

## IV-011 - ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

### **Dionei Minuzzi Delevati<sup>(1)</sup>**

Professor do Departamento de Engenharia, Arquitetura de Ciências Agrárias da UNISC, coordenador do Curso de Engenharia Ambiental e coordenador do Projeto Protetor das Águas.

### **Djulia Ana Gewehr<sup>(2)</sup>**

Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental, bolsista do Projeto Protetor das Águas.

### **Marcelo Luis Kronbauer**

Professor do departamento de Engenharia, Arquitetura de Ciências Agrárias da UNISC, prestador de serviço do Projeto Protetor das Águas.

### **Felipe Berti Previdi**

Engenheiro Ambiental

### **Eduardo Alexis Lobo Alcayaga**

Professor do Departamento de Biologia, colaborador do Projeto Protetor das Águas.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Independência, 2293, Bairro Universitário, CEP 96815-900, Bloco 12, Sala 1213, Santa Cruz do Sul – RS-Brasil-Telefone (51) 3717 7515. Fax. (51) 3717 7515.e-mail: dionei@unisc.br

## **RESUMO**

As estações fluviométricas são responsáveis pelo monitoramento de nível, vazão e precipitações de um ponto dentro de uma bacia hidrográfica em um determinado rio ou arroio. Com eventos climáticos cada vez mais imprevisíveis é fundamental o monitoramento desses corpos hídricos para a melhor prever enchentes ou períodos com vazões muito baixas, nesse ultimo caso algo necessário para o abastecimento público. Na área de estudo no município de Vera Cruz no estado do Rio Grande do Sul, o Arroio Andréas é responsável por 70% da água utilizada no abastecimento. Sendo assim, foi realizado um levantamento de dados da estação Fluviométrica do Projeto Protetor das Águas, durante o período de um ano (maio 2013 a abril 2014). Mensalmente foram, realizados cálculos das médias de vazão, altura e a contabilização da precipitação. Para fazer o comparativo da precipitação prevista para a cidade, foi utilizada como referência uma tabela média produzida pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, onde foi observado que as precipitações do período ultrapassaram o previsto. A partir dos dados obtidos, observou-se que com as precipitações intensas ocorre o extravasamento do leito maior do rio, além de ocorrer muitas variações de nível em um curto espaço de tempo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos hídricos, monitoramento, vazão, análise de dados, estação fluviométrica.

## **INTRODUÇÃO**

As informações hidrológicas possuem um importante papel para o conhecimento das quantidades, distribuições e características de diversas regiões, as quais podem contribuir para uma melhor gestão dos recursos hídricos.

As estações meteorológicas, fluviométricas e pluviométricas são responsáveis pela coleta de dados que podem ser encaminhadas aos usuários após serem realizados os devidos ajustes, com o objetivo de auxiliar e prever os fenômenos meteorológicos, bem como registrar e acompanhar as variações de tempo nos locais de realização de levantamentos e estudos.

Considerando a dependência do município de Vera Cruz para seu abastecimento de água para com o arroio Andréas. É fundamental que o recurso hídrico seja monitorado de forma contínua para uma melhor caracterização do mesmo e previsibilidade de seu comportamento. A partir disso foram realizados levantamentos e análise de dados, com o objetivo de avaliar as condições do arroio e seus potenciais em diferentes épocas do ano.

Coletando dados de vazão e nível diariamente é possível o monitoramento do comportamento hidrológico do arroio, possibilitando a previsão de eventos hidrológicos extremos.

## CARACTERIZAÇÃO DA BACIA

Bacia hidrográfica é um conjunto de áreas com declividade no sentido de determinada seção transversal de um curso de água, medidas as áreas em projeção horizontal (GARCEZ; ALVAREZ, 1988, p.43).

