



Diagnóstico ambiental para a recuperação da Bacia Ribeirão dos Cocais – MT

Dolorice Moreti ^{1,*}, Antonio Rocha Vital ² e Mayra Cristina Valdoveu ³

¹ Eng^a. Agr^a. Dr^a. em Solos e Nutrição de Plantas – EMPAER/MT

² Eng. Florestal – EMPAER/MT

³ Eng. Florestal – EMPAER/MT

* Autor Correspondente: dmoreti@gmail.com

Recebido: 18/02/2020; Aceito: 28/05/2020

Resumo: Este trabalho teve por objetivo realizar um diagnóstico ambiental da bacia do Ribeirão dos Cocais/MT em face aos frequentes processos erosivos e de inundação que incidem na região. Para este fim, buscou-se conhecer a realidade da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Cocais/MT por meio de vários estudos do meio físico, formas de uso e ocupação do solo, impactos ambientais e das áreas degradadas visando sugerir intervenções que permitam a recuperação e melhoria do volume e qualidade das águas superficiais e subterrâneas na referida bacia e, propiciando a população melhoria nas condições de vida. Os resultados mostraram que a bacia não é recomendada para fins agrícolas; por ser suscetível a processos erosivos, características edafoclimáticas e as restrições de uso dos solos. A redução dos processos erosivos e inundação no período de chuvas podem ser contornadas de duas maneiras: 1. Recomposição da vegetação nativa, principalmente nas áreas próximas aos canais de drenagem e 2. Contenção das águas das chuvas através de barramentos distribuídos nos canais escoadouros que drenam para o Córrego Ribeirão dos Cocais na parte superior da bacia e no encontro da jusante do Córrego Ribeirão dos Cocais e Cordeiro, visando desta maneira, reduzir o volume e a velocidade das águas torrenciais, impedindo a inundação na parte mais baixa da área e mantendo a perenidade de água na bacia.

Palavras-chave: erosão; inundação; barramentos de contenção.

Environmental diagnosis for the recovery Ribeirão dos Cocais Basin - MT

Abstract: Nowadays, there is a growing concern about the preservation of natural resources for future generations. Therefore, this work aimed to get to know the reality of the Ribeirão dos Cocais / MT hydrographic basin through various studies of the physical environment, ways of using and occupying the soil, environmental impacts and degraded areas in order to suggest interventions that allow the recovery and improvement of the volume and quality of surface and groundwater in the referred basin and, providing the population with an improvement in living conditions. The results showed that the basin is not recommended for agricultural purposes; because it is susceptible to erosive processes, soil and climatic characteristics and land use restrictions. The reduction of erosion and flooding processes in the rainy season can be overcome in two ways: 1. Restoration of native vegetation, mainly in the areas near the drainage channels and 2. Containment of rainwater through damming distributed in drainage channels which drain to the stream Ribeirão dos Cocais in the higher part of the basin and at the downstream meeting of the streams Ribeirão dos Cocais and Cordeiro, in order to reduce the volume and velocity of torrential waters, preventing flooding in the lower part of the area and maintaining the water in the basin.

Key-words: erosion; flood; containment busses.

1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica pode ser entendida como um espaço ambiental que abrange todos os recursos naturais (solo, água, flora e fauna), compreendendo desde o fundo do vale de um córrego, rio, várzea ou riacho, compondo o sistema de drenagem natural até o seu divisor topográfico de água (espigão – ponto mais alto), onde toda a água das chuvas se converge e escoam para o fundo do mesmo vale. Os limites da área da bacia hidrográfica são definidos topograficamente como os pontos que limitam as vertentes e convergem para uma mesma bacia ou exutório (ANA, 2020). As bacias hidrográficas apresentam diferentes panoramas e são diferenciadas pelas suas próprias características fisiográficas, clima, tipo de solo, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, tipo de ocupação,

regimento pluviométrico e fluviométrico e, disponibilidade hídrica. As características fisiográficas de uma bacia são obtidas dos dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite: uso do solo, declividade, área e comprimento (SILVA et al., 2012).

Segundo Garcez & Alvarez (1998) vários índices podem ser utilizados para determinar a forma das bacias. Dentre eles, o coeficiente de compacidade que se relaciona com um círculo e o fator de forma com um retângulo. Esses índices são importantes no estudo comparativo das bacias, permitindo em alguns casos, tirar conclusões sobre as vazões e, de acordo com os consultores da ABEAS (1996) existe uma estreita correspondência entre o regime hidrológico com o Índice de conformação, Índice de compacidade, densidade de drenagem e tempo de concentração. Esses índices mostram se uma determinada área tem probabilidades de ocorrência de enchentes, ou seja, se a água da precipitação é infiltrada ou levada facilmente pelas correntezas nos canais de drenagem.

