

RECURSOS HÍDRICOS

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO DIRETA NO RESERVATÓRIO DO LAGO DESCOBERTO: BACIA DO RIBEIRÃO RODEADOR

Thales Thiago Sousa Silva* – thalesthiagoengenharia@gmail.com
Universidade Católica de Brasília

Eliakim Lemos Vasconcelos – eliakimlemos@gmail.com
Universidade Católica de Brasília

Getúlio Ezequiel Peixoto da Costa Filho - getuliop@ucb.br
Universidade Católica de Brasília

Lucas Matheus Sousa Silva - lucasmss98@gmail.com
Universidade Católica de Brasília

Resumo: Por meio da análise morfométrica é possível conhecer as características física da bacia hidrográfica. O estudo teve como objetivo descrever as interações morfométricas da bacia do Ribeirão Rodeador. Para o desenvolvimento deste artigo, foi utilizado o modelo digital de terreno (MDT) da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução de 30 metros, inserido e processado no programa ArcGIS 10.2. Com o MDT foi possível delimitar a área da bacia hidrográfica e, a partir dessa, definir os índices físicos: Fator de forma, Coeficiente de compacidade, Índice de circularidade, Densidade hidrográfica, Densidade de drenagem e Índice de sinuosidade. Estes índices descrevem o comportamento e ajudam a entender a dinâmica ambiental da bacia hidrográfica. Foram utilizadas, também, Ortofotos e realizadas visitas *in situ* para levantamento do uso e ocupação do solo e para conhecer o estado de degradação ambiental da bacia. Mediante estas análises, constatou-se que a bacia do Ribeirão Rodeador se encontra em processo de degradação devido à ausência de planejamento urbano, ocupação de áreas legalmente protegidas e falta de gestão integrada na região, agravados pelos fatores físicos intrínsecos da bacia, tais como vales estreitos e vertentes dissecadas e solos susceptíveis aos processos erosivos.

Palavras-chave: Análise Morfométrica; Ribeirão Rodeador; Bacia Hidrográfica.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A água é uma substância fundamental para os processos físicos, químicos e biológicos, possuindo características particulares que a tornam insubstituível e essencial para toda forma de vida. No entanto, apenas uma pequena parcela é doce e potável. Segundo Relatório da Organização das Nações Unidas - ONU, se nada for feito em relação ao planejamento e gestão das reservas hídricas mundiais, 40% das reservas hídricas mundiais podem ser exauridas até 2030.

Segundo Lana e Alves (2014), encontram-se aproximadamente 8% de toda água doce mundial no Brasil. Mesmo com toda essa abundância hídrica, o país vive uma das piores crises hídricas de sua história, fato que vem afetando várias atividades econômicas essenciais para o Estado.

A crise hídrica é uma realidade brasileira e seus efeitos podem ser evidenciados em várias localidades, por exemplo, no Distrito Federal - DF, onde os fatores climáticos e geográficos, influenciam uma das piores séries pluviométricas da história da capital brasileira (CAESB, 2014).

Entre os sistemas públicos de abastecimento do DF, encontra-se o lago do rio Descoberto, responsável pelo fornecimento de água há aproximadamente 61% da população urbana da capital. Para produção do estudo, foi subtraído uma sub-bacia deste grande sistema, o Ribeirão Rodeador, o qual enfrenta diversos problemas relacionados a urbanização descontrolada, ocupação de áreas legalmente protegidas, degradação do solo e da vegetação, poluição dos corpos hídricos, erosões e assoreamento.

As águas dos cursos que drenam uma região apresentam características físico-químicas próprias que refletem as atividades do solo da respectiva bacia hidrográfica (TONELLO, 2005).

O conhecimento das características físicas de uma bacia hidrográfica é fundamental para entender o comportamento hidrológico da mesma, podendo ser utilizado para estabelecer relações entre bacias não estudadas cujas características se assemelham.