A bacia hidrográfica do Rio Pardo está localizada na região central do Estado do Rio Grande do Sul, aflui no rio Jacuí. Possui uma extensão de 115 quilômetros, abrangendo 13 municípios, uma de suas Sub-Bacias é a do arroio Andreas conforme a Figura 1 se encontra no município de Vera Cruz, no planalto central, o relevo apresenta variações de altitudes do terreno que variam entre 500 e 50 metros. O município possui uma população total de 23.983 habitantes, onde 13.320 habitantes moram na zona urbana e 10.663 habitantes na zona rural. (IBGE, 2010)

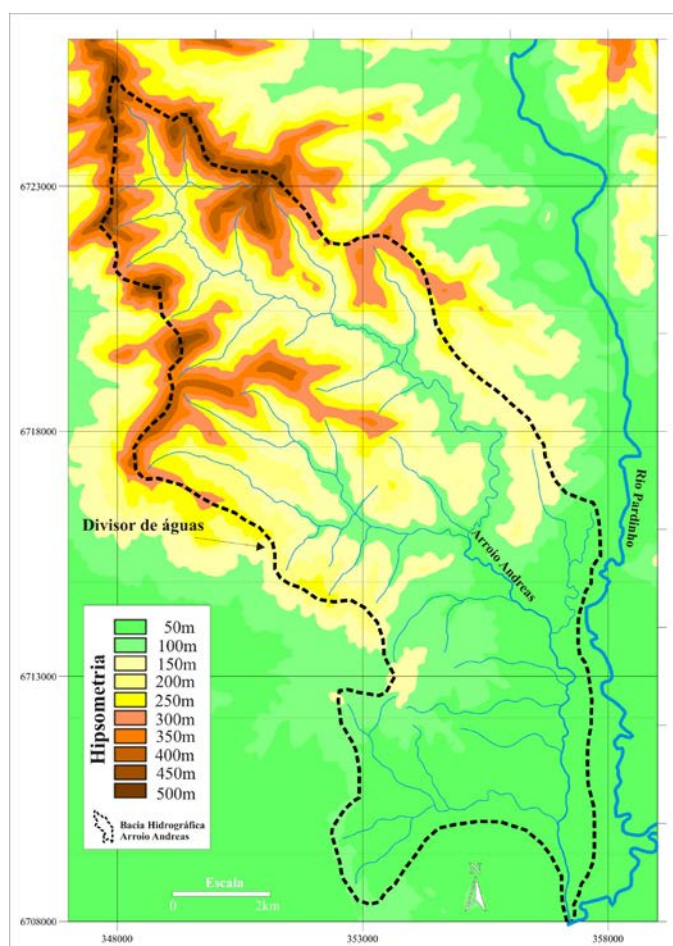


Figura 1- Sub-Bacia do Arroio Andreas

A sub-bacia possui uma área total de 8.266 hectares, a montante da estação 5.251 hectares e jusante 3.015 hectares, com uma área total alagada de 10, 17 hectares, possuindo uma perda de 57% de sua mata ciliar. A Figura 2 ilustra o ponto de amostragem utilizado no presente trabalho.

O Arroio Andréas possui um comprimento total de 26.052 metros, sendo que 16.721 metros a montante da estação e 9.331 metros jusante. Possui uma área de preservação permanente ao longo do arroio de 127,25 hectares (ECOPLAN ENGENHARIA).



Figura 2- caracterização do ponto de coleta de dados da estação fluviométrica modelo SL2000 PNVn

O município possui uma captação a jusante da estação fluviométrica que beneficia em torno de 7.223 domicílios com as águas do arroio Andreas. O restante da população em torno de 670 domicílios são beneficiados com águas de poços ou nascentes.

## METODOLOGIA

A metodologia empregada constituiu na busca de informações hidrológicas, do tipo fluviométrica, obtidas através de uma estação de monitoramento modelo SL2000 PNVn, instalada em um ponto estratégico do Arroio, a montante do ponto de captação de água para o município. A estação (Figura 3) foi obtida e instalada pelo Projeto de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) - Protetor das Águas, que atua na sub-bacia do Arroio Andréas no interior do município de Vera Cruz, região central do estado do Rio Grande do Sul.



Figura 3- Estação fluviométrica instalada as margens do Arroio Andréas

Para a análise dos dados fluviométricos foi realizado a coleta no banco de dados do projeto de informações coletadas entre maio de 2013 e abril de 2014, totalizando um período de um ano de dados. Após o levantamento dos dados, foi realizada a média diária de altura e vazão do arroio para que posteriormente fosse efetuada uma média mensal.

Foram realizadas médias mensais de altura e vazão do curso d'água. Como a estação de monitoramento não possui sensor de pluviosidade instalado foram utilizadas as precipitações mensais do município de Santa Cruz do Sul, município vizinho a Vera Cruz, para que estes dados fossem correlacionados com a vazão e altura do arroio Andréas.

