

## **IV-083 - ANÁLISE HIDROLÓGICA EM UM PONTO DA FLORESTA EXPERIMENTAL DE LUBRECHT E SUA IMPORTÂNCIA PARA MANUTENÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM MONTANA, ESTADOS UNIDOS**

**Leonardo Lima Bandeira<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. Integrante do Laboratório de Solos Resíduos e Reuso do IFCE (LASORR-IFCE), Ex-bolsista CAPES pelo programa Ciências sem fronteiras na *University of Montana* e *Columbia University*

**Alana Karen Damasceno Queroga<sup>(2)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Alexsandra Anselmo Lopes<sup>(3)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará.

**Tamires Raquel Gonçalves Silva<sup>(4)</sup>**

Graduanda em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará

**Antônio Olívio Silveira Britto Júnior<sup>(5)</sup>**

Professor do Eixo de Química e Meio Ambiente do IFCE – campus Maracanaú

### **RESUMO**

O Riacho Elk (Elk Creek) está localizado na parte Norte da Floresta Experimental Lubrecht, e é um afluente do Rio Blackfoot que é um importante corpo hídrico para a cidade de Missoula (EUA). O principal enfoque desta pesquisa foi determinar as interações entre as águas superficiais e subterrâneas ao longo de uma distância do Riacho Elk, localizado na Floresta Experimental de Lubrecht e saber se o trecho de água analisado estava ganhando ou perdendo água. A pesquisa se utilizou de quatro métodos para analisar se o fluxo de água no ponto do Riacho estudado estava ganhando ou perdendo água. A Precipitação média anual na área de estudo é de 610 milímetros e 70% dessa ocorre na forma de neve. Os resultados mostraram que a diferença entre as vazões de jusante e montante é positiva, portanto o Riacho está ganhando água a partir de entradas de água subterrânea ao longo do mesmo. Foi também observado que o gradiente do lençol freático é no sentido do fluxo do Riacho. Em relação umidade dois pontos distintos ao longo do riacho foram analisados. O ponto sombreado (Hillslope) apresentou umidade média de 24% enquanto o não sombreado uma umidade média de 9,2%. Através dos resultados obtidos podemos constatar que o riacho em questão está recebendo água da bacia hidrográfica, portanto pode ser utilizado eficientemente para abastecimento urbano caso necessário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos hídricos, Riacho, Análise hidrológica

### **INTRODUÇÃO**

A água é provavelmente o único recurso natural que tem a ver com todos os aspectos da civilização humana, desde o desenvolvimento agrícola e industrial aos valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário.

Devido à importância deste bem natural, a gestão de recursos hídricos integra uma série de iniciativas com o objetivo de regular, controlar e proteger os recursos hídricos sob normas da legislação vigente. A água é um recurso natural fundamental para a manutenção da vida no planeta. Do ponto de vista político, é também um bem público e, embora possa ser explorado comercialmente, deve ser acessado em seu formato potável por todos os cidadãos. A observação das dimensões ambiental, política e social torna este tipo de gestão especialmente complexa.

Os ambientes que formam as bacias hidrográficas também são contemplados neste processo de gestão, a exemplo das encostas e matas ciliares. O estudo dessas áreas deve ser incluído nas ações de gestão e é mais

uma face dos cuidados com as águas. Outra atenção na gestão de recursos hídricos se volta ao controle da erosão nas margens dos rios, responsáveis por indesejáveis processos de assoreamento.

Nos Estados Unidos a gestão dos recursos hídricos segue, historicamente, a aplicação de doutrinas baseadas em costumes e jurisprudências. Desta forma o Estado atua no sentido de regulamentar os recursos hídricos segundo estas doutrinas e de atuar de forma supletiva às ações da iniciativa privada.

A natureza federativa dos Estados Unidos impôs uma gestão dos recursos hídricos regionalizada, onde cada estado dispõe de sua própria legislação, cabendo ao governo federal exercer atribuições específicas relacionadas com a navegação, controle de cheias, etc. A gestão da águas é marcada pela diversidade entre as instituições envolvidas e obedece a especificidade local e regional bem como aos costumes estabelecidos em relação ao direito da água.

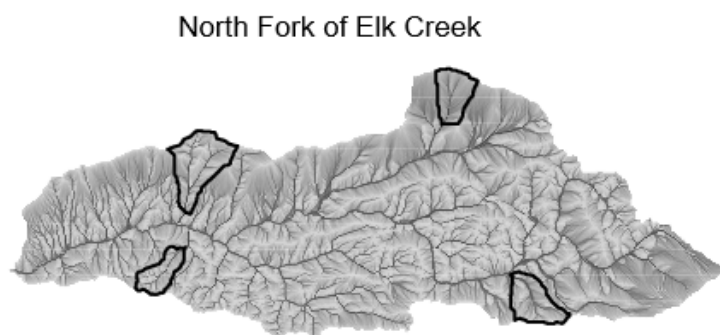
Em relação a Montana, a Constituição de 1972 previu forte supervisão estatal de direitos de água, com o intuito de fornecer para a sua administração, controle e regulação, e estabelecer um sistema de registros centralizados. Um dos principais motivos para esta forte supervisão está no fato de que, devido a grande atividade mineradora no estado, grande quantidade de corpos hídricos foram afetados.

