação da água pode ocorrer por meio do acúmulo de lixo, esgoto

doméstico ou pelos resíduos tóxicos de fábricas que podem provocar um perigoso desequilíbrio no ecossistema. A dinâmica destas atividades pode ser expressa pela composição química da água.

Nesse contexto, o uso da cromatografia de íons tem-se revelado uma ferramenta eficiente para as determinações rápidas e precisas de diferentes íons em águas, permitindo reunir dados sobre os possíveis impactos ambientais provocados ao meio (SANTOS, 2013) que podem auxiliar no controle e monitoramento de uma bacia hidrográfica (BUENO et al., 2005).

O monitoramento ambiental normalmente gera um número muito grande de variáveis que são difíceis de analisar e interpretar (LIAO et al.,2008). Desta forma, o tratamento multivariado é amplamente utilizado quando se deseja reduzir o número de variáveis (ANDRADE et al., 2007), bem como caracterizar e avaliar as águas superficiais e a qualidade das águas doces (VEGA et al., 1998). Abordagens multivariadas, como Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH) são largamente utilizadas no apoio ao planejamento de ações na gestão dos recursos hídricos, possibilitando a extração de informações significativas dos dados (ANDRADE et al., 2007; LIAO et al.,2008; PALÁCIO et al., 2009; GUEDES, et al., 2012). Assim, aplicou-se a técnica da estatística multivariada com o objetivo de avaliar a qualidade da água da bacia do Rio Pardo, considerando a influência sazonal e de atividades antrópicas desenvolvidas na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Região de estudo

A pesquisa foi realizada na microbacia hidrográfica do Rio Pardo, na porção sudoeste do Estado da Bahia (Figura 1). A microbacia está localizada nos estados de Minas Gerais

(12.729,55 km²) e Bahia (19.738,53 km²), e detém uma área de drenagem de 32.050 km² entre as coordenadas 14°41' – 15°50'S e 38°56' – 41°43'W, abrangendo 30 municípios, cuja população residente é cerca de 260 mil pessoas (ROCHA FILHO, 1976; BRASIL, 2007; FERRAZ, 2014).

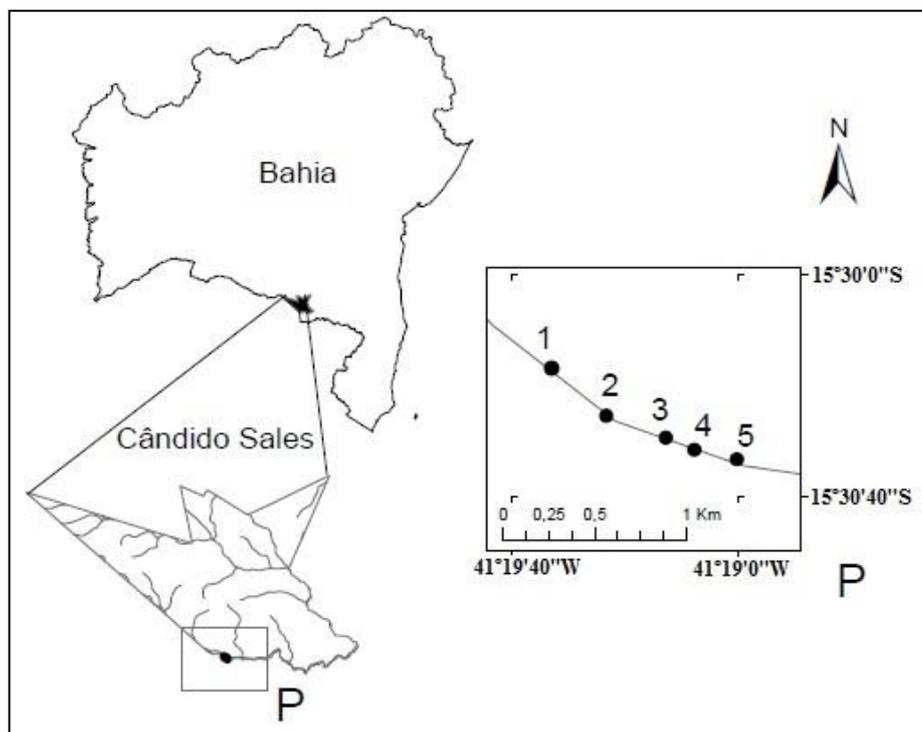


Figura 1. Localização dos pontos amostrados na microbacia Rio Pardo na porção sudoeste da Bahia.

Figure 1. Location of points sampled in the watershed River Pardo in the southwestern portion of Bahia.

O Rio Pardo nasce no município de Montezuma, MG, desenvolvendo-se na direção norte-sul até o município de Rio Pardo de Minas. Deste local, o rio desenvolve-se para o sudeste, percorrendo uma extensão de no total 565 km, a 750 m de altitude até a sua foz em Canavieiras, BA, desaguando no Oceano Atlântico. Seus principais afluentes são, pela margem esquerda, os ribeirões Salitre, Ribeirão, Vereda, São João do Paraíso e Catolé Grande, e, pela margem direita, os rios Mosquito, Macarani e Maiquinique (BRASIL, 2007; CEMIG, 2015).

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da bacia na região é catalogado como Aw - clima tropical com estação seca, com chuvas concentradas nos meses

de verão (outubro a março) e período seco de abril a setembro. A precipitação média anual é de 764,4 mm e a temperatura média anual é superior a 20,4°C (SEI, 1997; BRASIL, 2007). O tipo de solo predominante na bacia é o Latossolo Amarelo Distrófico (GUIMARÃES, 2013).

Amostragem

Foram realizadas duas coletas de amostras de água em cinco pontos de monitoramento (Figura 1) durante o período de novembro/2013 representando o período seco e fevereiro/2014 sinalizando o período chuvoso. As datas das coletas foram assim determinadas, devido à ocorrência de um regime de chuva atípico. Os critérios adotados para eleger os pontos de amostra foram à identificação de zonas com ações antrópicas e facilidade de acesso. As atividades predominantes na região, segundo a CEMIG (2015), são: irrigação, abastecimento público urbano e rural, lazer, turismo, navegação e pesca artesanal.

Durante as coletas foram utilizadas garrafas de polietileno estéreis com capacidade para 1.000 mL, as quais foram armazenadas em caixa de isopor, sendo posteriormente conduzidas ao Laboratório de Química Analítica e Ambiental, do Departamento de Ciências Naturais (DCN), na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), tendo sido realizado todo o procedimento de acordo com as técnicas descritas pela CETESB (2011). As amostras foram separadas em alíquotas para as diferentes determinações, mantendo-se as frações destinadas às medidas dos parâmetros físico-químicos e a determinação dos íons sob uma refrigeração de 4 °C até o momento de análise.

Soluções e reagentes

Todas as soluções foram preparadas empregando-se água ultrapura (resistividade > 18 M Ω cm⁻¹), através do sistema de purificação Milli-Q (Millipore).

A determinação dos íons se procedeu com a utilização da cromatografia de troca iônica. Para a obtenção das curvas analíticas de calibração do aparelho as soluções de referência foram preparadas a partir das soluções padrão de K⁺ (Ecibra, São Paulo, Brasil,

grau de pureza 98,6%), Na^+ , Ca^{2+} e Cl^- (Nuclear, São Paulo, Brasil, com níveis de pureza de 98%, 99% e 99% respectivamente), Mg^{2+} (Synth, São Paulo, Brasil, 99,8% de pureza), SO_4^{-2} (Vetec, São Paulo, Brasil, com 99% de pureza), NO_3^- (Cinética, São Paulo, Brasil, grau de pureza 99%) e NO_2^- (Isofar, São Paulo, Brasil, pureza 97%).