As análises que geralmente compreendem a caracterização morfométrica são: Fator de forma, Coeficiente de compacidade, Índice de circularidade, Densidade hidrográfica, Densidade de drenagem e Índice de sinuosidade. Assim, o presente estudo tem como objetivo geral propor a caracterização física da bacia do Ribeirão Rodeador, a fim de servir como ferramenta de otimização para a tomada de decisão com relação a medidas corretivas e preventivas factíveis (SILVA *et al.*, 2015).

2. METODOLOGIA

2.1 Descrições da Área e do Clima Local

O Distrito Federal encontra-se em uma região de planalto, caracterizada por ser uma região de altitude elevada quando comparado com o restante do país e apresenta grande quantidade de corpos d'água de primeira e segunda ordem. De acordo com a temática, desenvolve-se o estudo de uma das sub-bacia do lago Descoberto, denominado Ribeirão Rodeador, como mostra a Figura 1.

O Ribeirão Rodeador abrange a região administrativa de Brazlândia – RA IV. Está sub-bacia está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) do rio Descoberto que é formada por áreas que abrangem o Distrito Federal e o Estado de Goiás, totalizando cerca de 440 km² de extensão (CAESB, 2014).

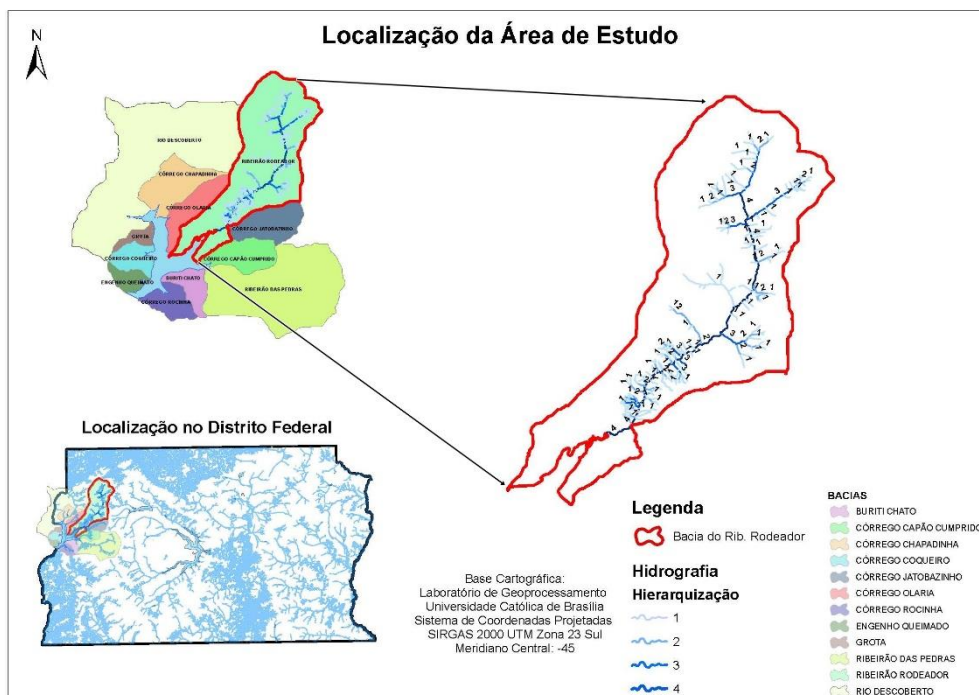


Figura1: Localização da área de estudo. Fonte: Do autor

A figura 1, foi obtida, a partir do cruzamento informações obtidas, tanto na base cartográfica do DF, quanto no modelo SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) realizado pela NASA no ano 2000.

A APA do Descoberto foi criada pelo Decreto Federal nº 88.940/83 e posteriormente zoneada ambientalmente pela Instrução Normativa – IN, SEMA/SEC/CAP nº 001/88. Toda atividade desenvolvida nesta área de proteção ambiental pode influenciar direta e indiretamente a quantidade e qualidade da água do lago Descoberto.

2.2 Descrições da Coleta de Dados

O conceito de morfometria consiste no estudo matemático de uma determinada bacia hidrográfica, que culmina na extração de dados para caracterizar os aspectos físicos de uma determinada unidade hidrográfica.

