



**DANIELI RIBEIRO SABIÃO**

**CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE UMA SUB-BACIA DO  
CÓRREGO DO FAVEIRO NO MUNICÍPIO DE OURO FINO – MG**

**INCONFIDENTES-MG  
2013**

**DANIELI RIBEIRO SABIÃO**

**CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DE UMA SUB-BACIA DO  
CÓRREGO DO FAVEIRO NO MUNICÍPIO DE OURO FINO – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino

**INCONFIDENTES-MG  
2013**

**DANIELI RIBEIRO SABIÃO**

**CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE UMA SUB-BACIA DO  
CÓRREGO DO FAVEIRO NO MUNICÍPIO DE OURO FINO – MG**

**Data de aprovação: 21 de julho de 2013**

---

**Prof. Dr. Miguel Angel Isaac Toledo del Pino**  
**Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes**

---

**Prof. Dr. João Batista Tavares Júnior**  
**Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes**

---

**Prof. (a) Me. Selma Gouvêa de Barros**  
**Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes**

**DEDICO:**

*Aos meus pais, José Mauro e Georgina, aos quais agradeço por ter tido uma criação cheia de amor e dedicação e por não medirem esforços para minha educação.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José Mauro e Georgina, pelo amor, carinho e apoio incondicionais e por fazerem de mim o que sou hoje.

Agradeço a minha irmã Fernanda, que sempre foi uma amiga e sempre teve muito carinho por mim e ajudou na minha formação. Agradeço por ter dado a maior alegria em minha vida, minha sobrinha Maria Fernanda.

Ao meu querido Bruno, por seu amor, carinho, amizade, incentivo, compreensão e paciência. Por ser o meu fiel companheiro e meu eterno amor.

As companheiras de república, Anelise e Natália, pela linda amizade que construímos e por terem feito minha vida em Inconfidentes muito mais feliz e com quem eu pude aprender muitas coisas. Nunca me esquecerei dos nossos lanches da tarde com bolinho de leite condensado, nossas jantinhas, nossas conversas no quintal, dos desabafos, das bagunças, das madrugadas fazendo trabalho, enfim, vou levá-las para sempre em meu coração.

Aos queridos amigos Elis Rose, Thais e Rodrigo, com quem eu pude compartilhar momentos maravilhosos.

Ao Professor Miguel Angel Isaac Toledo del Pino, pela orientação, dedicação, apoio e por tudo o que me ensinou.

E finalmente agradeço a Deus, por proporcionar estes agradecimentos à todos que tornaram minha vida mais afetuosa, pelo presente da vida, pela força, pela fé e por estar comigo em todos os momentos da caminhada, por ser o meu guia e meu porto seguro, além de ter me dado uma família maravilhosa, amigos sinceros e um amor verdadeiro.

“Que todo o meu ser louve ao Senhor, e que eu não esqueça nenhuma das suas bênçãos.”  
Salmo 103:2

*“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: A VONTADE”*

*(Albert Einstein)*

## RESUMO

A demanda por água limpa aumenta cada dia mais, ao passo que as possibilidades do uso da água vêm decrescendo ao longo do tempo. Todos os elementos essenciais a vida encontram-se interligados, um sistema é composto de vários subsistemas, cada um com suas particularidades. Por apresentar papel relevante no ciclo hidrológico, torna-se de suma importância a caracterização física e química da bacia hidrográfica não somente para a conservação da água, mas também pelos diversos outros recursos inter-relacionados com a mesma, para atender a necessidade crescente da população mundial. O presente trabalho teve por finalidade delimitar a sub-bacia Córrego do Faveiro do município de Ouro Fino – MG e elaborar o diagnóstico de suas características fisiográficas, tais como: área de drenagem, forma da bacia, fator de forma e índice de circularidade, densidade de drenagem, ordem dos cursos de água, densidade de drenagem, dentre outros; e também a confecção de mapas de representação das curvas de nível, representação da rede de drenagem e ordenamento da bacia, obtidos por meio da carta planialtimétrica e auxílio do software AutoCAD 2010. Os dados do levantamento fisiográfico da sub-bacia hidrográfica foram obtidos em carta planialtimétrica, os quais foram manipulados com auxílio do software AutoCAD 2010. Como principais resultados tem-se que a sub-bacia estudada mostra baixa susceptibilidade a enchentes, de acordo com seu valor de fator forma (0,43) e índice de circularidade (0,69) e sua declividade média de 18,62%, mostra a necessidade de práticas de conservação mais complexas para utilização da área.

**Palavras-chave:** bacia hidrográfica, recursos hídricos, fisiografia.

## ABSTRACT

The demand for clean water increases more each day, while the possibilities of water use have been decreasing over time. All the essentials to life are interconnected, a system is composed of several subsystems, each with its own peculiarities. By presenting important role in the hydrological cycle, it is of paramount importance to physical and chemical characterization of the watershed not only for water conservation, but also for many other resources interrelated with the same, to serve the increasing needs of the population world. This study aimed to define the sub-basin Córrego Faveiro the city of Ouro Fino - MG and diagnostic work up of their physiographic characteristics such as drainage area, basin shape, form factor and circularity index, density drainage, order of watercourses, drainage density, among others, and also mapping the representation of contour representation of the drainage basin and land, obtained the letter and planialtimetric aid of AutoCAD 2010 software. The survey data physiographic sub-basin were obtained in planialtimetric letter, which were handled with the aid of AutoCAD 2010 software. The main results are that the sub-basin study shows low susceptibility to flooding, according to its value form factor (0.43), and circularity index (0.69) and its average slope of 18,62% shows the need for conservation practices for the use of more complex field.