Portanto, este trabalho teve como objetivo conhecer a realidade da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Cocais/MT por meio de vários estudos do meio físico, formas de uso e ocupação do solo, impactos ambientais e das áreas degradadas visando sugerir intervenções que permitam a recuperação e melhoria do volume e qualidade das águas superficiais e subterrâneas na referida bacia e, propiciando a população melhoria nas condições de vida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica Ribeirão dos Cocais em estudo está localizada no município de Nossa Senhora do Livramento/MT, entre as coordenadas 15°46'02,1"S 56°19'10,6"O e 15°43'57,1"S 56°20'47,8"O. A precipitação varia de 1.200 a 1.500 mm anuais, com maior intensidade nos meses de dezembro a fevereiro (SEPLAN, 2007).

Para a caracterização climática e hidrológica, foram utilizados os dados meteorológicos do período de 1911 a 1933, obtidos no Observatório D. Bosco em Cuiabá; o período de 1961 a 1990 foi utilizado como referência por ser a série normal para a região definida pela Embrapa (1992) e os dados do período 1984 a 2004 obtidos na estação meteorológica do INMET, localizada no Município de Várzea Grande, localizada a 15°33'5"S e 56°07'O, com altitude de 151,34 m. Para este estudo, deu-se ênfase à análise da precipitação, por ser a água oriunda das chuvas como única fonte do sistema hidrológico. O balanço hídrico foi baseado no método de Thornthwaite & Mather (1955). Após obter as informações da bacia hidrográfica calculou-se o Índice de Conformação, Índice de Compacidade ou Índice de Gravelius, Densidade de Drenagem, Tempo de Concentração e Volume de Água recebida na área da bacia.

O Índice de Conformação ou fator de fórmula K_f (K_f ou $I_c = A/L^2$) é a relação entre a área (km^2) da bacia hidrográfica e o quadrado de seu comprimento axial - km medido ao longo do curso d'água principal, desde a foz até a cabeceira mais distante. Constitui um indicativo da maior ou menor tendência para enchente em uma bacia. O Índice de Compacidade (Índice de Gravelius) em km^2 ($K_c = 0,28(P/A^{1/2})$) é a relação entre o perímetro da bacia em km e a circunferência de um círculo igual à área da bacia - A; Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho. Quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o Coeficiente de Compacidade (GARCEZ & ALVAREZ, 1998; ELETROBRÁS, 2004).

A Densidade de Drenagem ($D_d = L_c/A$) é definida teoricamente como o comprimento da corrente (km) pela unidade de área- km^2 . Este índice fornece a indicação da eficiência da drenagem, ou seja, maior ou menor velocidade que a água desenvolve no interior da bacia (ELETROBRÁS, 2004).

O Tempo de Concentração ($t_c = 0,95(L^3/H)^{0,385}$), é o tempo (hs) necessário para que toda bacia contribua para o escoamento superficial em uma seção considerada, ou seja, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma, onde o L = Comprimento axial em km e H = diferença de cotas (m) (ELETROBRÁS, 2004) e o Volume de Água Recebida corresponde à água que chega pela precipitação, na área da bacia anualmente, considerando: A= área da bacia hidrográfica (m^2); V=Volume de água recebida pelas chuvas (m^3/ano).

Para a realização da delimitação e caracterização inicial da bacia foi utilizada a imagem do Quick bird, posteriormente a imagem do Spot através do Webtrace e a imagem do Google Earth. Definido o perímetro da bacia, todas as residências em seu interior foram georreferenciadas, através de GPS Garmin etrex 10 transferido pelo programa Trackmaker.

Com o objetivo de conhecer as condições das famílias e das propriedades rurais que residem na área em estudo, nas visitas cada família foi entrevistada, e as residências e as informações obtidas foram tabuladas e analisadas em planilha Excel.

Para facilitar a caracterização da vegetação, a área da bacia hidrográfica foi dividida em 18 subáreas demarcadas pelo visual da imagem e georreferenciando o ponto central de cada mancha de vegetação. No local dos pontos georreferenciados, a vegetação foi descrita e fotografada em um raio de 50 m.