Segundo Tonello (2005) existem diversas definições de bacia hidrográfica. Uma delas a define como a área de captação natural da precipitação, drenando essa água por ravinas, canais, grotas, lençóis e tributários para um curso d'água principal, sendo o exutório o ponto de saída da vazão, desaguando em um curso d'água adjacente de ordem maior ou igual que contribui para lagos ou oceanos.

As sub-bacia são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Faustino (1996) define as sub-bacia como áreas maiores que 50 km² e menores que 200 km². Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior. Portanto, os termos bacia e sub-bacia hidrográficas são relativos, dependendo do contexto em que se aplica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

No que tange a geração dos dados morfométricos e altimétricos, utilizou-se o software ArcGIS 10.2. Para delimitação das drenagens, utilizou-se limiar que considerou apenas os cursos de águas que apresentam regimes intermitentes e perenes, desconsiderando cursos hídricos efêmeros.

Todos os dados desta pesquisa foram desenvolvidos no datum SIRGAS 2000, oficializado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2.3 Parâmetros Utilizados na Área de Estudo

Para determinar a morfometria da bacia em estudo, foram utilizados índices que ajudam a entender o seu funcionamento hidrológico. O índice de sinuosidade é a relação entre a distância da desembocadura do rio e a nascente mais distante, medida em linha reta, e o comprimento do canal principal. Já a Densidade de rios ou Densidade hidrográfica, é definida por Horton (1945) *apud* Christofolletti (1980), confere a relação existente entre o número de rios ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica. O objetivo é comparar a quantidade de cursos hídricos existentes em uma dada área. A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica.

O coeficiente de compacidade constitui a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia. O resultado encontrado é um valor adimensional. É um índice de forma que relaciona o perímetro da bacia com o perímetro do círculo de mesma área. O índice de forma $K=1,0$ corresponde a uma bacia circular. Quanto menor o valor encontrado, mais diferente de uma circunferência será a bacia hidrográfica. Se os outros fatores que influenciam a formação do hidrograma fossem iguais em bacias diferentes, o maior risco de enchentes estaria nas que tiverem a forma mais próxima de uma circunferência.

As características físicas de uma dada bacia, associada com as atividades desenvolvidas no solo são cruciais para obtermos um diagnóstico do local. Dessa forma, além de fazer a modelagem matemática, foi realizada todo levantamento do uso e ocupação do solo na área de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram obtidos por meio de equações numéricas com dados extraídos da missão SRTM. Os modelos foram processados no ArcGIS 10.2, resultando em dados de altimetria, malha hídrica, área de contribuição da bacia. Após processamento, os dados foram transformados em textos, tabelas e cartogramas.

3.1 – Uso e Ocupação do Solo

Conhecer o uso e ocupação do solo é fundamental para o correto planejamento de uma bacia hidrográfica, pois através desta caracterização podem ser identificados as pressões e possíveis impactos negativos que a bacia venha a sofrer (SILVA *et al.*, 2015).

A classe mais observada no estudo de uso e ocupação do solo foi a agricultura. Estas áreas estão em fraca expansão e vem provocando diversos impactos ambientais na área. A abordagem mais significativa deste artigo é a transformação da bacia em agricultura, principalmente com hortifrutigranjeiros, que representa quase metade da área da bacia. Esta atividade, quando não aliada a boas práticas, resulta na perda de solo e assoreamento dos corpos hídricos, poluição difusa dos corpos receptores por defensivos agrícolas e aporte de nutrientes em excesso. Sem contar a quantidade de poços tubulares que retiram significativo volume de água do subsolo, afetando diretamente a vazão do maior manancial do DF (Caesb, 2014). Outro problema grave que vem acontecendo nesta bacia é o parcelamento irregular da área rural em urbana, impermeabilizando grandes extensões de solo. Esse processo de impermeabilização do solo principalmente em áreas não planejadas, com ausência de dispositivos de drenagem, acarreta no aumento do escoamento superficial, que traz

O DF está inserido em regiões de predominância de latossolos e cambissolos, não sendo diferente na bacia do Ribeirão Rodeador. Aproximadamente 87% da bacia apresenta uma das duas classes mencionada acima, figura, a seguir. Vale lembrar que regiões com predominância de cambissolo geralmente apresenta declividades consideráveis e quando não administradas corretamente geram sérios problemas ambientais, bem como regiões de latossolo, apesar de não apresentarem declividades acentuadas, são bastantes colapsíveis, quando exposto, algo que acontecem frequentemente pelas práticas exercidas na bacia hidrográfica.