As soluções de referência foram preparadas pela diluição apropriada de uma massa obtida de seus respectivos padrões de grau analítico. Para alcançar a faixa de linearidade das curvas analíticas foram construídas curvas de calibração para cada íon em função das concentrações (0,25 - 10,0 mg L^{-1}).

Instrumentação e metodologia analítica

O pH da água foi determinado pela leitura em pHmetro de bancada (Modelo DM 20). Para determinar a condutividade elétrica (CE) e os sólidos totais dissolvidos (STD), foi utilizado o condutivímetro digital portátil (Modelo MCA 15 - CAAL). As determinações da turbidez foram obtidas utilizando um turbidímetro (Modelo TB1000). Todas as leituras foram feitas em triplicata.

Os íons foram determinados através do cromatógrafo de íons (METROHM modelo 883 Basic IC plus, Herisau, Suíça), composto de uma bomba de alta pressão inteligente (Ipump), um detector de condutividade com estabilizador de detecção controlado por um software MagIC Net Basic e um sistema de supressão química. As amostras foram previamente filtradas e injetadas em triplicata com protocolo de análise recomendado pelo fabricante. Na análise dos cátions empregou-se uma coluna metrosep A Supp4 cuja fase móvel foi composta de Na_2CO_3 (0,1905g L^{-1}) e NaHCO_3 (0,1445g L^{-1}). Para os ânions utilizou-se uma coluna metrosep C2 com a fase móvel preparada com o $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ (0,680 g L^{-1}). O regenerante da resina de troca iônica foi composto de H_2SO_4 (5,6 mL L^{-1}), com o fluxo mantido em 0,9 mL por minuto.

Análises estatísticas

A associação das variáveis que influenciam a qualidade da água do corpo aquático estudado foi identificada por meio das análises de agrupamento hierárquico (AAH), componentes principais (ACP) e análises de correlação com base no coeficiente Pearson (r). Todas as operações matemáticas e estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas SPSS 16.0 (*Software Statistical Package for Social Sciences*) e Excel 2010.

Para interpretação dos dados, utilizando ACP e AAH, foi originada uma matriz de dados da ordem 10 x 12 onde as linhas correspondem às amostras de água (casos) e as colunas correspondem as variáveis pH, CE, STD, turbidez, K⁺ (potássio), Na⁺ (sódio), Ca²⁺ (cálcio), SO₄⁻² (sulfato), NO₃⁻ (nitrato), NO₂⁻ (nitrito), Mg²⁺ (magnésio) e Cl⁻ (cloreto). Devido ao fato das variáveis utilizadas não apresentarem a mesma escala, foi preciso escalonar os dados através do método Z-Score, conforme a equação 1:

$$Z = \frac{X - X_m}{\sigma} \quad (1)$$

onde, Z é o valor padronizado da variável, X é o valor inicialmente encontrado da variável para cada amostra, X_m é o valor médio da variável e o σ é o desvio padrão da variável na amostra (LACERDA et al., 2010). A AAH foi feita adotando-se a técnica de análise de *cluster*, que permite classificar uma amostra de entidades em um pequeno número de grupos mutuamente excludentes, com base na similaridade entre as entidades. No agrupamento não há classes pré-definidas, ao invés disso, a técnica é usada para identificar grupos (HAIR JÚNIOR et al., 2005). A medida de similaridade usada foi à distância euclidiana e o algoritmo de agrupamento adotado na definição dos agregados foi o método de ligação *Ward*. O dendograma horizontal foi adotado para a representação gráfica dos dados.

Foi utilizada a análise de componentes principais como forma de condensar a informação contida de um número de variáveis originais em um conjunto menor de variáveis estatísticas com uma perda mínima de informação. Assim, foi transformado o conjunto

original das variáveis observadas em um novo conjunto de variáveis denominadas componentes principais, estabelecendo-se assim novas variáveis ortogonais. A avaliação da ACP permitiu extrair as principais influências das variáveis no comportamento dos grupos.

As componentes principais (CPs) são as variáveis não correlacionadas, adquiridas multiplicando-se as variáveis correlacionadas originalmente com os autovetores (*loadings*). Os autovalores das componentes principais são as medidas das discrepâncias associadas à participação das variáveis originais nas CPs. Os elementos de transformação das novas variáveis são chamados de *scores* (HONG et al., 2005). Os gráficos foram formados através da análise das amostras em um sistema cartesiano onde os eixos são as CPs.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios das variáveis nas amostras estudadas. A resolução CONAMA 357/2005, estabelece valores máximos admissíveis para parâmetros de qualidade de água de corpos aquáticos, em função do seu enquadramento. Visto que não existem estudos de enquadramento para a bacia do Rio Pardo, será empregado nesta avaliação o critério estabelecido no Artigo 42 da Resolução o qual decreta que enquanto não forem realizados enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2.

Tabela 1. Valores médios dos íons em estudo da bacia do Rio Pardo seguidas pelo desvio padrão, sendo: S = seco, C = chuvoso e LQ= limite de quantificação do método.

Table 1. Average values of the ions studied the Pardo River basin followed by the standard deviation, where: S= dry, C = rainy e LQ = limit quantitation of the method.

| Amostra | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₂ ⁻ | SO ₄ ²⁻ |
|---------|-----------------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | (mg L ⁻¹) | | | | | | | |
| 1S | 4,09±0,23 | 2,92±0,08 | 2,19±0,08 | 4,84±0,06 | 4,99±0,19 | < LQ | < LQ | 3,61±0,14 |
| 2S | 3,68±0,05 | 2,80±0,05 | 2,08±0,07 | 4,70±0,07 | 5,00±0,28 | < LQ | < LQ | 3,60±0,11 |
| 3S | 3,87±0,17 | 2,90±0,07 | 2,12±0,04 | 4,82±0,14 | 4,73±0,12 | < LQ | < LQ | 3,55±0,03 |
| 4S | 3,91±0,09 | 2,85±0,11 | 2,11±0,07 | 4,70±0,21 | 4,76±0,13 | < LQ | < LQ | 3,63±0,13 |
| 5S | 3,63±0,04 | 2,99±0,01 | 2,10±0,05 | 4,61±0,10 | 4,88±0,23 | < LQ | < LQ | 3,70±0,10 |
| 1C | 2,50±0,29 | 2,94±0,13 | 1,96±0,02 | 4,29±0,04 | 3,05±0,27 | 0,49±0,001 | < LQ | 1,55±0,01 |
| 2C | 2,73±0,43 | 2,87±0,07 | 1,96±0,02 | 4,21±0,05 | 2,87±0,41 | < LQ | 0,36±0,002 | 1,63±0,21 |
| 3C | 2,36±0,12 | 2,92±0,02 | 2,00±0,04 | 4,32±0,08 | 2,78±0,23 | < LQ | < LQ | 1,55±0,05 |
| 4C | 2,72±0,24 | 2,86±0,18 | 1,98±0,04 | 4,32±0,08 | 2,70±0,03 | < LQ | < LQ | 1,52±0,009 |
| 5C | 2,69±0,43 | 2,72±0,51 | 1,97±0,12 | 4,36±0,18 | 2,69±0,04 | < LQ | < LQ | 1,50±0,006 |

Os elementos Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , e K^+ não apresentaram valores máximos estabelecidos pela resolução, segundo Santos (2013), estes são elementos denominados majoritários por existirem de forma abundante em ambientes aquáticos limpos. São elementos facilmente lixiviados sob condições de intemperismo intenso e altamente solúveis, o que torna comum suas concentrações nos rios. Contudo, apesar das concentrações não serem definidas, verificou-se que estes elementos apresentam valores dentro dos intervalos descritos por Parron et al. (2011) que afirmam que o Ca^{2+} pode ser encontrado em corpos d'água em concentrações em torno de 15 mg L^{-1} , o Mg^{2+} é encontrado em águas naturais em concentrações próximas dos 4 mg L^{-1} , o Na^+ em água potável geralmente não ultrapassa os 20 mg L^{-1} e concentrações de K^+ em águas superficiais comumente variam de 1 a 3 mg L^{-1} .