A obtenção dos aspectos do meio físico (geologia, relevo, solos), vegetação, uso e ocupação do solo e preparação de base cartográfica e posterior confecção dos mapas foram realizadas por meio da interpretação de imagem de satélite SPOT, Resolução de 2,5m - Orbitas 692/693 - Pontos 381/382, data: 21/06/2009.

Para a elaboração do mapa morfopedológico e caracterização dos compartimentos foram utilizadas cartas planialtimétricas, imagem de satélite, mapas e textos explicativos sobre os aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, aspectos da ocupação atual, da cobertura vegetal e, em especial, os problemas ocorridos pela ação antrópica.

A fotointerpretação contemplou a delimitação precisa da bacia hidrográfica, distinguindo-se os ambientes de agradação, as estradas e caminhos trafegáveis, sedes de propriedades rurais, etc. A análise desta base (Carta Imagem)

permitiu também a compreensão inicial dos processos do meio físico atuantes na área objeto, destacando-se os processos erosivos, o assoreamento dos cursos d'água, alagamentos e escorregamentos de encostas declivosas.

Com o mapa base, elaborado a partir de interpretação da imagem de satélite, apoiado em dados do meio físico e, o software Google Earth, foi possível elaborar uma compartimentação inicial de unidades morfopedológicas que serviram de orientação para os trabalhos em campo.

Em cada compartimento morfopedológico reconhecido em campo foram realizadas as atividades voltadas a definição da cobertura pedológica ao longo das vertentes, por meio da descrição dos perfis expostos em taludes de cortes de estradas, de processos erosivos lineares e por meio de tradagens, que foram descritos e georreferenciados por meio de GPS. Os tipos pedológicos foram classificados com base em critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Isso permitiu interpretar o funcionamento hídrico das águas de chuva e do aquífero freático, quando existentes. Características pedológicas relacionadas ao funcionamento hídrico serviram de critérios importantes para essa interpretação, destacando-se a textura, porosidade e determinadas feições pedológicas indicadoras da presença e circulação da água no solo, tais como plintitas e gleização.

As observações das ocorrências dos processos do meio físico envolvendo a erosão, assoreamento, alagamento e movimentos de massa foram diagnosticados em relação à forma e disposição no terreno, avaliando-se as evidências da ocupação antrópica geradoras destes processos e, as características do meio físico condicionadoras, de maneira a permitir a qualificação dos terrenos quanto à sustentabilidade e à proposição de medidas voltadas a minimização dos impactos ambientais. Em seguida, as imagens de satélite foram reinterpretadas e as observações obtidas em campo contempladas. As formas e as feições de relevo e cobertura vegetal facilmente identificada pela interpretação das imagens serviram de critérios apropriados à delimitação dos compartimentos, por se mostrarem em perfeita associação com a cobertura pedológica e substrato rochoso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Resultados

No estudo sócio-ambiental verificou-se que, a população da área é constituída por 31 famílias, sendo que, 59% se encontram na faixa etária de 40 a 60 anos. As residências são de alvenaria e todas estão dentro das áreas de preservação permanentes (APPs). As águas para uso geral, 15% provem de poço tubular e 85% de cacimbas protegidas. Foram observados 14 açudes para fins agropecuários, na parte noroeste da bacia.

A Figura 1 abaixo apresenta o perímetro da bacia com a localização das residências.