**Keywords:** watershed, water resources, physiography.



## SUMÁRIO

RESUMO .....	i
ABSTRACT .....	ii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1. BACIA HIDROGRÁFICA .....	3
2.2. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS À BACIA HIDROGRÁFICA.....	5
2.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS .....	7
2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA .....	8
2.4.1. Área da sub-bacia (A).....	8
2.4.2. Perímetro da sub-bacia (P) .....	9
2.4.3. Ordem da sub-bacia.....	9
2.4.4. Densidade de drenagem (Dd) .....	9
2.4.5. Densidade de cursos d'água (Dc).....	10
2.4.6. Fator de forma (F) .....	10
2.4.7. Índice de circularidade (IC).....	11
2.4.8. Índice de compacidade (Kc).....	11
2.4.9. Declividade média da sub-bacia (S).....	11
2.4.10. Orientação (O).....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1. ÁREA DE ESTUDO .....	13
3.2. LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSIOGRÁFICAS DA SUB-BACIA	14
3.3. PARÂMETROS ENCONTRADOS COM AUXÍLIO DO AUTOCAD 2010 .....	15
3.4. PARÂMETROS MENSURADOS.....	15
3.5. MAPEAMENTO FÍSIOGRÁFICO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	19
4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SUB-BACIA.....	19
5. CONCLUSÕES .....	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## **1. INTRODUÇÃO**

A água está presente em todas as partes de nosso planeta e nas mais diferentes formas. Trata-se de um recurso tão importante que com a falta do mesmo, não há desenvolvimento e nem boas condições para sobrevivência das pessoas e das comunidades, além de ser fundamental para a vida. Procura-se então, entender os mecanismos de atuação deste recurso natural para propiciar o seu uso pelo homem.

Baseado no fundamental papel que a água exerce sobre a vida na Terra e de sua participação na maioria dos fenômenos naturais, diversos aspectos de seu comportamento vêm sendo estudados em um momento em que a população mundial e a poluição não param de crescer e a quantidade de água continua a mesma.

Toda atividade antrópica está inserida em uma bacia hidrográfica e, muitas vezes, o uso e ocupação impróprio do solo causa a deterioração da mesma.

A preocupação em relação à água agrava-se em decorrência de vários fatores que causam a degradação ambiental, como o uso excessivo para irrigação, poluição por defensivos agrícolas, falta de tratamento de esgoto em cidades, destruição de matas ciliares na cabeceira, erosão das margens entre outros.

Os altos índices de poluição atingem os reservatórios de água localizados na superfície causando a morte de rios e lagos. O desmatamento provoca a impermeabilização do solo, causando a diminuição da infiltração da água e o represamento da água dos rios provoca o desequilíbrio da vida aquática. Tais impactos se devem a ação do homem sobre a natureza e acaba por alterar o ciclo natural da água.

Outros aspectos apresentados pela mídia são os inúmeros casos de enchentes e desabamentos de terras com soterramento e diversos óbitos. Isto ocorre por falta de estudos das características da bacia hidrográfica em que a região está inserida, que devem ser delimitadas para o isolamento das áreas de risco.

A caracterização da bacia hidrográfica é um procedimento realizado nas análises hidrológicas e tem como objetivo esclarecer as diversas questões que exercem relação com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional. Desta forma, o conhecimento de suas características físicas se faz necessário por vários aspectos, como: sua importante relação com o ciclo hidrológico, que influencia na quantidade e qualidade da água produzida; prevenção por meio do zoneamento para que não haja ocupação inadequada da bacia; proteção dos recursos naturais envolvidos e conseqüentemente melhoria da qualidade de vida das pessoas que residem na área da bacia.

O presente trabalho tem por finalidade delimitar a sub-bacia Córrego do Faveiro do município de Ouro Fino – MG e elaborar o diagnóstico de suas características fisiográficas, tais como: área de drenagem, forma da bacia, fator de forma e índice de circularidade, densidade de drenagem, ordem dos cursos de água, densidade de drenagem, dentre outros.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. BACIA HIDROGRÁFICA

É de grande relevância para pesquisadores e gestores a compreensão do conceito de bacia hidrográfica e suas subdivisões, sendo a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos) quem reúne os princípios e normas para a gestão dos recursos hídricos e define as bacias hidrográficas como unidade de estudo e gestão (Teodoro et al., 2007).

A bacia hidrográfica é uma área geográfica, que abrange todas as nascentes de um rio principal e de seus rios tributários, juntamente com as áreas em torno desses rios, uma região sobre a terra na qual todo escoamento superficial percorre para um único ponto fixo, denominado exutório (Corseuil et al., 2008).

Ou seja, a bacia hidrográfica nada mais é que o mecanismo por meio do qual a água chega aos seres humanos, sendo caracterizada pelo conjunto de terras que realizam a drenagem da água das precipitações até o curso de água principal e seus afluentes. Dentro das subdivisões da bacia hidrográfica, aparecem também na literatura o termo microbacia e sub-bacia.

O Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica (PNMH) criado por meio do Decreto-Lei nº 94.076, de 05/03/87, pelo Ministério da Agricultura, define o termo microbacia hidrográfica como *“uma área drenada por um curso d’água e seus afluentes, a montante de uma determinada seção transversal, para a qual convergem as águas que drenam a área considerada”*, não diferenciando o termo bacia e microbacia em suas características, sendo o tamanho a única distinção entre elas.

De acordo com LIMA (2008), a microbacia é uma área que, por ser muito pequena, suas características de rede de drenagem não conseguem suprir às diferenças de uso do solo e a chuvas de alta intensidade. De acordo com tal definição, a área de uma microbacia

pode variar de pouco menos de 1 ha a até 40 ou mais hectares, podendo mesmo atingir, em algumas situações, até 100 ha ou mais.

Para Santana (2003) apud Teodoro et.al; (2007), o termo microbacia, ainda possui uma denominação sem caráter científico, possibilitando a substituição por sub-bacia hidrográfica, mesmo já sendo um termo difundido em nível nacional.

Cecílio e Reis (2006) citam que não há uma concordância de qual seria a área máxima (máximo varia entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km<sup>2</sup> a 200 km<sup>2</sup>) de uma microbacia, e definem a mesma como uma sub-bacia que possui uma área menor, neste caso, costuma-se chamar bacia hidrográfica a toda área drenada pelo rio principal, que deságua no mar ou em um grande lago, e de sub-bacias às áreas de drenagem de seus afluentes.

Segundo Teodoro et al., 2007, as sub-bacias são áreas que drenam a água para os tributários do curso d'água principal.