Visto esta problemática em relação a água em Montana, é de suma importância o uso de estudos hidrográficos para manutenção dos recursos hídricos deste estado americano. Sendo assim, o principal objetivo desta pesquisa foi determinar as interações entre as águas superficiais e subterrâneas ao longo de uma distância do Riacho Elk, localizado na Floresta Experimental de Lubrecht e saber se o trecho de água analisado estava ganhando ou perdendo água.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Área de Estudo*

A Floresta Experimental de Lubrecht foi criada a partir de uma doação de terras de uma companhia mineradora a Estação Experimental de Montana (Experiment Station) em 1937. A Floresta está localizada a 48 quilômetros a nordeste de Missoula e tem uma área de 11330 hectares. Desta área total, 8500 hectares são geridos pela Estação de Conservação Florestal de Montana e o restante, 2830 hectares, são geridos pelo Estado de Montana através do Departamento de Recursos Naturais do Estado. A área de foco desta pesquisa, o Riacho Elk (Elk Creek), está localizado na parte Norte da Floresta Experimental Lubrecht, e é um afluente do Rio Blackfoot (Figura 1).



**Figura 1 – Área de estudo da pesquisa**

Fonte: Adaptado do Mapa fornecido por Kelsey Jackson, 2014

## Métodos

A pesquisa se utilizou de quatro métodos para analisar se o fluxo de água no ponto do Riacho estudado estava ganhando ou perdendo água. A vazão do Riacho não pode ser medida através do Método da Velocidade de Área por tratar-se de um corpo hídrico relativamente pequeno e localizado em uma montanha, por isso usamos uma nova técnica chamada dilution gauging, que envolve um marcador químico injetado em um local a montante do riacho. A determinação da vazão por esse método se dá através da análise da diluição deste marcador químico no fluxo de corrente do Riacho até atingir um ponto a jusante do mesmo.

Outro método utilizado foi o de Poços de Água Subterrânea, que são tubos instalados no solo e tem o objetivo de medir o potencial total a superfície do lençol freático. Quando eles são colocados próximos um do outro, é possível determinar o gradiente do lençol freático.

Piezômetros, que são tubos abertos apenas na sua parte inferior e que são instalados a uma profundidade específica dentro da zona saturada, também foram utilizados. A direção do movimento da água no local pode ser estimada através da instalação de piezômetros em diferentes profundidades e comparando os seus níveis de água.

Para testar a qualidade da água, o método da Condutividade Elétrica foi utilizado, que é um método que mede a quantidade total de íons totais dissolvidos na água. A umidade do solo também foi analisada.

Além destas análises, um levantamento do clima, tipo de solo e tipos de madeira encontrados na área foi realizado.

## RESULTADOS

A Precipitação média anual na área de estudo é de 610 milímetros e 70% dessa ocorre na forma de neve. Nós podemos encontrar seis grandes tipos de rocha na área dentro da Floresta: cascalhos, siltitos, arenitos e conglomerados, adamelito, calcário e quartzitos. Existem quatro tipos principais de madeira na Floresta: larício Ocidental, Abeto de Douglas, Pinus Ponderosa e Pinus Contorta. Em relação às análises sobre fluxos e medição da água podem ser vistas no quadro 1 e equação a seguir:

**Quadro 1 – Resultados Método de dilution gauging**

Local	Vazão (Litros/segundo)
Montante do Riacho	27
Jusante do Riacho	29

$$Net\Delta Q = Q_i - Q_{i-1}$$

$$Net\Delta Q = 29 \text{ L/sec} - 27 \text{ L/sec}$$

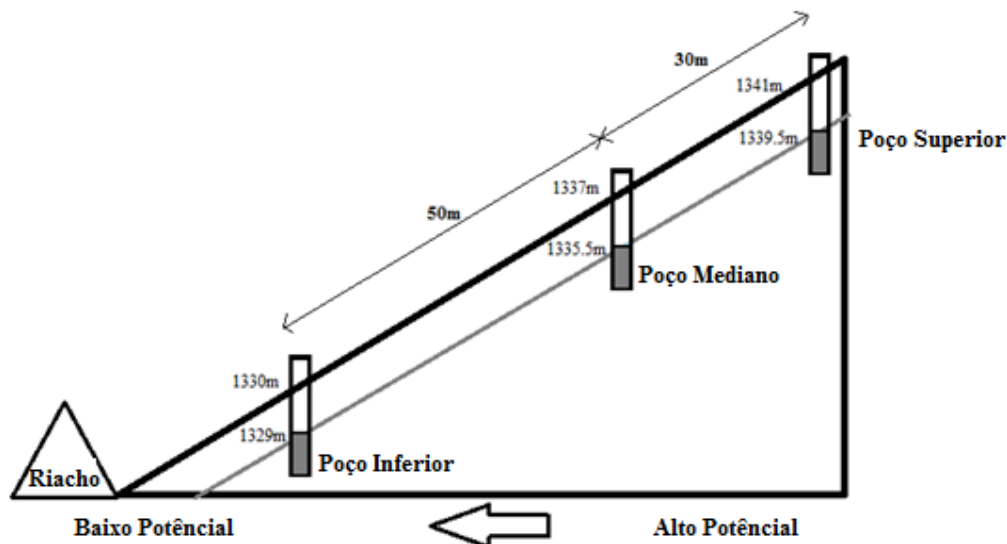
$$Net\Delta Q = 2 \text{ L/sec}$$

A diferença entre as vazões de jusante e montante é positiva, portanto o Riacho está ganhando água a partir de entradas de água subterrânea ao longo do mesmo.

Quanto à medição dos poços:

Local	Nível de água (m)	Elevação a superfície do Solo (m)	Distância do Poço Inferior(m)
Poço Superior	1339,5	1341	80
Poço Mediano	1335,5	1337	50
Poço Inferior	1329	1330	0

O diagrama a seguir mostra as medições da área estudada:



*Superior / Mediano*

$$\begin{aligned}\text{Gradiente} &= \text{WTh1} - \text{WTh2} / \text{distancia} \\ \text{Gradiente} &= (1339,5\text{m} - 1335,5\text{m}) / 30\text{m} \\ \text{Gradiente} &= 0,133\text{m}\end{aligned}$$

*Mediano/ Inferior*

$$\begin{aligned}\text{Gradiente} &= \text{WTh1} - \text{WTh2} / \text{distancia} \\ \text{Gradiente} &= (1335,5\text{m} - 1329\text{m}) / 50\text{m} \\ \text{Gradiente} &= 0,13\text{m}\end{aligned}$$

Ambos os resultados foram positivos, isso quer dizer que o gradiente do lençol freático é no sentido do fluxo do Riacho.

Em relação a análise da umidade do solo na área esta foi realizada através de um tensiometro. Foram escolhidos dois pontos estratégicos ao longo do Riacho (chamados de Hillslope e Sideslope) sendo um deles predominantemente sombreado e outro não. O ponto sombreado (Hillslope) apresentou umidade média de 24% enquanto o não sombreado uma umidade média de 9,2%.

Em relação à qualidade da água:

Local	Condutividade (uS/cm)
Montante	46
Jusante	51
Água Subterrânea	186

Na parte condutividade elétrica pode ser visto que os íons tendem a aumentar a jusante do Riacho. Existem muito mais íons na água subterrânea por conta de que no subsolo há muito mais sais dissolvidos.

## CONCLUSÕES

Os estudos hidrológicos, de uma maneira geral, são de suma importância para um eficaz planejamento e gestão dos recursos hídricos. A vazão máxima pode ser utilizada na previsão de enchentes, como nos estudos e mapeamento das áreas de risco, e no projeto de obras hidráulicas. O estudo da qualidade de água é indispensável para se averiguar que um recurso hídrico potencialmente usado por uma comunidade, como é o caso do Riacho Elk que é um afluente do Rio que abastece a cidade de Missoula, não oferece riscos a saúde da mesma. Os dados contidos nesse estudo são importantes para futuras pesquisas.

Através dos resultados obtidos podemos constatar que o riacho em questão está recebendo água da bacia hidrográfica, portando pode ser utilizado eficientemente para abastecimento urbano caso necessário. Além disso, o solo do local possui boa umidade e a água tem boa qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EPA, n.d. United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <<http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms59.cfm>>. Acesso em: 13 out. 14.
2. Groundwater Foundation, n.d. The Groundwater Foundation. Disponível em: <<http://www.groundwater.org/get-informed/basics/groundwater.html>>. Acesso em: 15 out. 14.
3. Natural Resources, n.d. Missouri Department of Natural Resource. Disponível em: <<http://www.dnr.mo.gov/env/wpp/vmqmp/level1-ch3.pdf>>. Acesso em: 13 out 14.
4. P.K. Wood (2012). The use of salt dilution gauging techniques: ecological considerations and insights. Water Research. doi: 10.1016/S0043-1354(01)00519-X
5. SSC, n.d. Social Science Courseware. Disponível em: <[http://courses.soil.ncsu.edu/ssc570/units/unit04/main04\\_B\\_03.html](http://courses.soil.ncsu.edu/ssc570/units/unit04/main04_B_03.html)>. Acesso em: 15 out. 14.