Em relação aos íons Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- e NO_2^- , também foram apurados concentrações inferiores quando comparados á resolução e a literatura. Coradi et al. (2009) ao verificarem a qualidade da água superficial da bacia hidrográfica da Lagoa Mirim também encontraram concentrações de Cl^- bem abaixo do recomendado. Clesceri et al. (1998) afirmam que em meio natural suas concentrações são inferiores, se comparadas á águas residuais que contêm esgotos sanitários. Com o SO_4^{2-} , foi observado o mesmo comportamento, as concentrações do mesmo apresentaram valores em conformidade com o CONAMA 357/05 para rios de Classe 2. Este resultado corrobora com o encontrado por Campanha et al. (2010).

Quanto à presença NO_3^- , observou-se que o mesmo ocorre pela primeira vez no período chuvoso e no ponto P1, podendo ser reflexo de alguma atividade antrópica. Porém, no ponto P2, seguindo o curso natural do rio, essa tendência se modifica e se inverte para NO_2^- . Desta forma, apesar da perturbação ocorrida no primeiro ponto, verifica-se que o ambiente trabalha para que seja promovida a conversão de NO_3^- para NO_2^- , processo conhecido como desnitrificação, provocado pela ação de bactérias de diversos gêneros, tais como: *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Micrococcus* e *Proteus* (SOUZA &

FORESTI, 1999; MEURER, 2004). O NO_3^- é o estágio final de oxidação do nitrogênio (CETESB, 2011; SANTOS et al., 2008). Sendo assim, a fonte poluidora pode se encontrar distante do ponto de coleta e este fato é corroborado pela chuva, a qual traz consigo pela drenagem poluentes para o corpo aquático.

Reis et al. (2015) ao avaliarem atividades antrópicas no Rio Guaraguaçu, observaram que as concentrações dos ânions NO_3^- e NO_2^- foram muito abaixo do estabelecido. Entretanto, afirmam que o fato de ambos os íons serem encontrados, demonstra que essa região foi afetada pela atividade humana, uma vez que em águas superficiais, esses íons geralmente não são encontrados. Segundo Resende (2002) esses íons são encontrados com valores ínfimos por serem utilizados em mecanismos bioquímicos de solos, plantas e em processo de desnitrificação.

Os parâmetros físico-químicos apresentaram-se também abaixo dos valores de referência, como pode ser observado na Tabela 2. O pH permaneceu com índices entre 6,43 e 7,66. Este resultado é satisfatório, pois as amostras estão dentro dos limites estipulados como ideais segundo as normas da CONAMA 357/05. A mesma evidência que para conservar a vida aquática, o pH ideal deve variar entre 6 e 9.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros físico-químicos em estudo da bacia do Rio Pardo seguidas pelo desvio padrão, sendo: S = período seco e C = chuvoso.

Table 2. Average values of physical-chemical parameters in the study of the Pardo River basin followed by the standard deviation, where: S= dry, C = rainy.

| Amostra | pH | CE ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) | STD (ppm) | Turbidez (NTU) |
|---------|------------|--|--------------|-------------------|
| 1S | 7,35 ±0,09 | 37,97±1,11 | 19,04±0,61 | 4,01±0,63 |
| 2S | 7,66±0,05 | 43,17±9,99 | 21,07±5,47 | 2,24±0,20 |
| 3S | 7,30±0,26 | 34,80±0,36 | 18,72±0,80 | 6,14±1,69 |
| 4S | 7,34±0,04 | 35,97±1,86 | 19,45±0,05 | 4,61±0,90 |
| 5S | 7,40±0,11 | 34,97±0,97 | 18,28±0,48 | 2,08±0,42 |
| 1C | 6,43± 0,04 | 28,97±0,05 | 12,80±0,76 | 53,87±0,75 |
| 2C | 6,54±0,02 | 26,27± 0,66 | 12,68±0,20 | 53,17±0,61 |
| 3C | 6,68± 0,08 | 26,80±0,10 | 12,89±0,01 | 55,23±0,76 |
| 4C | 6,89± 0,03 | 26,93±0,15 | 12,75±0,43 | 55,07±1,25 |
| 5C | 6,94±0,01 | 28,00±2,17 | 13,04±0,25 | 54,93±0,32 |

A condutividade elétrica encontrada foi abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o que conforme a CETESB (2011) está dentro de níveis aceitáveis. No entanto, é possível observar que a condutividade elétrica, apresentou valores elevados no período de seca, considerando que a condutividade elétrica reflete a concentração de íons em solução (ESTEVES, 1998), certamente houve uma maior concentração de sais solúveis na água, devido aos baixos índices de chuva nessa época.

Os valores obtidos para os sólidos totais dissolvidos também foram abaixo do estipulado pela resolução CONAMA 357/2005, que estabelece o padrão de aceitação dos sólidos na água em até 1.000 ppm. Segundo Fonseca (2002) verifica-se uma relação entre a média dos valores da condutividade e a média de sólidos totais dissolvidos. O acréscimo de um corresponde ao acréscimo de outro e vice-versa. Dessa forma, pode-se dizer que a condutividade tende a ser proporcional à concentração de STD.

A turbidez apresentou-se abaixo do limite estipulado. Valores e comportamentos similares foram encontrados em estudos feitos por Santi et al. (2012) no trecho do igarapé São Francisco - Acre.

Análise de Componentes Principais

Foram selecionadas duas componentes derivadas por rotação varimax, onde o primeiro componente concentrou 70,33% da variância total e o segundo 12,90%, acumulando 83,23% na variância total (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Souto et al. (2015), que avaliaram a variação espacial de cátions, ânions e variáveis físico-químicas no Rio Solimões-Amazonas, nos quais também foram selecionadas duas componentes principais, onde juntas explicaram 84,67 % da variância total.