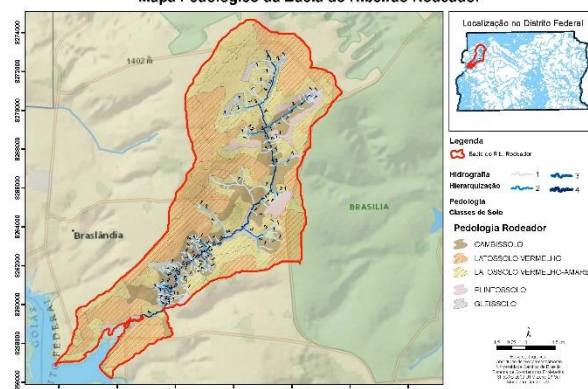
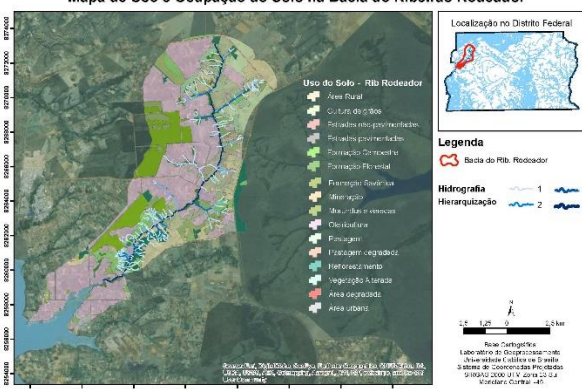


Figura 2: Mapa de Uso e Ocupação do solo da bacia. Figura 3: Representação das classes Pedológicas da área.

Tabela 1: Uso e ocupação do solo

Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Rodeador	Área (Km²)	%
Área Urbana	5,78	5,75
Área Rural	4,88	4,86
Cerrado	12,83	12,76
Reflorestamento e Vegetação Pouco Alterada	17,23	17,14
Estrada não Pavimentada	0,74	0,74
Estrada Pavimentada	0,59	0,59
Área Degradada	1,10	1,09
Mineração	0,03	0,03
Campo de Murundu	3,62	3,60
Pastagem	9,54	9,49
Agricultura	44,17	43,95
TOTAL	100,51 Km²	100%

A vegetação da bacia aos poucos está sendo substituída e as áreas estratégicas para recargas de aquíferos (Campo de murundu, veredas) estão sendo suprimidas para criação de pastos e parcelamento irregular de lotes, afetando diretamente a produção de água no Ribeirão Rodeador e conseqüentemente no lago Descoberto. Com o aumento da urbanização na bacia, aliado à prática da agricultura/pecuária extensiva, o solo pouco a pouco vem sendo carreado e selado, favorecendo o aumento do escoamento superficial, que é expulso rapidamente da bacia de origem em direção a jusante.

Com os dados obtidos referentes a densidade de rios, foi feito o cruzamento da informação com a crescente impermeabilização do solo, verificando que a quantidade de cursos d'água, principalmente pequenas grotas, são proporcionais à impermeabilização do solo ao longo dos anos nesta região.

Além disso, o clima da região da bacia do Ribeirão Rodeador é caracterizado por um regime semestral de seca e outro de chuvas. Nos meses chuvosos a falta de dispositivos de drenagem acarreta no aumento significativo da vazão escoada, que associado com relevo declivoso, ganha energia cinética resultando em grandes processos erosivos na bacia e graves problemas de assoreamento, formando “novos canais”.