Como podemos observar, o conceito de bacia, sub-bacia e microbacia hidrográfica não é muito preciso, devido à falta de concordância de opiniões dos pesquisadores dessa área. Neste contexto, adotaremos neste trabalho o termo sub-bacia para delimitar a parcela de uma bacia hidrográfica para estudo.

Em consequência do acelerado e desordenado desenvolvimento da sociedade, cada vez mais as bacias hidrográficas vêm sofrendo alterações na estrutura física de seus cursos d'água, no aporte de sedimentos, na composição da biota, no regime hidrológico, e no fluxo de matéria e energia (Vanacker et al., 2005, citado por Santo, 2008).

De acordo com Peneireiro (2008), em uma bacia saudável, quase metade da precipitação ocorrida sai pela evapotranspiração das plantas, ou seja, toda água do solo, absorvida pelas raízes das plantas é levada até as folhas, que transpiram, ajudando a conservar a umidade e a temperatura do ar. A outra metade da precipitação infiltra e permanece no solo e somente uma parte bem pequena cai direto nos rios. A água que infiltra no chão se acumula no lençol freático e percorre lentamente dentro do solo até formar uma nascente.

A necessidade de conservação de bacias hidrográficas é uma estratégia que tem como objetivo preservar e restaurar a qualidade ambiental e em consequência, todo ecossistema aquático.

Por apresentar papel relevante no ciclo hidrológico, torna-se de suma importância a caracterização física e química da bacia hidrográfica não somente para a conservação da

água, mas também pelos diversos outros recursos inter-relacionados com a mesma, para atender a necessidade crescente da população mundial.

## 2.2. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS À BACIA HIDROGRÁFICA

Apesar da suma importância que a água exerce sobre a vida, as ações antrópicas vêm causando a deterioração da mesma em seus aspectos físicos, químicos e biológicos, diminuindo assim a quantidade e a qualidade de água doce existente no planeta para consumo humano.

Os impactos negativos causados à bacia hidrográfica que causam a morte de rios e lagos se devem a ocupação inadequada do solo, uso indiscriminado da água, destruição das matas ciliares, compactação do solo, erosão, assoreamento, desvios de cursos d'água, contaminação e outras degradações que acabam por afetar o ciclo natural da água.

Segundo Araújo & Pinese (s.d.), atualmente, a preocupação em alcançar a sustentabilidade fez crescer a demanda de projetos, planos e estratégias que unifiquem a integração dos diversos agentes físicos, econômicos e sociais, que atuam no meio, considerando a intensa modificação e degradação ambiental causada pelo homem no momento.

É fundamental ressaltar que o nível de degradação ambiental em que se encontram as bacias hidrográficas, bens imprescindíveis para as nossas vidas, provém da falta de comprometimento e conscientização ambiental e das políticas públicas inadequadas, normas e falta de pessoal especializado, o que acaba por provocar intensas vulnerabilidades ambientais em termos de impactos ao meio ambiente (Reinaldo et al., 2006).

Para determinar a provável consequência de qualquer perturbação em uma bacia hidrográfica, é necessário, antes de tudo, conhecer as características do ecossistema em suas condições naturais de equilíbrio, com o intuito de criar comparações entre as condições hidrológicas e de qualidade da água no ecossistema natural e os ecossistemas nos quais sofram ação antrópica diretamente. Sendo assim, para diminuir os impactos ambientais negativos, torna-se necessário estabelecer sistemas de conservação do solo, agregado à observação do uso do solo na paisagem e da movimentação da água, em situações específicas de cada área (Lima, 2008).

Outra forma de preservação da bacia hidrográfica é a conservação e recuperação de suas nascentes e cursos d'água mantendo suas matas ciliares (área de preservação permanente - APP).

A nascente é o afloramento, na superfície do solo, da água de um lençol freático ou mesmo de um rio subterrâneo. Quando isso ocorre pode formar-se uma fonte, onde a água é represada e se acumula formando, por exemplo, um lago. Ou então, pode nascer um curso d'água (o líquido não fica represado e passa a correr num regato, num ribeirão ou num rio).

Segundo Calheiros et. al. (2004), além da quantidade de água que a nascente produz, é importante que essa água tenha uma boa distribuição no tempo. Do mesmo modo, a bacia não deve funcionar como um recipiente impermeável, e sim absorver boa parte da água por meio do solo, armazená-la em seu lençol subterrâneo e cedê-la, aos poucos, aos cursos d'água por meio das nascentes, mantendo a vazão, até mesmo em períodos de seca. Desta forma, a água é conservada, tanto para o seu uso econômico quanto social, garantindo a disponibilidade.

Uma medida muito importante para a preservação e conservação de nascentes, são as matas ciliares ao seu redor. A mata ciliar é conhecida como a vegetação que se localiza no entorno de rios, lagos, represas, córregos e nascentes. Usa-se o termo “mata ciliar” por ser a vegetação que exerce papel importante na proteção dos rios, como são os cílios para nossos olhos.

As formações ciliares, além de ter relação direta com a qualidade da água, também impedem o assoreamento dos rios, mantêm a biodiversidade, melhora as condições hidrológicas do solo, proporcionam interação entre os ecossistemas terrestre e aquático, desempenha papel de corredor genético para a flora e fauna.

Desta forma, as matas ciliares desempenham múltiplas funções no ecossistema e são consideradas pelo Código Florestal Federal (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) como APPs, que prevê a conservação da mata ciliar das nascentes a um raio de 50 metros ao seu redor.

O desmatamento e a eliminação da mata ciliar ao entorno da nascente, pode provocar o deslocamento e desaparecimento da mesma, ocasionando diversos outros impactos sobre a bacia hidrográfica.

### 2.3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL APLICADA AOS RECURSOS HÍDRICOS

Em consequência aos conflitos provocados pelos usos dos recursos naturais, passou a existir a necessidade de se instituir dispositivos legais para regulamentarem o assunto. Desta forma, a legislação que se refere às questões ambientais foi criada com o objetivo de disciplinar o uso dos recursos naturais, sendo estes a água, o solo, as florestas, o ar e os animais. Tal legislação foi instituída porque se começou a perceber que os recursos naturais, estavam ficando escassos, pela redução de sua qualidade ou deterioração (Borges, 2005).