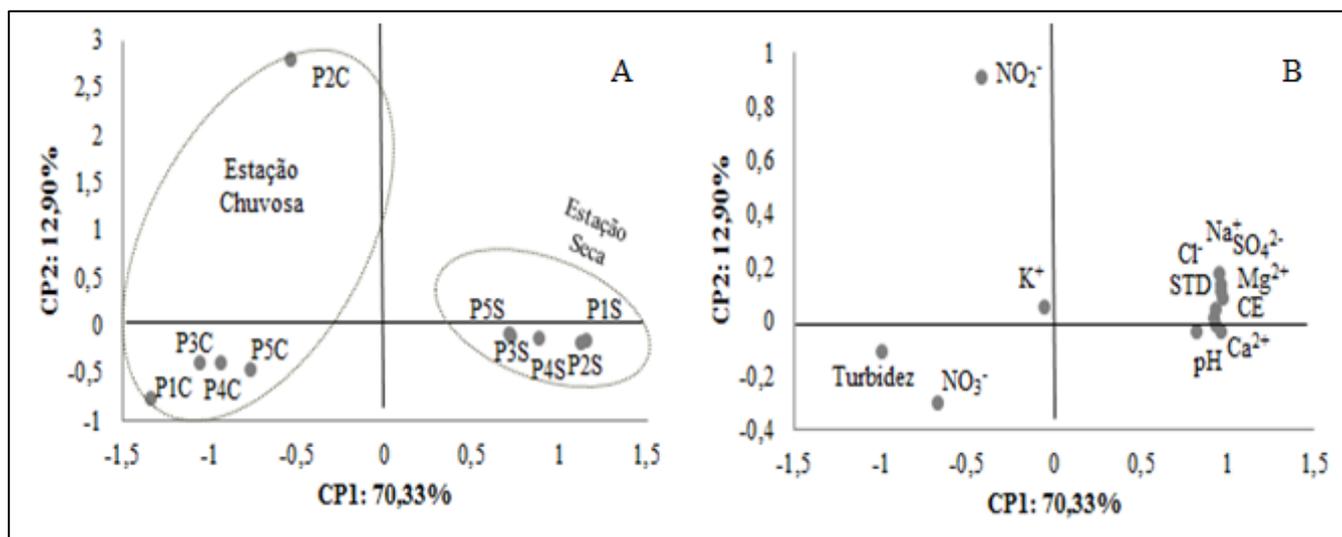


Figura 2. Resultados da análise de componentes principais (CP1 x CP2): gráfico de *scores* (A) e *loadings* (B).

Figure 2. Test results of principal components (CP1 x CP2): scores plot (A) and loadings plot (B).

Observa-se no gráfico de *scores* (Figura 2A) a formação de dois grupos distintos: o primeiro, formado exclusivamente pelas amostras da estação chuvosa e o segundo composto por amostras da estação seca. Assim, ficou evidente a influência direta da sazonalidade no comportamento dos dados, promovendo a separação dos agrupamentos ao longo das componentes 1 e 2. Nota-se que ao longo do eixo da CP1 as amostras da estação chuvosa apresentaram valores negativos, ao passo que as amostras da estação seca influenciaram os valores positivos.

O gráfico de *loadings* (Figura 2B) permite a caracterização de tendências entre as variáveis. Considerando o eixo da CP1, pode-se observar que a maioria das variáveis explica a distinção em relação aos dois grupos com a turbidez, K^+ , NO_3^- e NO_2^- influenciando os valores negativos, indicando as amostras correlacionadas com a estação chuvosa, enquanto as variáveis pH , CE , STD , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Cl^- e Na^+ influenciaram os valores positivos (estação seca).

A origem do primeiro grupo pode ser explicada devido à influência da chuva. Em um processo de precipitação ocorre a lixiviação dos solos, provocando o carreamento de

partículas orgânicas e inorgânicas (argilas) para os corpos hídricos. Com isso, tem-se a elevação da turbidez, além de indicadores de contaminação ou de intervenção antrópica, como o caso do nitrato e nitrito, sendo possível associar a idade de uma determinada poluição com as formas dos mesmos (CETESB, 2011). No caso do K^+ , são encontradas elevadas concentrações deste íon em argilas, devido à facilidade em ser absorvido (SANTOS, 2013) com a precipitação, possivelmente o mesmo foi lixiviado do solo para água.

O grupo II foi formado a partir das demais variáveis que compõem a estação seca. Tal condição pode ser explicada em função da concentração dos constituintes químicos das amostras deste período, que aumentam devido ao efeito da evaporação da água e redução da vazão do rio. Esse fato pode ser evidenciado através da condutividade elétrica, que é a medida da concentração de íons presentes na amostra aquosa. Considerando o efeito da evaporação, ao analisar a Tabela 1 e 2, nota-se que na estação seca a condutividade aumenta com a elevação média da concentração dos íons que a compõem. Para Von Sperling (2005) os íons mais comumente associados com as modificações na condutividade elétrica na água são cálcio, magnésio e sódio, que também compõem os sólidos dissolvidos da água.

Nesse contexto, o grupo concentrou os íons mais facilmente encontrados nas águas dos rios, sendo eles: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- e SO_4^{2-} . Estes são originados dos principais sais solúveis que ocorrem em quantidades relativamente grandes nas rochas como os carbonatos, sulfatos e cloretos (SZIKSAY, 1993). Assim, o teor de salinidade presente na estação seca foi mais elevado, promovido pela concentração dos íons no período, e com o advento da chuva houve a diluição dos sais na estação chuvosa, bem como a lavagem do solo e o carreamento dos nutrientes para o corpo aquático.

Comportamento semelhante foi observado com o pH, que no período chuvoso mostrou-se levemente ácido e no período seco levemente alcalino. No período da estação chuvosa, o caráter levemente ácido das águas pode ser associado aos valores mais altos de

NO_3^- , NO_2^- e turbidez, indicando um maior conteúdo orgânico nas águas, e assim, demandando a ação de ácidos para a decomposição do aporte orgânico. Maier (1987) afirma que uma pequena diminuição no pH pode estar associado ao aumento no teor de matéria orgânica. Já na estação seca, a concentração dos íons pode ter provocado a elevação do pH, originado possivelmente pelas reações de íons carbonato e bicarbonato com a molécula de água, que elevam os valores de pH para a faixa alcalina (ESTEVEZ,1998).

Análise de Agrupamento Hierárquico

A análise de cluster foi empregada para explorar a similaridade entre as amostras, definindo-as em grupos, considerando todas as variáveis. No dendrograma formado verificou-se a formação de dois grupos distintos (Fig. 3A). Assim, os resultados obtidos na ACP são similares aos da AAH, onde os mesmos agrupamentos podem ser verificados.