As modificações executadas na paisagem para implantação de cidades e áreas agricultáveis, afetam diretamente a dinâmica hidrológica, alterando os caminhos por onde a água circula. A retirada da cobertura vegetal que vem acontecendo em toda APA produz alterações drásticas no ciclo hidrológico, sendo agravado quando a ocupação se dá de forma desordenada, resultando na degradação dos solos, gerando processos erosivos, movimentos de massa e inundação (GUERRA, 2011).

Os problemas de drenagem estão associados à insuficiência das estruturas de drenagem, que na maioria das vezes, são insuficientes para o tamanho que a área urbana atingiu.

O solo predominante é o latossolo, o qual é caracterizado por ser um solo fácil de ser erodível, quando exposto e desprotegido. A característica ácida das precipitações locais e deste tipo de solo desencadeia o fenômeno da colapsividade do material pedológico. Solos colapsíveis são solos que apresentam uma brusca variação de volume quando submetido à inundação a um determinado estado de tensão.

3.2- Análise Linear e Areal da Bacia do Ribeirão Rodeador

3.2.1- Índice de Sinuosidade (Análise Linear)

O índice de sinuosidade é de grande relevância para a análise do Ribeirão Rodeador, pois ele determina se o canal é formado por um curso retilíneo ou possui elevada sinuosidade. O Ribeirão Rodeador possui 26,13 % de sinuosidade, sendo enquadrado na classe 2 conforme Tonello (2005) classificado como reto, ou seja, possui áreas que tendem a ser regulares, possui sua calha tendendo à retificação, não possui muitos meandros e a velocidade de escoamento é relativamente elevada por conta da forma do canal. Fato que favorece o surgimento de erosões e do solapamento das margens do canal, quando retirada a vegetação de borda (SILVA *et al.*, 2015).

3.2.2- Gradiente do Canal (Análise Linear)

A principal nascente do Ribeirão Rodeador está próxima da altitude 1259 metros (m) e o exutório a 1035 m seu gradiente altimétrico é de 224 m distribuídos em 20,44 km de extensão. A Figura 4 representa o modelo esquemático longitudinal da calha do rio principal, que foi obtido através do mapa planialtimétrico, representando a variação das cotas ao longo do rio principal.

Na Figura 4, é apresentado o mapa de declividade da área. Percebe-se que o local não apresenta grandes desníveis, porém expõe regiões vulneráveis que devem receber atenção maior por parte do poder público, principalmente próximo aos cursos d'água, onde o relevo se torna bastante dissecado.

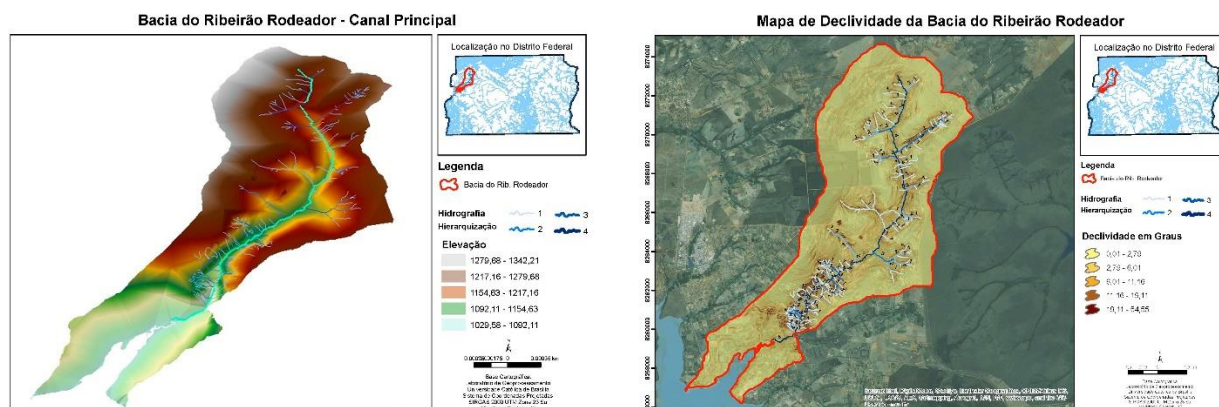


Figura 4: Perfil Longitudinal do Ribeirão Rodeador. Figura 4: Representação da declividade da bacia