A Constituição Federal de 1988 e a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, são os principais instrumentos legais que tratam da gestão dos Recursos Hídricos.

A preocupação com a preservação e forma de gestão tomou impulso no Brasil renovado a partir da Constituição Federal de 1988, quando foi determinado como mandamento constitucional o princípio de que todos os recursos hídricos são de natureza pública, passando então a ser de domínio da União e dos Estados-membros. Materializando esse princípio, tivemos a publicação da Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Menezes, 2006).

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi criada com o objetivo de assegurar às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, promover a utilização racional e integrada dos recursos hídricos com vistas ao desenvolvimento sustentável e garantir a proteção preventiva e defensiva dos recursos hídricos.

Atualmente no Brasil, muitos estados ainda não programaram e nem adotaram um sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os brasileiros alimentam a ilusão que por conta do grande volume de água não há a necessidade de uma adequada gestão de recursos hídricos, a níveis estaduais, e passa despercebido o problema de escassez já sentida em muitos lugares do planeta. De acordo com a ONU, uma grande parte da humanidade corre o risco de passar sede dentro de três décadas (Cordeiro, 2004).

Um aspecto importante na caracterização de sub-bacias inserido no contexto legal pelo Código Florestal é o mapeamento das APPs, pois dá amparo legal para a preservação e



recuperação dessas áreas. As APPs foram criadas com a finalidade de proteger o ambiente natural tendo em vista o benefício público. Assim, estas áreas devem estar cobertas com a vegetação natural (Catelani & Batista, 2007).

## 2.4. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA

A caracterização da bacia hidrográfica determina objetivamente as medidas, gráficas e índices fisiográficos mais disseminados na literatura científica que podem ser definidos por meio de cartas que possuem curvas de nível (topografia) e a rede de rios (hidrografia). Desta forma, para extrair as informações fisiográficas, inicialmente deve-se fazer a individualização da bacia hidrográfica (Cruz, 2006)

As características físicas de uma bacia são informações que apresentam suma relevância em seu comportamento hidrológico, devido a estreita relação que existe entre o regime hidrológico e estes elementos.

### 2.4.1. Área da sub-bacia (A)

Segundo Anderson (1957) citado por Lima (2008), a área deve ser determinada em relação a um dado ponto ao longo do canal, ou à própria saída ou confluência da bacia. A área total abrange todos os pontos localizados a altitudes superiores à da saída da bacia e dentro do divisor topográfico que separa duas bacias adjacentes.

A área da bacia é um dado importante por ser o elemento básico para se calcular as outras características físicas. Sua determinação faz-se por meio de mapas topográficos, fotografias aéreas, levantamento de campo e com auxílio de computadores.

#### 2.4.2. Perímetro da sub-bacia (P)

Define-se como o comprimento da linha de contorno da bacia em planta, ou seja, o divisor de águas, ou a linha divisora de água que delimita a bacia (Teodoro, et al. 2007).

#### 2.4.3. Ordem da sub-bacia

A ordem dos rios é uma classificação que reflete o grau de ramificação dentro de uma bacia. O critério descrito a seguir foi introduzido por Horton e modificado por Strahler (1957):

*“Designam-se todos os afluentes que não se ramificam (podendo desembocar no rio principal ou em seus ramos) como sendo de primeira ordem. Os cursos d’ água que somente recebem afluentes que não se subdividem são de segunda ordem. Os de terceira ordem são formados pela reunião de dois cursos d’ água de segunda ordem, e assim por diante.”*

#### 2.4.4. Densidade de drenagem (Dd)

Segundo Horton (1932) citado por Lima (2008), defini-se densidade de drenagem como sendo a razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica. Trata-se de um indicador importante por possuir influência na geologia, topografia, no solo e na vegetação da bacia hidrográfica, e também está relacionado com o tempo gasto para a saída do escoamento superficial da bacia.

Strahler (1957), classifica as bacias quanto a sua densidade de drenagem como:

- Baixa DD: 5.0 km/km<sup>2</sup>
- Média DD: 5,0 - 13,5 km/km<sup>2</sup>
- Alta DD: 13,5 - 155,5 km/km<sup>2</sup>
- Muito alta DD: > 155,5 km/km<sup>2</sup>

#### 2.4.5. Densidade de cursos d'água (Dc)

Trata-se relação que existe entre o número de cursos de água ou de rios e a área da bacia hidrográfica. Seu cálculo dispõe de importância porque representa o comportamento hidrográfico de uma área, em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos de água (Christofolletti, 1980 citado por Barros et al., 2004).

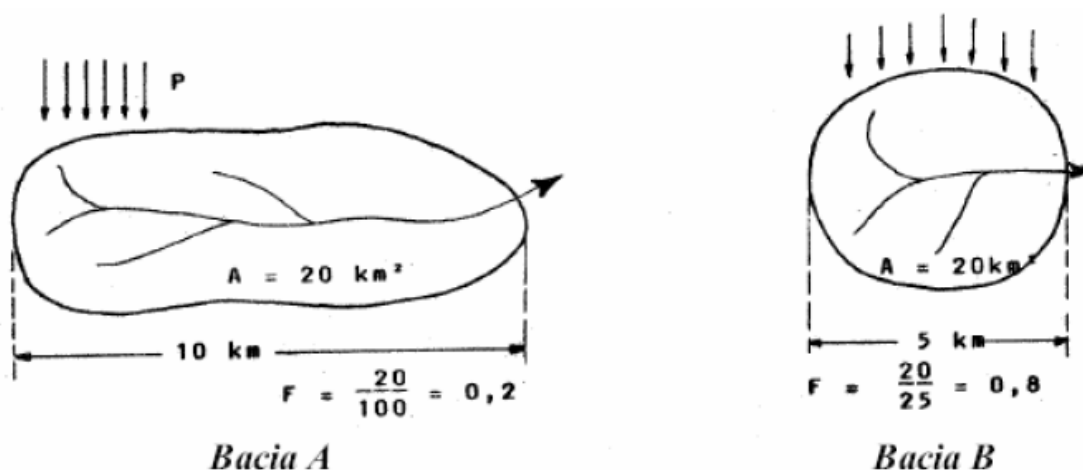
De acordo com Resck (1992) citado por Barros et al. (2004), a densidade de cursos d'água pode ser classificada em baixa, média e alta.