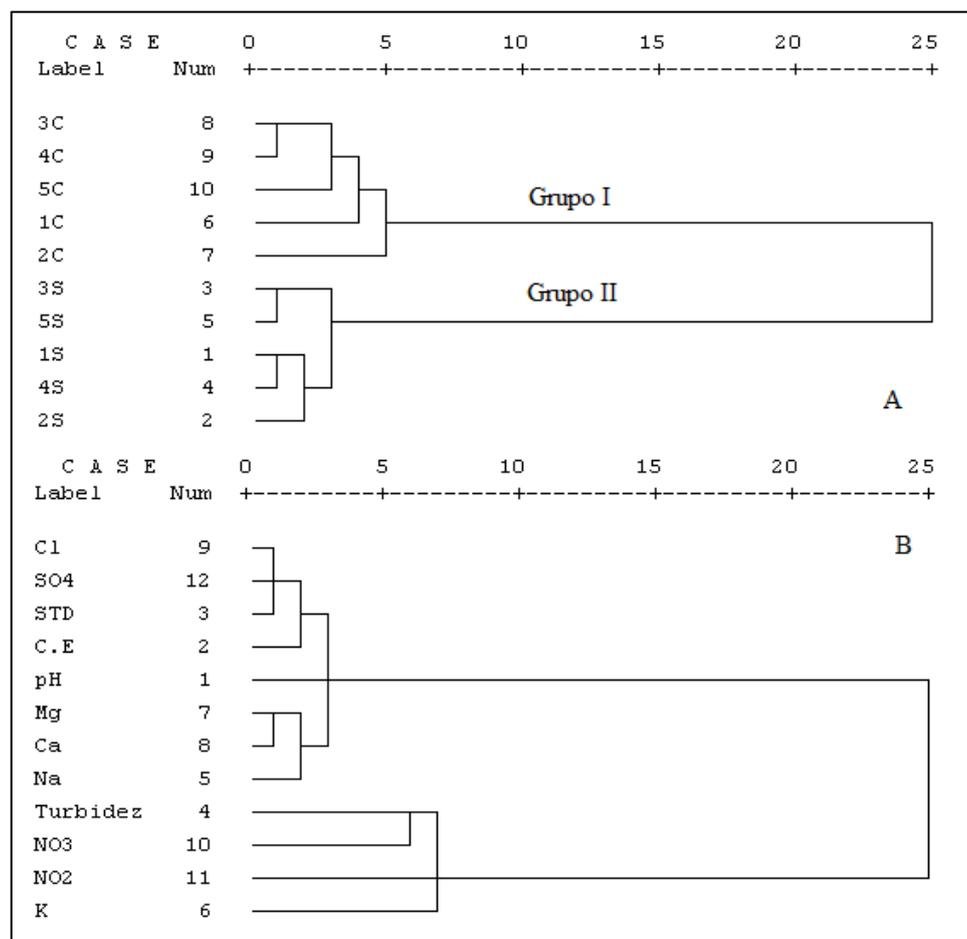


Figura 3. Dendrograma de similaridade (A) por amostras coletadas em diferentes períodos sazonais (B) por variáveis.

Figure 3. Dendrogram similarity (A) for samples collected in different seasonal periods (B) by varying.

O grupo I é composto das coletas realizadas no período chuvoso, e o grupo II, formado pelos pontos coletados no período seco, sendo o grupo que apresentou maior similaridade, possivelmente devido a maior concentração dos íons. Palácio et al. (2009) ao avaliarem a similaridade das águas da bacia do Curu, no Ceará, observaram o mesmo comportamento na definição dos agrupamentos da bacia, que foi basicamente influenciada pela sazonalidade.

Já Bertossi et al. (2013) estudando a qualidade das águas superficiais e subterrâneas no Sul do Estado do Espírito Santo, verificaram que os períodos de coleta não influenciaram na segregação dos grupos formados. Em relação à análise por concentração de variáveis (Figura 3B), também se pôde observar a formação de dois grupos, onde o gráfico de *loadings* corrobora com a AAH por variáveis.

Análise de Correlação

Com o propósito de verificar a especificidade e dinâmica das espécies iônicas que compuseram o grupo II nas AAH e ACP, foi realizada uma análise de correlação das amostras referentes ao período seco. Na Tabela 3 observa-se uma correlação significativa entre pH, a CE, STD e o Cl⁻. Essas correlações evidenciam que o Cl⁻ foi o principal responsável para o entendimento da instabilidade dos parâmetros físico-químicos.

Tabela 3. Matriz de correlação das variáveis de qualidade de água do Rio Pardo no período seco, sendo: * para correlações significativas a 0,05.

Table 3. Matrix of correlation variables quality of water of the Pardo River in the dry season, as follows: * to significant correlations 0.05.

| | pH | CE | STD | Turb | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | NO ₂ ⁻ |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| pH | 1 | | | | | | | | | | | |
| CE | 0,907* | 1 | | | | | | | | | | |
| STD | 0,843* | 0,928* | 1 | | | | | | | | | |
| Turb | -0,713* | -0,505 | -0,315 | 1 | | | | | | | | |
| Na ⁺ | -0,574 | -0,178 | -0,179 | 0,631* | 1 | | | | | | | |
| K ⁺ | -0,558 | -0,714* | -0,909* | -0,078 | -0,055 | 1 | | | | | | |
| Mg ²⁺ | -0,550 | -0,218 | -0,386 | 0,358 | 0,884* | 0,309 | 1 | | | | | |
| Ca ²⁺ | -0,383 | -0,015 | -0,042 | 0,724* | 0,822* | -0,163 | 0,713* | 1 | | | | |
| Cl ⁻ | 0,656* | 0,747* | 0,460 | -0,704* | -0,045 | -0,113 | 0,212 | -0,022 | 1 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|----------------|--------|-------|--------|----------------|--------|--------|-------|---|
| SO_4^{2-} | 0,068 | -0,181 | -0,292 | -0,717* | -0,433 | 0,523 | -0,168 | -0,810* | 0,204 | 1 | | |
| NO_3^- | -0,322 | -0,271 | 0,073 | 0,478 | 0,259 | 0,236 | -0,408 | -0,142 | -0,033 | -0,599 | 1 | |
| NO_2^- | -0,263 | -0,226 | 0,072 | 0,261 | 0,223 | 0,433 | -0,334 | -0,110 | -0,193 | -0,511 | 0,559 | 1 |

O cloreto, assim como o sulfato, é advindo das dissoluções de sais (SANTOS, 2013), estando presente na maior parte associados aos cátions, como sódio, magnésio e potássio (SZIKSZAY,1993). Como os coloides em solos de regiões tropicais possuem uma maior afinidade com elementos de carga positiva, devido sua capacidade de troca catiônica – CTC (RONQUIM, 2010), os cátions que provavelmente estariam ligados ao cloreto estão desassociados e retidos no sedimento. A liberação lenta para o corpo d'água, associada à evaporação de solvente, promovida pelas altas temperaturas do período seco (GIRÃO et al., 2007; PALÁCIO et al. 2009) permitem aos cátions promoverem a elevação do pH, devido suas propriedades alcalinas (RABELO & ARAUJO, 1999). Por esse motivo, não é possível observar as oscilações do pH e CE pelas correlações dos cátions isolados, somente por meio de outro parâmetro físico-químico (STD) é explicada essa possibilidade. Sendo os STD a soma dos teores de todas as substâncias presentes na água (SANTOS, 2013) a união das concentrações dos cátions é o que promove essa interação com os demais parâmetros físico-químicos.

Nesse sentido, a correlação negativa da turbidez com o Cl^- , pH e SO_4^{2-} e positiva entre Na^+ e Ca^{2+} fortalece a afirmação anterior. Aponta-se que no período seco, materiais em suspensão como a argila, são arrastados para o corpo aquático (PARRON et al, 2011) dando origem a uma turbidez constituídos por Na^+ e Ca^{2+} , os quais são os agentes que colaboram para a elevação do pH e associação com ânions, como o cloreto e sulfato na formação de sais.

Outra correlação positiva e significativa ocorreu entre o Na^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} , mostrando que estes se comportam de modo similar nas amostras devido ao fato de serem espécies iônicas predominantes, altamente solúveis, sendo considerados como elementos majoritários (SANTOS, 2001) e, por isso, encontrados de forma abundante nos corpos de águas

superficiais. Comportamento semelhante em amostras de água foi observado por Palácio et al. (2009).