3.3 - Sumário Hidromorfométrico da Bacia do Ribeirão Rodeador

Tabela 2: Resultados obtidos no estudo hidromorfométrico sumário Hidromorfométrico

DESCRIÇÃO DA ANÁLISE	RESULTADO	UNIDADE DE MEDIDA
Comprimento do Rio Principal	20,44	(Km)
Comprimento do Eixo da Bacia	16,32	(Km)
Comprimento vetorial do canal principal	15,10	(Km)
Comprimento total da rede de drenagem	107,94	(Km)
Comprimento total dos tributários	87,50	(Km)
Área total	100,51	(Km²)
Perímetro	68,97	(Km)
Altitude máx	1330	(m)
Altitude min	1035	(m)
Altitude altimétrica	295	(m)
Número de cursos hídricos	171	--
Altitude média do curso d'água principal	1147	(m)
Hieraquia Fluvial	4º	ORDEM
Fator de forma (F)	0,38	--
Índice de circularidade (IC)	0,39	--
Coefficiente de compacidade (Kc)	1,93	--
Densidade de drenagem (Dd)	1,07	(Km/Km²)
Densidade de Rios (Dh)	1,70	(Canais/Km)
Índice de sinuosidade	26,13	--

3.4- Densidade de Drenagem (Análise Areal)

A densidade de drenagem pode variar de 0,5 km.(km²) (bacias mal drenadas devido a elevada permeabilidade ou precipitação escassa) a 3,5 km.(km²) (bacias excepcionalmente bem drenadas ocorrendo em áreas com elevada precipitação ou muito impermeáveis). Na bacia do Ribeirão Rodeador, a densidade de drenagem é de 1,07 km de

canal por km² de área, representando uma bacia intermediária, favorecendo o surgimento de novos sistemas fluviais.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os índices morfométricos extraídos descrevem a bacia como bem drenada e que apresenta forma alongada e pouco sinuosa, havendo baixa probabilidade de acontecer problemas com enchentes. A bacia também apresenta pontos de declividade acentuada e solos susceptíveis à erosão, sendo essencial o manejo correto do solo para que haja um equilíbrio físico dos recursos oferecidos pela bacia.

Quanto ao problema da expansão agrícola, é necessário que os órgãos de fiscalização ambiental monitorem essa atividade de grande expressão na bacia e que exija dos agricultores boas práticas no manejo do solo. Aliado a grande extensão da agricultura e pecuária, podemos caracterizar o acelerado processo de transformação de área rural em urbana, sem planejamento, acarretando em diversos impactos ambientais significativos para bacia, cabendo à sociedade civil, juntamente com os gestores responsáveis e órgãos competentes realizar uma melhor gestão dos recursos ambientais na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Rodeador.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

- CAESB. **ÁGUA, O CIDADÃO E A CAESB**. Distrito Federal: Texto, 2014.
- CHRISTOFOLETTI, Antônio. **GEOMORFOLOGIA**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980.
- FAUSTINO, J. **PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE MANEJO DE CUENCAS**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.
- GUERRA, Antônio José Teixeira. **GEOMORFOLOGIA URBANA**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280 p.
- LANA, Cláudio Eduardo; ALVES, Júlia Maria de Paula. **ANÁLISE MORFOMETRICA DA BACIA DO RIA DO TANQUE, MG**. 2014. 54 v. Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2014.
- SILVA, Thales Thiago Sousa. COSTA FILHO, Getúlio Ezequiel Peixoto. VASCONCELOS, Eliakim Lemos. COSTA, Jeferson. **CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA BACIA DO RIBEIRÃO DAS PEDRAS: ENTENDENDO A DINÂMICA AMBIENTAL LOCAL**. XXI Simpósio Brasileira de Recursos Hídricos, Brasília, 2015.
- TONELLO, Kelly. **ANÁLISE HIDROAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DA CACHOEIRA DAS POMBAS**. 2005. Universidade Federal de Viçosa, 2005.