#### 2.4.6. Fator de forma (F)

Várias formas podem existir para uma bacia hidrográfica dependendo de sua interação com o clima e a geologia. Determinando a direção geral do escoamento, a superfície da bacia sempre será côncava.

Este parâmetro pode atuar sobre alguns processos hidrológicos e sobre o comportamento hidrológico da bacia, como por exemplo, o **tempo de concentração (Tc)**, “definido como sendo o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua com a vazão na seção de controle.” (Carvalho & Silva, 2006).

O fator de forma da bacia pode dar indicação sobre a tendência a inundações como é ilustrado na Figura 1.



**Figura 1:** Ilustração da determinação do fator de forma para duas bacias de mesma área (Lima, 2008).

O escoamento direto de uma precipitação na bacia (A) não se concentra tão rapidamente como na bacia (B), além do fato de que bacias longas e estreitas como a (A) são mais dificilmente atingidas integralmente por chuvas intensas (Lima, 2008).

Segundo Carvalho & Silva (2006), “quanto menor o F, mais comprida é a bacia e, portanto, menos sujeita a picos de enchente, pois o Tc é maior e, além disso, fica difícil uma mesma chuva intensa abranger toda a bacia”.

#### 2.4.7. Índice de circularidade (IC)

O Índice de circularidade representa a relação existente entre o perímetro e a área da bacia, determinando o comportamento do escoamento superficial e a propensão a enchentes.

O menor valor possível a ser encontrado é 1,0. Desta forma, quanto mais próximo de 1,0, mais próxima da forma circular será a bacia hidrográfica.

#### 2.4.8. Índice de compacidade (Kc)

É a relação entre o perímetro da bacia e o perímetro de um círculo de mesma área que a bacia.

O Kc é sempre um valor maior que 1 (se fosse 1 a bacia seria um círculo perfeito). Quanto menor o Kc (mais próximo da unidade), mais circular é a bacia e maior a tendência de haver picos de enchente. (Carvalho e Silva, 2006)

#### 2.4.9. Declividade média da sub-bacia (S)

A declividade da bacia é um dos principais fatores que regulam o tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos d'água. Exerce relação significativa com o escoamento superficial, umidade do solo na bacia e outros processos hidrológicos (Lima, 2008).

“Quanto maior a declividade de um terreno, maior a velocidade de escoamento, menor Tc e maior as perspectivas de picos de enchentes” (Carvalho & Silva, 2006).

Em consequência dos picos de enchente e infiltração de água, se determina o maior ou menor grau de erosão da bacia de acordo com sua declividade média. (Carvalho & Silva, 2006)

#### 2.4.10. Orientação (O)

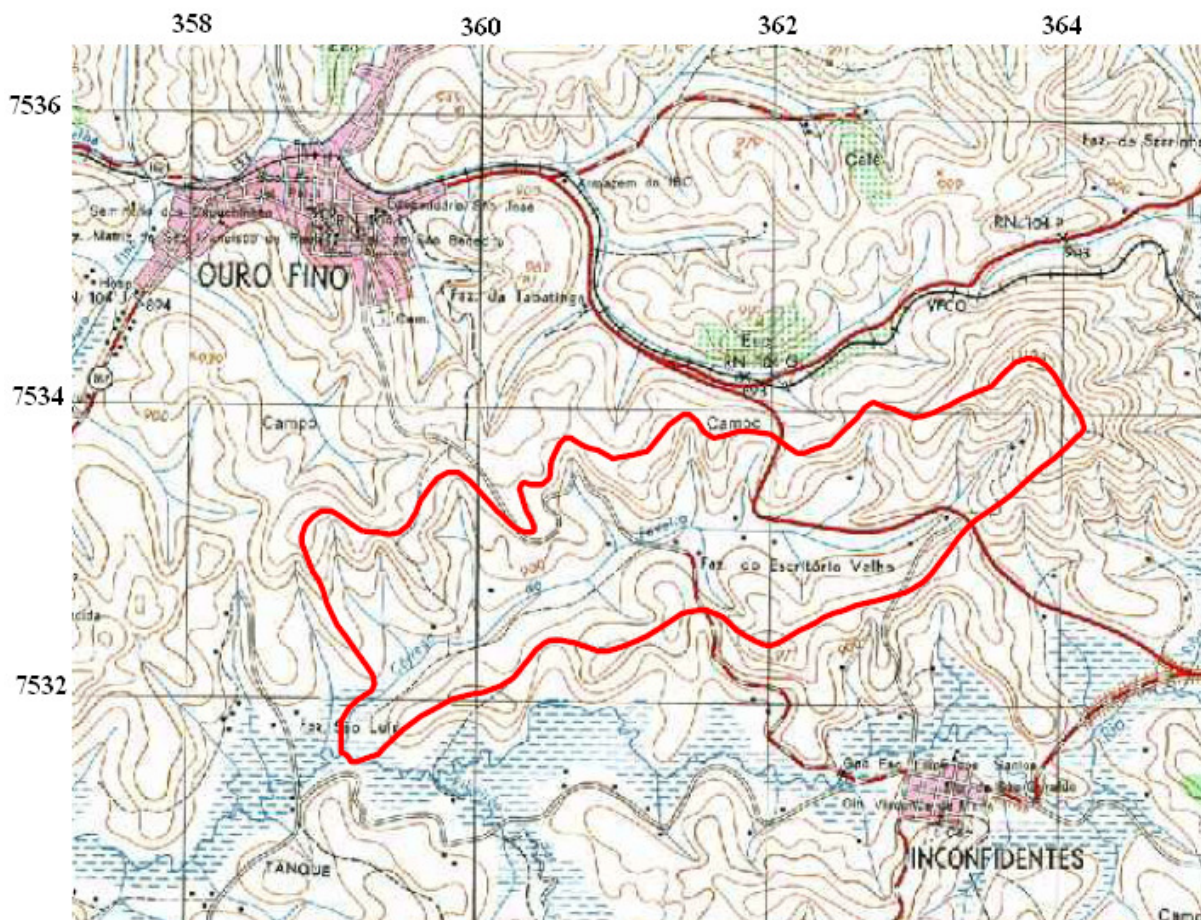
A direção em que a declividade da bacia está exposta é definida como sua orientação, desta forma, se a bacia drena para o norte, sua orientação será norte. A orientação da bacia possui influência nas perdas por evapotranspiração em decorrência da quantidade de radiação solar que a bacia recebe e influencia também nas relações entre a precipitação e o deflúvio (Lima, 2008).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. ÁREA DE ESTUDO**