Com o mesmo propósito de verificar a dinâmica das espécies iônicas que compuseram o grupo I nas AAH e ACP, também foi realizada uma análise de correlação das amostras referentes ao período chuvoso. Na Tabela 4 foi possível observar uma correlação positiva entre a turbidez, pH, STD, Ca^{2+} e Mg^{2+} . Com isso, a turbidez que é um parâmetro físico-químico a qual representa os sólidos em suspensão, foi influenciada pela argila de origem inorgânica, a qual foi lixiviada para o corpo aquático com a chuva. O K^+ , possivelmente foi carregado com esse material inorgânico, não estando disponível na água, devido à alta adsorção em coloides.

Tabela 4. Matriz de correlação das variáveis de qualidade de água do Rio Pardo no período chuvoso, sendo: * para correlações significativas a 0,05.

Table 4. Matrix of correlation variables quality of water of the Pardo River in the rainy season, as follows: * to significant correlations 0.05.

| | pH | CE | STD | Turbidez | Na^+ | K^+ | Mg^{2+} | Ca^{2+} | Cl^- | SO_4^{2-} | NO_3^- | NO_2^- |
|--------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| pH | 1 | | | | | | | | | | | |
| CE | -0,186 | 1 | | | | | | | | | | |
| STD | 0,542 | 0,415 | 1 | | | | | | | | | |
| Turb | 0,738* | 0,017 | 0,617* | 1 | | | | | | | | |
| Na^+ | 0,383 | -0,224 | -0,244 | -0,304 | 1 | | | | | | | |
| K^+ | -0,753* | -0,050 | -0,626* | -0,246 | -0,591 | 1 | | | | | | |
| Mg^{2+} | 0,319 | -0,323 | 0,241 | 0,790* | -0,625* | 0,269 | 1 | | | | | |
| Ca^{2+} | 0,682* | 0,443 | 0,855* | 0,869* | -0,235 | -0,463 | 0,448 | 1 | | | | |
| Cl^- | -0,940* | 0,495 | -0,400 | -0,681* | -0,336 | 0,643* | -0,443 | -0,489 | 1 | | | |
| SO_4^{2-} | -0,667* | -0,523 | -0,722* | -0,817* | 0,109 | 0,423 | -0,340 | -0,965* | 0,426 | 1 | | |
| NO_3^- | -0,678* | 0,814* | -0,129 | -0,365 | -0,333 | 0,474 | -0,377 | -0,074 | 0,880* | -0,041 | 1 | |
| NO_2^- | -0,398 | -0,581 | -0,611* | -0,803* | 0,439 | 0,062 | -0,504 | -0,896* | 0,183 | 0,924* | -0,250 | 1 |

O K^+ apresentou uma correlação negativa com o pH e os sólidos totais dissolvidos.

Isso se deve ao fato do potássio, oriundo do período chuvoso pelo carregamento de partículas, ser facilmente incorporado em argilas. Pela permuta de cátions são liberadas outros elementos (STD), não permanecendo o potássio em solução (CLESCERI et al, 1998) e tendo por isso uma correlação negativa com essas variáveis.

Os resultados apresentados em relação aos ânions deixam claro uma maior interação de Cl^- , NO_3^- , NO_2^- e SO_4^{2-} no período chuvoso, onde apresentaram correlações negativas com pelo menos um parâmetro físico-químico. Esse fato pode ser explicado devido esses ânions estarem relacionados com elementos provenientes da atividade humanas, como a utilização do uso de adubos aplicados em áreas agrícolas. Durante o período chuvoso há grande lixiviação destes elementos (PALÁCIO et al., 2009; PEDRAZZI et al., 2014).

Considerando que a sazonalidade foi um fator decisivo na formação de grupos e no comportamento das variáveis, sugere-se que para melhor caracterizar a qualidade da água do Rio Pardo, a distribuição das coletas com monitoramento feito ao longo do ano, para uma melhor elucidação do comportamento de determinadas variáveis.

CONCLUSÕES

A definição das componentes e dos agrupamentos foi determinada principalmente pela concentração e diluição dos íons decorrentes da sazonalidade.

A ação antrópica e a sazonalidade não influenciaram de forma negativa as variáveis da qualidade da água, uma vez que as concentrações obtidas apresentaram-se abaixo dos valores permitidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; DISNEY, W.; ALVES, A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da análise multivariada. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.683-690, 2007.

BERTOSSI, A. P. A.; MENEZES, J. P. C.; CECÍLIO, R. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, M. A. Seleção e agrupamento de indicadores da qualidade de águas utilizando Estatística Multivariada. **Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2025-2036, 2013.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. **Projeto Pró-Água Semi-árido: Estudo de caracterização dos recursos hídricos de Minas Gerais**. Minas Gerais, p.177, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 de mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

BRITO, L. T. L.; SRINIVASAN, V. S.; SILVA, A. S.; GHEYI, H. R. GALVÃO, C. O; HERMES, L. C. Influência das atividades antrópicas na qualidade das águas da bacia hidrográfica do Rio Salitre. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p. 596-602, 2005.

BUENO, L. F.; GALBIATTI J. A.; BORGES, M. J. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde - Conchal – SP. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.742-748, 2005.

CAMPANHA, M. B.; MELO, C. A.; MOREIRA, A. B.; FERRARESE, R. F. M. S.; TADINI, A. M.; GARBIN, E. V.; BISINOTI, M. C. Variabilidade espacial e temporal de parâmetros físico-químicos nos rios Turvo, Preto e Grande no estado de São Paulo, Brasil. **Química Nova**, vol. 33, n.9, p.1831-1836, 2010.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. **Bacia do Rio Pardo**. Disponível em <<http://www.cemig.com.br/pt-br/Paginas/homepage.aspx>>. Acesso em: 20 de jan. de 2015.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento comunidade aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo, 2011. 326 p.

CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 th. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998. 1325p.

CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O.; FIA, R.; MATOS, A. T. Qualidade da água superficial da bacia hidrográfica de Lagoa Mirim. **Revista de Ciências Ambientais**, v.3, n.1, p. 53- 64, 2009.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência/ FINEP, 1998. 602 p.

FERRAZ, D. A. **A produção de pescado em seis municípios da mesorregião Centro-Sul da Bahia: aspectos técnicos e socioambientais**. 2014. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

FONSECA, H.S. **Qualidade das águas superficiais de uma bacia hidrográfica sujeita a processos erosivos: Estudo de caso do rio Bonito, em Descalvado, SP.** 2002. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

GIRÃO, E. G.; ANDRADE, E. M.; ROSA, M. F.; ARAÚJO, L. F. P.; MEIRELES, A. C. M. Seleção dos indicadores da qualidade de água no Rio Jaibaras pelo emprego da análise da componente principal. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, p.17-24, 2007.

GUEDES, H. A. S.; SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.5, p. 558-563, 2012.

GUIMARÃES, D. G. **Avaliação de genótipos de mandioca em Cândido Sales – BA.** 2013. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.

HONG, L. N.; MARTINE, L.; MARC, E.; FJO, D. R.; THAI, H. D., WILLY, B. Correlations, partitioning and bioaccumulation of heavy metals between different compartments of Lake Balaton. **Science of the Total Environment**, v. 341, p.211– 226 2005.

LACERDA, J. J. J.; SANTOS, J. S.; SANTOS, S. A.; RODRIGUES, G. B.; SANTOS, M. L. P. Influência das características físico-químicas e composição elementar nas cores de méis produzidos por *Apis mellifera* no sudoeste da Bahia utilizando análise multivariada. **Quím. Nova**, vol.33, no.5. São Paulo, 2010.