Foram analisados a cada mês, os dias em que se obteve a maior altura do nível do arroio e a menor altura. Analisando também a quantidade de dias no ano em que o arroio permaneceu na mesma altura, transformando esse período em porcentagem. Ao final da análise dos dados foram feitos gráficos dos aspectos mais importantes observados.

## RESULTADOS

Após o levantamento de todos os dados do período analisado, foram feitas as médias mensais de vazão. Posteriormente foram calculadas as médias mensais. Também foram utilizadas as precipitações diárias que ocorreram em cada mês do ano como mostra na Tabela 1.

Para obter uma comparação de qual a precipitação que seria a estimada para o município, foi utilizada uma média de precipitações elaboradas pelo Serviço de Meteorologia do Ministério da Agricultura, onde foram utilizadas informações pluviométricas da estação de Santa Cruz do Sul nos anos de 1914 a 1968, totalizando uma precipitação anual prevista de 1604,1 milímetros.

**Tabela 1- Médias mensais de nível, vazão e a precipitação acumulada.**

MÊS	NÍVEL MÉDIO (cm)	VAZÃO MÉDIA (m <sup>3</sup> /s)	PRECIPITAÇÃO OCORRIDA (mm)	PRECIPITAÇÃO PREVISTA (mm)
Maio 2013	77,329	0,073	85	136,1
Junho 2013	79,267	0,099	103,5	105,2
Julho 2013	81,369	0,112	105,2	124,4
Agosto 2013	89,884	0,279	249,2	121,7
Setembro 2013	83,121	0,127	164	155,4
Outubro 2013	101,636	0,521	224,6	132,7
Novembro 2013	101,727	0,217	376,2	127,7
Dezembro 2013	79,719	0,094	122,6	159,9
Janeiro 2014	86,782	0,165	164,2	175,4
Fevereiro 2014	85,812	0,250	234,8	145,1
Março 2014	89,589	0,266	131,6	100,6
Abril 2014	84,717	0,141	103	119,9
<b>TOTAL</b>			<b>2063,9</b>	<b>1604,1</b>

Como mostrado na Tabela 1, em apenas cinco meses a precipitação ocorrida foi inferior à prevista, no restante dos meses a precipitação ocorrida foi bem superior à prevista, obtendo ao longo do período uma diferença de 458,9 milímetros a mais no total ocorrido. Pode-se observar que o mês que mais choveu foi o de novembro com 376,2 milímetros ocorrendo o extravasamento da curva-chave, obtendo a maior média de altura 101,728 centímetros.

O método utilizado para a elaboração da curva-chave para o local onde está instalada a estação fluviométrica é o Logarítmico, sendo assim confiáveis as vazões calculadas para um nível de até 150 centímetros de altura. Acima desse nível de água, já são comprometidos os valores de vazão calculados.

Nos dias nos quais o nível registrado foi superior a 150 centímetros, foram desconsiderados os valores de vazão para efetuar a média mensal.

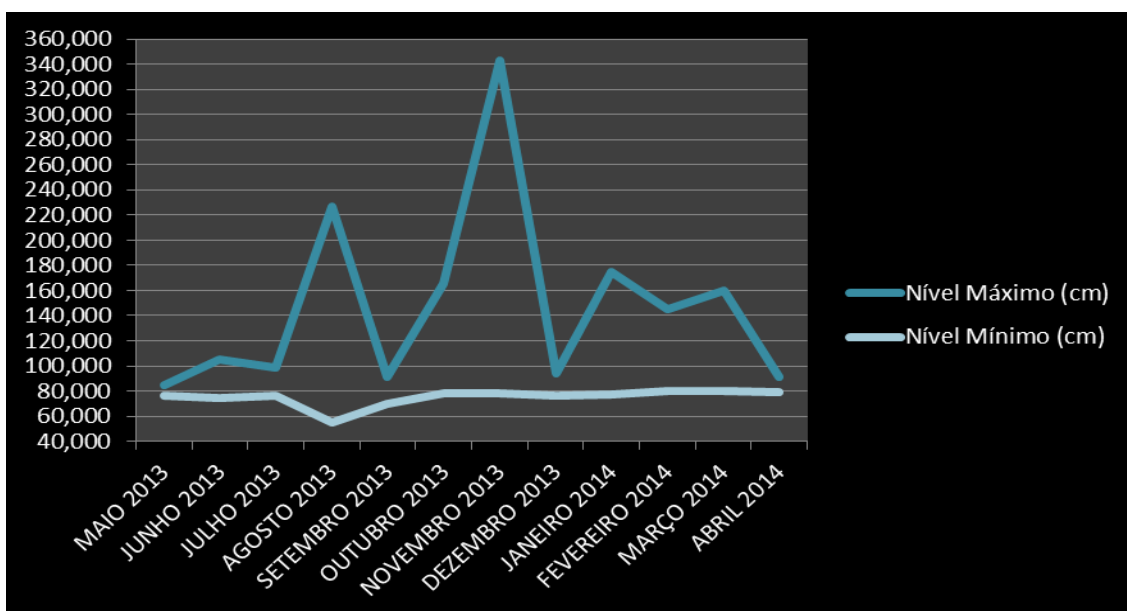
No mês de maio ocorreu a menor precipitação do ano 85 milímetros e também a menor média de vazão mensal 0,073 m³/s, obtendo o arroio uma altura média de 77,329 centímetros.