A sub-bacia hidrográfica estudada está localizada no município de Ouro Fino, situado na zona sul do estado de Minas Gerais. A cidade de Ouro Fino/MG possui uma área de 534 km<sup>2</sup>, apresenta clima tropical de altitude e uma posição marcada pelas coordenadas geográficas de 22° 16' 58'' de latitude Sul e 46° 22' 08'' de longitude Oeste, está situada numa região montanhosa, sendo cortada por vales, e altitude aproximada de 997 metros.

A sub-bacia Córrego do Faveiro é um afluente do Rio Mogi-Guaçu que pertence à bacia hidrográfica do Rio Grande (Figura 2).



**Figura 2:** Área de estudo - Carta Topográfica (Folha Ouro Fino, 1972).

### 3.2. LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSIOGRÁFICAS DA SUB-BACIA

Os dados do levantamento fisiográfico da sub-bacia hidrográfica foram obtidos em carta planialtimétrica, os quais foram manipulados com auxílio do software AutoCAD 2010.

A carta topográfica Ouro Fino, foi obtida no site do IBGE, na escala de 1:50.000, Sistema de projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator), *Datum* vertical: marégrafo Imbutuba (SC), *Datum* horizontal: Córrego Alegre, MG.

Os parâmetros mensurados, bem como a metodologia de determinação são descritos abaixo.

### 3.3. PARÂMETROS ENCONTRADOS COM AUXÍLIO DO AUTOCAD 2010

- **Área da bacia (A):** Delimitada pelo divisor de águas.
- **Perímetro da bacia (P):** É o comprimento da linha divisora de águas.
- **Comprimento do talvegue (Ct):** Comprimento o curso de água principal.
- **Distância entre a foz e o ponto extremo mais longínquo da bacia hidrográfica:** Comprimento axial da bacia hidrográfica.
- **Comprimento total dos canais (Cc):** Corresponde ao somatório do comprimento do curso d'água principal com seus tributários.
- **Comprimento total das curvas de nível (Cn):** As curvas de nível foram digitalizadas e seu seus comprimentos obtidos.
- **Número de Canais (Nc):** Determinada seguindo metodologia proposta por Sthraler (1957).
- **Distância entre as curvas de nível (D):** Obtida por meio da carta planialtimétrica.
- **Ordem da bacia:** Determinada seguindo metodologia proposta por Sthraler (1957).

### 3.4. PARÂMETROS MENSURADOS

- **Densidade de drenagem (Dd)**

Para sua determinação, é usada a equação 1:

$$DD = \frac{L}{A} \quad \dots(1)$$

Em que:

DD = densidade de drenagem, km km<sup>-2</sup>

L = comprimento total de todos os canais, km

A = área da bacia hidrográfica, km<sup>2</sup>



- **Densidade de cursos d'água (Dc)**

Determinada pela equação 2:

$$Dc = \frac{Nc}{A} \quad \dots(2)$$

Em que:

Dc = densidade de cursos d'água, número km<sup>-2</sup>

Nc = número de canais, adimensional

A = área total da bacia, km<sup>2</sup>

- **Fator de forma (FF)**

Segundo Horton (1932), citado por Lima (1996), para determinar o fator de forma da bacia, usa-se a equação 3:

$$F = \frac{A}{Lax^2} \quad \dots(3)$$

Em que:

F = fator de forma, adimensional

A = área da bacia, km<sup>2</sup>

Lax = comprimento do eixo axial da bacia, km

- **Índice de circularidade (IC)**

O índice de circularidade pode ser calculado pela equação 4:

$$IC = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad \dots(4)$$

Em que:

IC = índice de circularidade, adimensional

A = área da bacia, km<sup>-2</sup>

P = perímetro da bacia, km

- **Índice de compacidade (Kc)**

Calculado por meio da equação 5.

$$Kc = 0,28 \frac{P}{A^{0,5}} \quad \dots(5)$$

Em que:

P = perímetro da bacia, km

A = área total da bacia, km<sup>-2</sup>

- **Declividade média da bacia (S)**

Calculada pela equação 6:

$$S = \frac{(D \times L)}{A} \times 100 \quad \dots(6)$$

Em que:

S = declividade média, %

D = distância entre as curvas de nível, m

L = comprimento total das curvas de nível, m

A = área da bacia hidrográfica, km<sup>-2</sup>

- **Orientação (O)**

Definida como sendo a direção geral para qual a declividade está exposta segundo descrito por LIMA (2008).

### 3.5. MAPEAMENTO FISIAGRÁFICO DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA

Além de determinar as características físicas da sub-bacia hidrográfica em estudo, propôs-se neste trabalho a digitalização e vetorização dos dados, confeccionando mapas de representação das curvas de nível, representação da rede de drenagem e ordenamento da bacia, obtidos por meio da carta planialtimétrica e manipulados com auxílio do software AutoCAD 2010.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4. 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SUB-BACIA

Os parâmetros mensurados da sub-bacia estudada são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Características físicas da sub-bacia Córrego do Faveiro, Ouro Fino - Minas Gerais.