LIAO, S. W. ; GAU, H. S.; LAI, W. L.; CHEN, J. J.; LEE, C. G. Identification of pollution of Tapeng Lagoon from neighbouring rivers using multivariate statistical method. **Journal of Environmental Management**, v.88, p.286-292, 2008.

MAIER, M.H. Ecologia da Bacia do Rio Jacaré Pepira (47°55” – 48°55” W; 22°30” – 21°55” S – Brasil): qualidade da água do rio principal . **Revista Ciência e Cultura**, v. 39, n.2, p.164-185, 1987.

MENDIGUCHÍA, C.; MORENO, C.; GALINDO-RIANO, M. D.; GARCÍA- VARGAS, M. Using chemometric tools to assess antropogenic effects in river water a case study: Guadalquivir river (Spain). **Analytica Chimica Acta**, v.515, p.143-149, 2004.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: Um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, p.33-38, 2002.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. 2º ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. 290p.

MORAES, L. M.; PAULA JÚNIOR, D. R. Avaliação da biodegradabilidade anaeróbia de resíduos da bovinocultura e da suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.24, p.445-454, 2004.

ONGLEY, E.D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Campina Grande: UFPB, 2001. 92p.

PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; LOPES, F.B.; ALEXANDRE, D. M. B.; ARRAES, F. D. D. Similaridade da qualidade das águas superficiais da bacia do Curu, Ceará. **Revista Ciência Rural**, v.39, n. 9, p. 2494- 2500, 2009.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Colombo: Embrapa, p. 68, 2011. (Embrapa Florestas. Documento, 232).

PEDRAZZI, F. J. M.; CONCEIÇÃO, F. T.; SARDINHA, D. S.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. Avaliação da qualidade da água no reservatório de Itupararanga, bacia do Alto Sorocaba (SP). **Geociências**, v.33, n.1, p. 26-38, 2014.

PETERSON, B.J.; WOLLHEIM, W.M.; MULHOLLAND, P.J.; WEBSTER, J.R.; MEYER, J.L.; TANK, J.L.; MARTI, E.; BOWDEN, W.B.; VALETT, H.M.; HERSHEY, A.E.; McDOWELL, W.H.; DOODS, W.K.; HALMINTON, S.K.; GREGORY, S.; MORALL, D.D. Control of nitrogen export from watersheds by Headwater Streams. **Science**, v.292, p.86-90, 2001.

RABELO, M. A. P.; ARAUJO, N.C. Águas minerais de algumas fontes brasileiras. **Revista da Associação Médica Brasileira**. vol.45, n.3, p. 255-260, 1999.

REIS, C. S.; FRANÇA, H. T. S.; MOTYL, T.; CORDEIRO, T. S.; ROCHA, J. R. C. Avaliação da Atividade Antrópica no Rio Guaraguaçu (Pontal do Paraná, Paraná). **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.20, n.3, p. 389-394, 2015.

RESENDE A.V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa, p. 29, 2002. (Embrapa Cerrados. Documento, 57).

ROCHA FILHO, A. C. **Diagnóstico Sócio-Econômico da Região Cacaueira**, vol.5. Rio de Janeiro: Convênio IICA/CEPLAC, 1976. 133p.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. Campinas: Embrapa, p. 26, 2010 (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Documento 8)

SANTI, G. M.; FURTADO, C. M.; MENEZES, R. S.; KEPPELER, E. C. Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do Igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil. **Ecologia aplicada**, v.11 n.1, p. 23 – 31. 2012.

SANTOS, J. S. **Retenção de Metais nos Sedimentos de Reservatórios Hídricos da Bacia do Rio Gavião no Sudoeste da Bahia**. 2001. Tese (Doutorado em Química Analítica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, M.L.P.; SANTOS, J.S.; SANTOS, J.R.; OLIVEIRA, L.B. Efeitos dos escoamentos urbanos e rurais na qualidade das águas do córrego Verruga em Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. **Química Nova**, v.31, n.8, p. 1997-2003, 2008.

SANTOS, V. S. **Avaliação da mobilidade de metais pesados e estudo de espécies iônicas por a espectrometria de absorção atômica e cromatografia de íons do rio São Francisco na região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA) influenciados por atividades antropogênica**. 2013. 151f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

SEI - Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia. **Tipologia Climática e Hidrográfica da Bahia**. 1997. Disponível em: <http://www.sei.ba.gov.br>. Acesso 25/07/15.

SILVA, A. C.; DOURADO, J. C.; KRUSCHE, A. V.; GOMES, B. M. Impacto Físico-químico da Deposição de Esgotos em Fossas sobre as Águas de Aquífero Freático em Ji-Paraná-RO. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 11, n. 2, p. 101-112, 2010.

SILVA, D.D.; MIGLIORINI, R.B.; SILVA, E.C.; LIMA, Z.M.; MOURA, I.B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.19 n.1, p. 43-52, 2014.

SOUSA, J. T.; FORESTI, E. Utilização de lodo anaeróbio como fonte externa de carbono no processo de desnitrificação de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n.1, p. 69-73, 1999.

SOUTO, L. F. L.; OLIVEIRA, T. C. S.; SILVA, M. S. R. Variação espacial de cátions, ânions e variáveis físico-químicas no rio Solimões-Amazonas entre Manaus e Jutai, bacia amazônica. **Acta Amazonica**, vol.45, n.4, p. 415-424, 2015.

SZIKSZAY, M. **Geoquímica das Águas**. São Paulo: Boletim do Instituto de Geociências n.5, 1993. 166 p.

VEGA, M.; PARDO, R.; BARRADO, E.; DEBAN, L. Assesment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water Research**, v.32, n.12, p.3581-3592, 1998.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.

ORIENTAÇÃO AO AUTOR (REVISTA FLORESTA E AMBIENTE)

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO

PRIMEIRA PÁGINA

Título – Objetivo e sucinto com no máximo 12 palavras. Todas as palavras em caixa alta e nome(s) científico (s) em itálico em texto centralizado, em negrito.

Apresentação - Deve ser escrita na folha que consta o título mostrando a relevância do assunto, devendo possuir entre 50 e 200 palavras.

TEXTO - Espaço duplo na primeira versão e espaçamento simples na versão final, em papel tamanho Carta (2,591x27,94 cm), com margem superior, inferior, direita e esquerda de 2,5 cm, fonte Times New Roman 12. O texto deve ser digitado em Word For Windows sem numeração de páginas.

FIGURAS - Deverão ser centralizadas, com ou sem bordas, inclusive no texto, apresentadas em preto e branco. O título deve ser auto-explicativo, numerado em algarismo arábico, alinhado na margem esquerda e posicionado logo abaixo da figura. Aqui incluem-se, gráficos, fotografias (nítidas e com contraste), desenhos, etc.

Para publicar, o autor deverá enviar seu manuscrito ao Editor da **SÉRIE TÉCNICA**.

FLORESTA E AMBIENTE, obedecendo rigorosamente as normas abaixo descritas. Cabe ao Editor, de imediato, recusar o manuscrito que não se enquadre dentro das normas vigentes. O manuscrito que se enquadrar no perfil exigido para publicação, será previamente analisado pelos Editores e só após, seguirá para o comitê consultivo. Os volumes serão publicados segundo o fluxo de demanda de trabalhos recebidos. Os trabalhos deverão conter obrigatoriamente entre 6 a 40 páginas. Nesta modalidade de publicação, não serão aceitos artigos que sejam cópias de outras fontes literárias ou artigos sem nenhuma contribuição didática, técnica ou científica. Caberão artigos provenientes de monografias, experimentações, base de dados, material didático, etc.