Ao longo de todos os dias do ano que foram efetuadas medida na estação foi verificado a cada mês o nível máximo e mínimo do arroio, onde foi observado que a maior altura registrada ocorreu no mês de novembro 342,887 centímetros e o menor nível ocorreu no mês de agosto 55,179 centímetros, conforme a Tabela 2.

**Tabela 2- Níveis máximos e mínimos registrados**

MÊS	NÍVEL MÁXIMO (cm)	NÍVEL MÍNIMO (cm)
Maio 2013	85,093	76,212
Junho 2013	104,879	74,576
Julho 2013	98,803	76,368
Agosto 2013	226,689	55,179
Setembro 2013	91,343	69,469
Outubro 2013	165,080	77,796
Novembro 2013	342,887	78,104
Dezembro 2013	93,680	76,254
Janeiro 2014	175,104	77,642
Fevereiro 2014	145,495	80,109
Março 2014	160,300	80,109
Abril 2014	91,212	79,030

Com base nos resultados obtidos, elaborou-se gráfico apresentado na Figura 3. No qual pode-se verificar que os níveis máximos e mínimos oscilaram entre 360 a 40 centímetros durante o ano analisado.



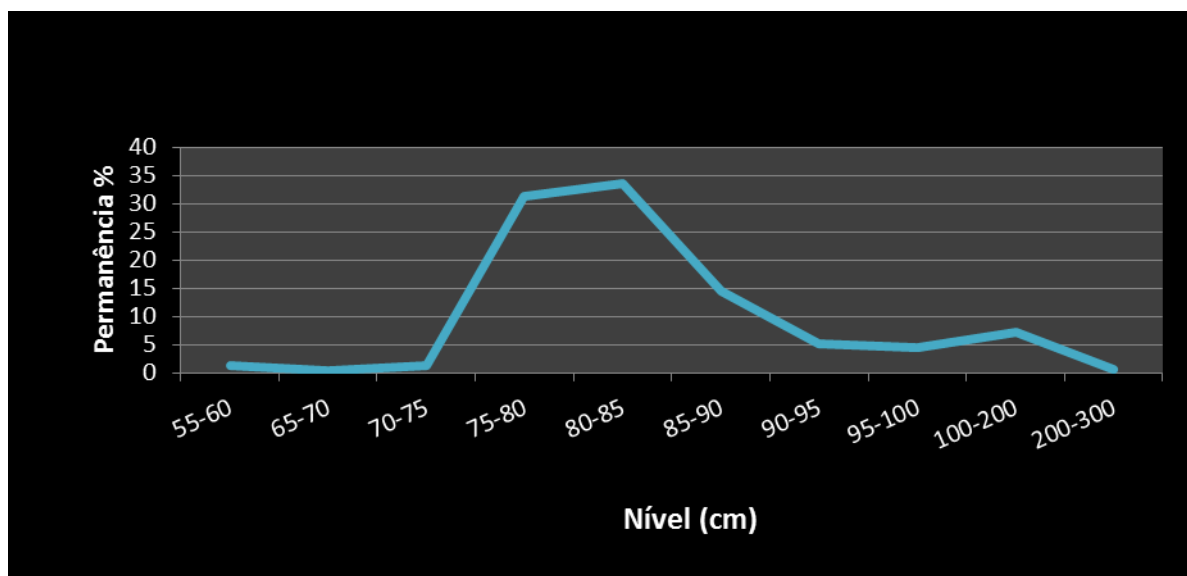
**Figura 3 - Níveis máximos e mínimos mensais**