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA SUB-BACIA DO CÓRREGO DO FAVEIRO - OURO FINO, MG.</b>				
<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	<b>P (m)</b>	<b>Ct (m)</b>	<b>Cc (m)</b>	<b>Nc</b>
6,226	15.098,57	5.362	14.185,8	25
<b>D (m)</b>	<b>Cn (m)</b>	<b>Ordem</b>	<b>Dd (km km<sup>-2</sup>)</b>	<b>Dc</b>
<b>20</b>	57.968,5	3°	2,27	4,01
<b>O</b>	<b>F</b>	<b>IC</b>	<b>Kc</b>	<b>S (%)</b>
SW	0,22	0,34	1,69	18,62

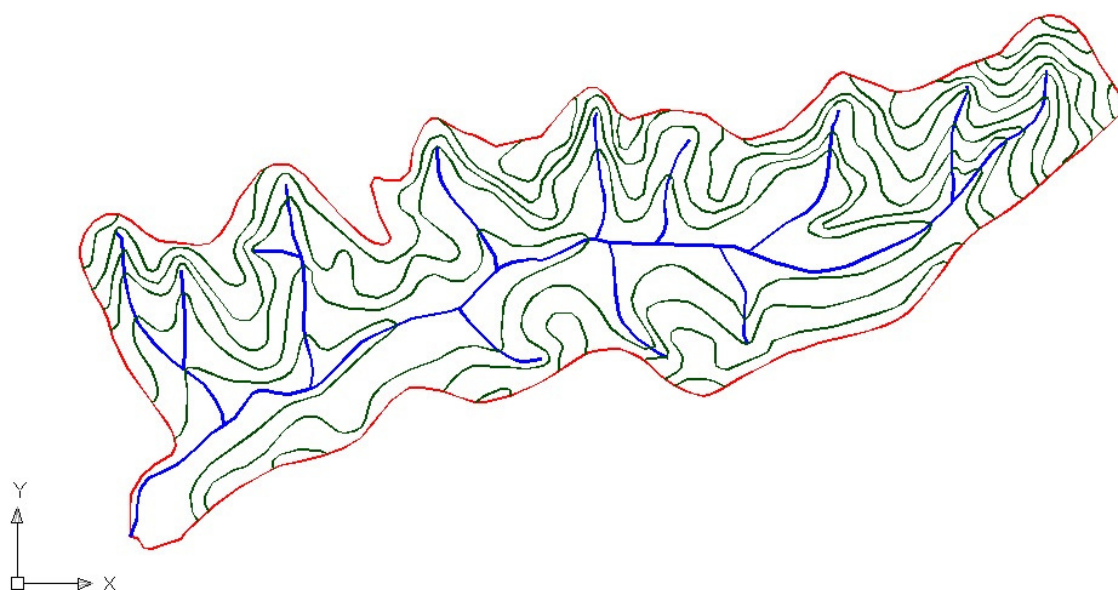
A sub-bacia Córrego do Faveiro apresenta uma área de 6,226 km<sup>2</sup>, representando 1,16% da área do município de Ouro Fino (534 km<sup>2</sup>), e o comprimento da linha divisora de águas denominada perímetro, apresenta 15.098,57 m. Sua declividade media é de 18,62 %, representando relevo ondulado a forte ondulado.

Segundo Rosgatano (1999), citado por Pinto et al. (2003), o declive de 12 a 20% necessita de práticas de conservação mais complexa para utilização dessas áreas, e o declive acima de 20% leva a um escoamento superficial com maior velocidade favorecendo a incidência de problemas erosivos.

O índice de densidade de drenagem estimado para a bacia foi de  $2,27 \text{ km km}^{-2}$ , caracterizando-se como uma bacia de baixa densidade conforme descrito por Sthraler (1957). Valores baixos de densidade de drenagem estão associados a regiões de rochas permeáveis (arenitos) e a chuvas de baixa intensidade (Lima, 2008).

O fator forma apresentou resultado 0,22, o índice de circularidade 0,34 e o índice de compacidade 1,69, refletindo assim o formato da bacia como sendo alongada e indicando que essa sub-bacia possui um maior tempo de concentração de água quando comparada a uma sub-bacia de forma circular e, por consequência, menor susceptibilidade a enchentes.

Segundo Andrade et al. (2008), quanto menos o índice se aproximar de 1 menos próxima de um círculo a bacia será, e em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal levando a grandes enchentes, o que não ocorre normalmente em bacias alongadas.



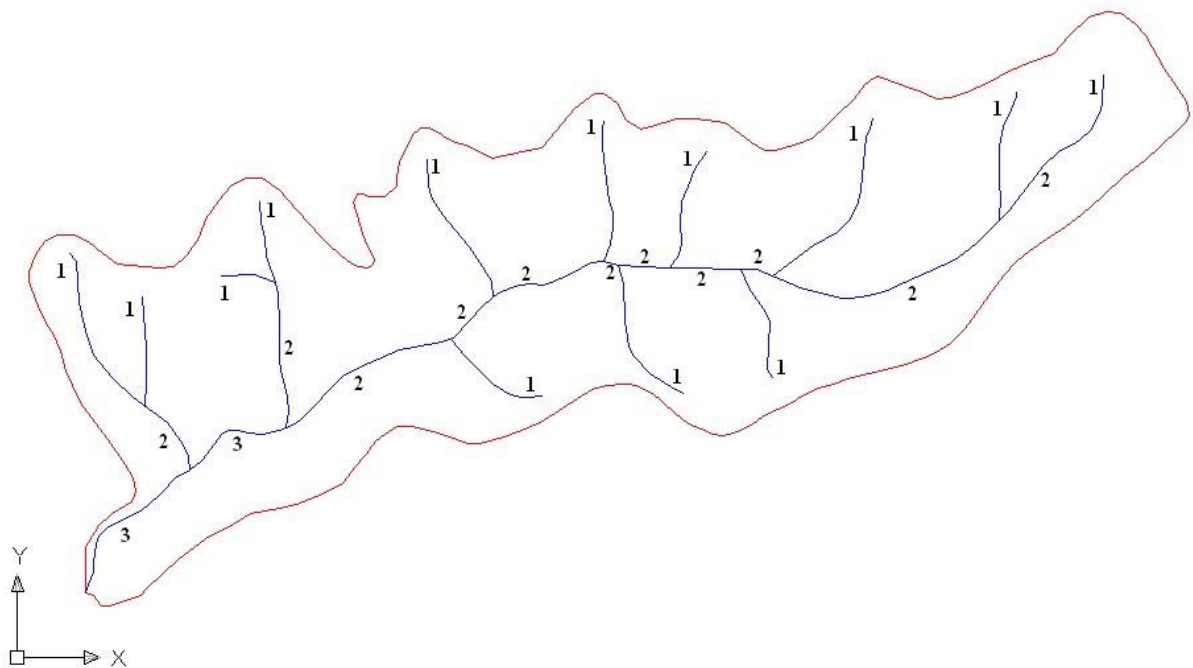
**Figura 3:** Representação da área, curvas de nível e rede de drenagem da sub-bacia Córrego do Faveiro, Ouro Fino/MG.