As publicações deverão enquadrar-se nas sub-áreas definidas pelo CNPq:

5.02.01.00-0 - Silvicultura

5.02.02.00-6 - Manejo Florestal

5.02.03.00-2 - Técnicas e Operações Florestais

5.02.04.00-9 - Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais

5.02.05.00-5 - Conservação da Natureza

5.02.06.00-1 - Energia de Biomassa Florestal

Exemplos:

Figura 2. Flutuação populacional ($\log(x+1)$) de indivíduos das famílias Aphodiidae, Carabidae e Melolonthidae coletados em plantio de *E. urophylla* no município de Três Marias, MG.

TABELAS - Devem ser incluídas no texto. O título deve ser auto-explicativo, alinhado na margem esquerda e posicionado acima da tabela, com numeração em algarismo arábico.

Exemplos:

Tabela 2. Quantificação dos componentes para mensuração do tempo e temperatura da hidratação do cimento na ausência e presença de partículas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS - No texto devem ser citadas de forma corrida, segundo a ABNT. Recomenda-se evitar citação de resumos simples, somente citando resumos expandidos de Congressos ou de outro evento científico de mesma natureza. Só será aceito uma citação da rede de computadores.

No texto:

Gottlieb (1996) destaca as atividades antioxidantes dos metabólitos secundários e afirma que a proteção contra os efeitos deletérios do oxigênio é a função principal dessas substâncias.

Outras espécies utilizadas, embora em pequena escala, são a Gmelina arborea e Araucaria angustifolia; esta última com sua exploração suspensa (D'almeida, 1988).

Dois autores: Stell & Torres (1989) ou (Stell & Torres, 1989)

Mais de dois autores: Valle et al. (1998) ou (Valle et al., 1998)

Na referência bibliográfica: Digitar a referência na margem esquerda usando-se espaço simples (um) entre as linhas e espaço duplo para separar as referências entre si.

LITERATURA CONSULTADA – Utilizadas para artigos provenientes de anotações de aula. Neste caso não há obrigatoriedade de citação no texto.

Livros e folhetos:

HARBORNE, J.B. **Introduction to ecological biochemistry**. 3.ed. London: Academic Press, 1988. 382 p.

Artigos publicados em Revista Científica:

LATORRACA, J.V.F.; ALBUQUERQUE, C.E.C. Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, V.7, n.1, p.279-291, 2000

Monografias, Dissertações e Teses:

ROQUE, R.M. **Manejo de *Virola surinamensis* no estuário amazônico**. 1998. 75f. Monografia (Especialização em Ciências Ambientais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

PAIVA, S. R. **Aspectos da biologia celular e molecular de espécies de Plumbaginaceae**. 1999. 120f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BRITO, E. O. **Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* plantado no sul do Brasil**. 1995. 120 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Congressos, Conferências, Encontros e outros eventos:

CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORESTAS TROPICAIS, 1., 1985, Belém. Anais... Belém: Livros Técnicos, 1985. 320 p.

Normas Técnicas:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-6023: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2000. 22 p.

Patente:

NOGUEIRA, M.M. **Branqueamento de celulose kraft através de oxigênio**. BR. n. MT023467, 31 maio 1978. p.27.

CASA ERLAN LTDA (Seropédica). Marcos Antônio da Silva. **Embalagens especiais**. BR n. DT456345, 12 outubro 1990.

Referências legislativas:

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO. Portaria n. 187, de 16 de setembro de 1998. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 set. 1998. Seção 2, p. 8301-8302.

Citação de citação:

DIX, B.; MARUTZKY, R. Untersuchungen zur Gewinnung von Polyphenolen aus Nadelholzrinden. **Holz als Roh- und Werkstoff**, München, v. 41, p. 45-50, 1983 **apud** DIX, B.; OKUM, J.;

ROFFAEL, E. Tannine als Bindemittel in Holzwerkstoffen. Teil 1. Eigenschaften tanninhaltiger Fichtenrindenextrakte. **Holz-Zentralblatt**, Stuttgart, v. 125, p. 385, 1999.

Capítulos de livros:

KUITERS, A.T.; van BECKHOVEN, K.; ERNST, W.H.O. Chemical influences of tree litters on herbaceous vegetation. In: FANTA, J. (Ed.) **Forest dynamics research in Western and Central Europe**. Wageningen: Pudoc, 1986. p. 140-170.

Trabalhos apresentados em Congresso:

FERNANDES, F.S.; FERREIRA, M.C. STAPE, J.L. Sistemas alternativos de produção de mudas de Eucalyptus. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5., 1986, Olinda. **Anais...** São Paulo: Soc. Bras. de Silvicultura, 1986. p. 73.

SILVA, E.A.; LARA, F.M. Influência de genótipos de *Solanum* spp na predação de *Myzus persicae* por *Cycloneda sanguinea*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7., 1998, Rio de Janeiro. **Resumos dos trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: Editora Nova, 1998. p. 23.

BARNETT, J.P. Relating seedling morphology and physiology of container-grown southern pines to field success. In: CONVENTION OF THE SOCIETY OF AMERICAN FORESTERS, 1983, New Orleans. **Proceedings...** New Orleans: USDA, 1983. p. 405409.

Artigo de Jornal:

NUNES, E. Madeiras alternativas da Amazônia. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, p. 14, 20 ago. 2000.

Traduções:

WILLEITNER, H. **Proteção Florestal**. Tradução de Marcos Peixoto. São Paulo: Nova, 1985. 360 p. Original inglês.

Trabalhos aceitos para publicação:

ALMEIDA, M.V. Qualidade da madeira de *E. urophylla* da região de Seropédica. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, 2001. No prelo.

SANTANA, R. Effect of the fost growth on the wood. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, 2001. In press.

Documentos eletrônicos:

BELLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El niño e a agricultura da região Sul do Brasil**. Disponível em: <http://www.cntp.embrapa.br/agromet/el_nino2>. Acesso em: 6 abr. 2001.

Documentos CD – Rom:

PALMA, H.A.L.; BALLARIM, A. W. Demarcação e densidade da madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. In: **ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURA DE MADEIRAS**, EB 117.01, 2002, Uberlândia. Anais.... Universidade Federal de Uberlândia, 1 CD – Rom.

Os trabalhos deverão ser enviados para o Conselho Editorial da **SÉRIE TÉCNICA FLORESTA E AMBIENTE** em disquete acompanhados de três cópias impressas sendo uma com o nome (s) do autor (es). Aos autores serão concedidos 10 exemplares gratuitos.

OBS. A série técnica não possui revisor de português. Qualquer artigo publicado será de inteira responsabilidade do autor.

Editor Executivo: Heber dos Santos Abreu

Editor Assistente: João Vicente de Figueiredo Latorraca

ENDEREÇO: Instituto de Florestas, UFRRJ, BR 465 Km 07, Seropédica, Rio de Janeiro, CEP. 23890-000 e-mail: floram@ufrj.br Homepage: <http://www.if.ufrj.br/st> Tel/Fax: (21) 2682-1128