Por falhas técnicas operacionais da estação, apenas foram efetuadas medidas em 309 dias dos 365 dias do ano. Na Tabela 3 estão descritos os níveis do arroio Andreas e seu respectivo período de permanência ao longo do ano. Pode se observar na Figura 4, que o nível da água permaneceu em 33,66 % do tempo entre as alturas de

80 a 85 centímetros e 31,39% no nível entre 75 e 80 centímetros. Sendo assim as duas alturas predominantes, totalizaram 65,05% de permanência.

**Tabela 3- Níveis anuais de permanência de nível e vazão**

NÍVEL (cm)	PERMANÊNCIA (%)	VAZÕES MÉDIAS (m <sup>3</sup> /s)
55-60	1.29%	0,005
65-70	0.32%	0,020
70-75	1.29%	0,035
75-80	31.39%	0,058
80-85	33.66%	0,091
85-90	14.56%	0,140
90-95	5.18%	0,207
95-100	4.53%	0,299
100-200	7.12%	-
200-300	0.65%	-
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	



**Figura 4– Níveis anuais predominantes**

Com base nos dados obtidos na pesquisa pode-se observar que com as fortes chuvas ocorre o extravasamento do leitor maior do rio, dificultando medidas de vazão precisas. Além disso, ocorrem grandes variações no nível da água em um curto espaço de tempo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que a água é um elemento fundamental para o desenvolvimento das cidades, é essencial que se mantenha o monitoramento da mesma. As estações fluviométricas tem uma função muito importante, monitorar vazão e nível e fatores que os influenciam de forma direta e indireta.

Através do monitoramento é possível dimensionar com precisão a capacidade de utilização de um determinado recurso hídrico para o abastecimento humano, podendo ser dimensionadas ações para eventos extremos como estiagens que podem prejudicar quantitativamente o abastecimento de água. A estação fluviométrica utilizada no presente trabalho se encontra próxima ao ponto de captação de água para o município de Vera Cruz, fornecendo dados precisos para o abastecimento de água.

O monitoramento do nível e vazão também traz consigo a evidência para a necessidade de preservação das áreas de influência direta dos corpos hídricos. Provenho dessa forma tanto quantitativamente como qualitativamente água para o abastecimento humano. O incorreto manejo dos solos, somados ao desmatamento e deposição de lixo nas margens causam o acúmulo de detritos no fundo dos rios, fazendo com que ocorra uma redução na capacidade dos corpos hídricos de suportar eventos extremos.

Através dos dados obtidos foi possível verificar o comportamento do arroio Andréas em diferentes épocas do ano, podendo ser obtida assim uma caracterização geral do comportamento do mesmo. Observou-se que o nível médio do Arroio se manteve durante 65,05% do período entre 75 e 85 cm. Porém a coleta de dados ainda pode ser considerada curta, para a obtenção de dados mais precisos e completos é necessário um período de coleta de dados maior. Observou-se já período de chuvas intensas, mas ainda não foi observado com a estação fluviométrica o comportamento do Arroio Andréas com estiagens mais extremas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. *Hidrologia*. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Blucher, 1988.
2. [s. n.] Introduzindo Hidrologia capítulo13. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/mannich/arquivos/cap13-Medicaodevazao.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.
3. PINTO, Nelson L. S.; OUTROS. *Hidrologia básica*. São Paulo: Blucher, 1976.
4. SEFIONE, André Luis. *Estudo comparativo de métodos de extrapolação superior de curva-chave*. 2002. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
5. TUCCI, Carlos E. M. *Hidrologia- Regionalização de vazões/ Ed. Universidade/ UFRGS*, 2002.
6. TUCCI, Carlos E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1997.
7. ECOPLAN ENGENHARIA, *Etapa A - Diagnóstico dos recursos hídricos da Bacia do Rio Pardo*. Março de 2005. Disponível em: [http://www.comitepardo.com.br/plano\\_pardo/relatorio\\_diagnostico/REA\\_completo.pdf](http://www.comitepardo.com.br/plano_pardo/relatorio_diagnostico/REA_completo.pdf). Acesso em: 6 de abril de 2015.
8. INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. – IBGE. CENSO DEMOGRÁFICO, 2010.