A representação altimétrica da sub-bacia, referenciada na carta topográfica (folha ouro fino, 1972), possui uma distância entre as curvas de nível de 20 metros, começando na curva de 1110 m e finalizando com 870 m de altitude referente ao nível do mar conforme apresentado na Figura 3, totalizando 57.968,5 m de comprimento.



**Figura 3:** Representação das curvas de nível, sub-bacia Córrego do Faveiro, Ouro Fino/MG.

Com análise no sistema de drenagem da sub-bacia, representada na Figura 4, verificou-se que, de acordo com o método proposto por Strahler (1957), a mesma é de 3º ordem, composta por 25 canais, sendo 13 de 1º ordem, 10 de 2º ordem e 2 de 3º ordem, totalizando 14.185,8 m de curso d'água.



**Figura 4:** Representação da rede de drenagem e ordenamento da sub-bacia Córrego do Faveiro, município de Ouro Fino - MG

## 5. CONCLUSÕES

A sub-bacia hidrográfica Córrego do Faveiro apresenta orientação sudoeste (SW), com 6,226 km<sup>2</sup> de área total, 15.098,57 m de perímetro e com 14.185,8 m de cursos d'água, distribuídos pela área.

Com análise aos resultados morfométricos, pode-se afirmar que a sub-bacia hidrográfica Córrego do Faveiro município de Ouro Fino – MG, mostra baixa susceptibilidade a enchentes, de acordo com seu valor de fator forma (0,43) e índice de circularidade (0,69).

A declividade média da área, que apresenta valor de 12 a 20% (18,62 %), variando de 1110 a 870 m de altitude, induz a necessidade de práticas de conservação mais complexas para utilização da área.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, N. L. R.; XAVIER, F. V.; ALVES, E. C. R F.; SILVEIRA, A. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso – MT. **Geociências**, v.27, n.2, São Paulo, abr./jun. 2008.

ARAÚJO, P. R.; PINESE, J. P. P. **Planejamento ambiental em microbacias hidrográficas**: aplicação de uma matriz de impacto ambiental na microbacia hidrográfica do ribeirão Lindóia, zona norte de Londrina-PR. 2006. Programa de Mestrado: Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento da UEL.

BARROS, E. de; MACIEL, G. F., MAIA, F. G.; SCHMIDT, G. Caracterização fisiográfica da microbacia hidrográfica do córrego tiúba, município de Palmas/TO. **Congreso de la Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AIDIS, 29**, Porto Rico. p.1-9, 2004.

BORGES, L. A. C. **A legislação como premissa da política e da gestão ambiental**. 2005. 190p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG: UFLA.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida)**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN Piracicaba, SP. 53p. 2004.

CARVALHO, D. F., SILVA, L. D. **Bacia hidrográfica**. UFRRJ - Universidade Feredal Rural do Rio de Janeiro. p.15-32. 2006. (Apostila da disciplina de Hidrologia).

CATELANI, C. de S.; BATISTA, G. T. Mapeamento das áreas de preservação permanente do município de Santo Antonio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. **Revista Ambi-Água**, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.

CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Manejo de bacias hidrográficas**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p. (Apostila didática da disciplina de Manejo de bacias hidrográficas).

CORDEIRO, A. M. **Gestão dos recursos hídricos no Brasil do ponto de vista legal**. Centro Universitário do Norte – UNINORTE Faculdade de Direito, 2004. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/68622308/recursos-hidricos>>



CORSEUIL, C. W., KOBIYAMA, M.; MOTA, A. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba. Ed. Organic Trading, 2008. 160p..

CRUZ, J. C. **Geoprocessamento** – recursos hídricos - Semestre 1/2006 (Apostila: Caracterização da bacia hidrográfica).

Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Código Florestal**. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em: 29/01/2013.

LIMA, W. de P. **Princípios da hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2008. 242p.

LOPES, C. V. M, NETO, O. G. Z., KRÜGER, V., **Águas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Instituto de Química; Área de Educação Química. 130p.

MENEZES, R. M. **A Gestão municipal dos recursos hídricos: os desafios do gerenciamento participativo dos comitês de bacia hidrográfica**. 2006. 114p. Tese (Mestrado em Direito) – Universidade de Caxias do Sul.

PENEIREIRO, Fabiana Mongeli - **Cuidando da água com Agrofloresta**. Disponível em: [http://www.ipcp.org.br/storage/EA/Agroecologia/Cuidando\\_da\\_agua\\_com\\_agrofloresta-Fabiana\\_Peneireiro.pdf](http://www.ipcp.org.br/storage/EA/Agroecologia/Cuidando_da_agua_com_agrofloresta-Fabiana_Peneireiro.pdf). Acesso em: 23/02/2012.

PINTO, L. V., FERREIRA, E., BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Cerne**, v. 11, n.1, p. 49-60. 2005.

REINALDO, L. R., ARAÚJO, L. E., SOUSA, F. d., NETO, J. M.; SOUTO, J. S. **Bacias hidrográficas e impactos ambientais**. Qualitas Revista Eletrônica. v. 8, p. 1-18. 2009.

SANTOS, J. O. dos. **Vulnerabilidade ambiental e áreas de risco na bacia hidrográfica do rio Cocó - região metropolitana de Fortaleza - Ceará**. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, 2008.

TEODORO, V.L.I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**. n. 20, 2007.