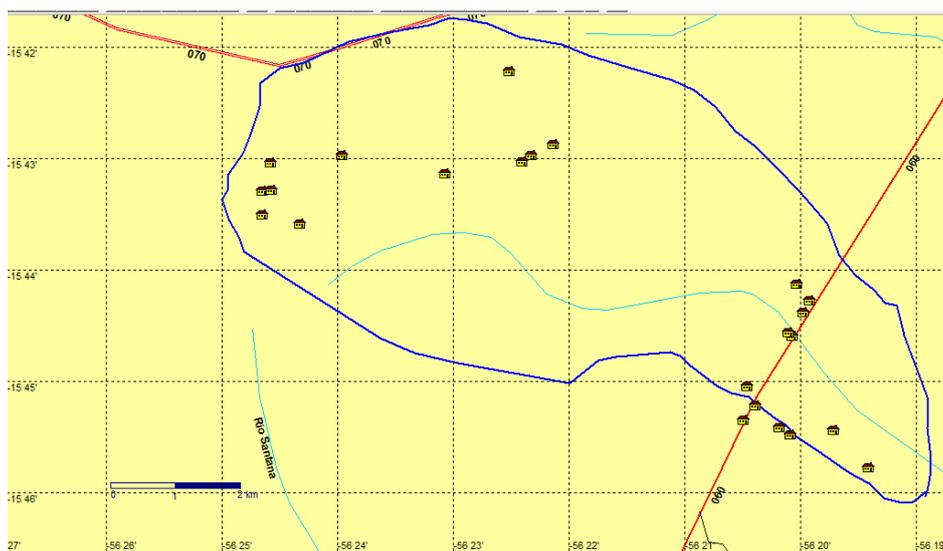


Figura 1. Bacia Ribeirão dos Cocais. Nossa Senhora do Livramento, MT.

No estudo da vegetação, de acordo com o mapa em meio digital e imagem de satélite Spot identificou-se que a área total da bacia Ribeirão dos Cocais é de 46,82 km², sendo que atualmente 51% da área apresenta-se desmatada e utilizada para pastagem; 30,22 % de vegetação são florestas de galeria nas margens dos canais de drenagem; 10,35 % de vegetação secundária; 2,43 % de campo cerrado e o restante da área são compostos de açudes, lagoas e áreas inundadas.

O clima da região apresenta características bem definidas, com uma estação chuvosa e outra estação seca, o que influencia em grande parte o tipo de vegetação. A precipitação se manteve constante nos períodos estudados, e a ausência de chuva ocorrem nos meses de junho, julho e agosto.

O balanço hídrico do período 1984 a 2004 mostrou o excesso de água no primeiro e quarto trimestre e carência nos demais. Devido a concentração das chuvas, características hidrológicas, topografia, têm sido comuns no período da chuva, a ocorrência de enchentes no interior da bacia Ribeirão dos Cocais.

Na Tabela 1 estão apresentadas as características fisiográficas da Bacia Ribeirão dos Cocais, que determinam seu comportamento hidrológico.

Tabela 1. Características fisiográficas da Bacia Ribeirão dos Cocais/MT

Discriminação	Kf/Ic	Kc	Dd	tc	V
Valores	0,26	1,24	0,63	3,2	71.521.396

Índice de Conformação - Kf ou Índice de Compacidade - Ic, Índice de Gravelius - Kc; Densidade de Drenagem - Dd (km/km²); Tempo de Concentração - tc (hs) e Volume de Água Recebida - V (m³/ano).

Numa bacia longa e estreita (fator de forma baixa), há menor possibilidade de chuva intensa em toda área simultaneamente, não permitindo que a água das chuvas chegue ao exutório ao mesmo tempo. Pelo Índice de Conformação-Kf, quanto maior o seu valor, maior a potencialidade de ocorrência de picos de enchentes e se $K_f \geq 1$, a bacia é altamente vulnerável (ALVAREZ & GARCEZ, 2002). Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menor possibilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão.

Segundo Lima (2020), se a bacia possuir uma forma circular, o K_f tenderá para 0,79 e se for quadrada tenderá para 1. Para a bacia do Ribeirão dos Cocais o K_f é 0,26 (Tabela 1), este índice está abaixo ao valor de referência (0,79), indicando um formato circular da bacia. Mas, analisando a bacia Ribeirão dos Cocais (Figura 1), verifica-se que a mesma apresenta em um formato de pera, com potencial para a ocorrência de enchentes.

O índice de compacidade - Kc da bacia Ribeirão dos Cocais é de 1,24 (Tabela 1). Um coeficiente de compacidade ou índice de Gravelius (Kc) mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular, sendo que, para os valores menores do índice de compacidade indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados (BARROS et al., 2011) e, quando Índice de Compacidade está próximo da unidade, indica que as enchentes podem ocorrer de forma rápida e com de picos destrutivo, como no caso da bacia em estudo.

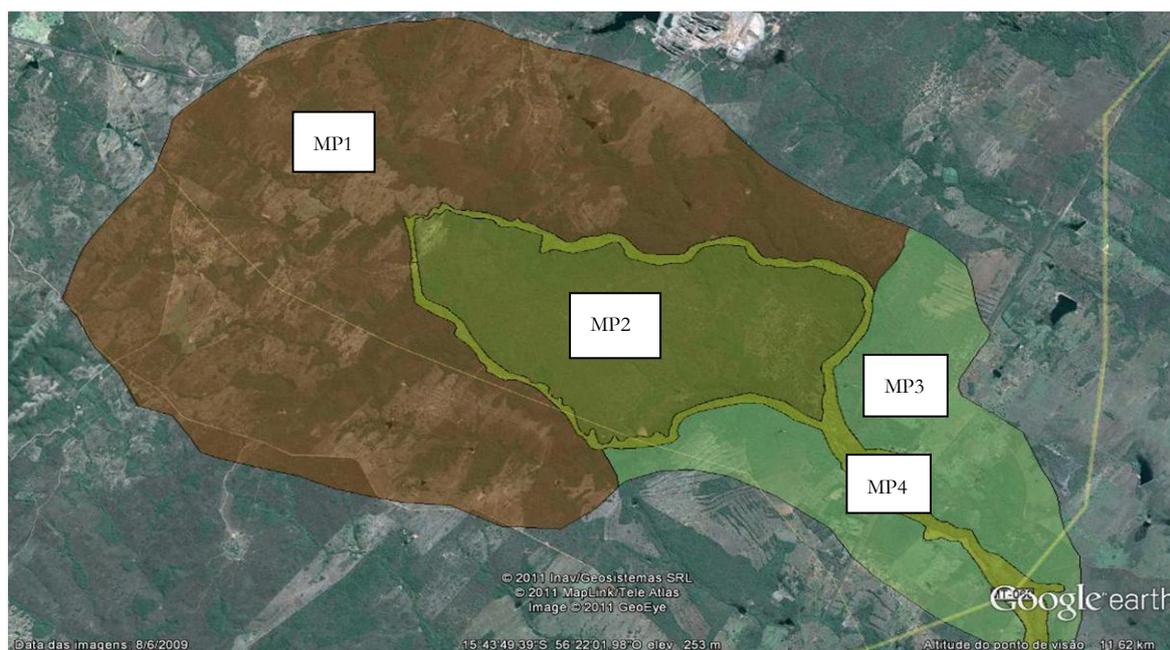
A Densidade de Drenagem em Ribeirão dos Cocais (Dd) é de 0,63 km/km² (Tabela 1), apesar de inferior a 3,5 km/km², mas, acima da ordem de 0,5 km/km², indicando, segundo critérios da Eletrobrás (2004), uma drenagem com possibilidade de riscos de picos de enchentes o que exige cuidado na construção de barragens no exutório. O deflúvio de estiagens baixo indica a necessidade de barragens de regularização no interior da bacia. De acordo com Barros et al. (2011), embora existam poucas informações sobre a densidade de drenagem (Dd) de bacias hidrográficas, pode-se afirmar que este índice varia de 0,5 km/km², para bacias com baixa drenagem (bacias mal drenadas devido a elevada permeabilidade ou precipitação escassa) e índice de 3,5 km/km² ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas ocorrendo em áreas com elevada precipitação ou muito impermeáveis.

Para a bacia Ribeirão dos Cocais o tempo de concentração (tc) é de 3,2 hs (Tabela1), que é o tempo necessário para que toda bacia contribua para o escoamento superficial numa seção considerada próxima (CARVALHO & SILVA, 2006), até à área da estação de piscicultura, parte mais baixa da bacia.

O Volume de água recebido por meio da precipitação na área da bacia Ribeirão dos Cocais, foi registrado no período 1984 –2004, um montante de 71.521.396 m³/ano de água (Tabela 1), perdendo por evapotranspiração 55.786.688 m³/ano (78%) e o restando disponíveis 15.734.707m³/ano, poderia infiltrar e/ou escorrer superficialmente. O índice de infiltração não foi medido, mas pela não perenidade das nascentes, condição da vegetação e do solo é possível inferir que esse índice é muito pequeno, levando a afirmar que o maior volume de água disponível escorre para fora do sistema da bacia hidrográfica em estudo.

O estudo e a classificação morfopedológica, por interpretação de imagens de alta resolução e levantamento de campo, foram possíveis definir e delimitar cartograficamente 04 (quatro) compartimentos morfopedológicos, de acordo com Castro & Salomão (2000), que podem ser observados na Figura 2.

O Compartimento morfopedológico MP - 1 ocorre nas porções de montante da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Cocais, fazendo limites com os compartimentos MP - 2 e MP - 3. Neste, predominam rochas do grupo Cuiabá, constituídos por Metarenitos com presença de veios de quartzo nas faixas de interflúvios, especialmente nas porções mais superiores da bacia hidrográfica, permitindo a configuração topográfica de morrotes isolados e alongados, e de “cocorutos” nos topos de colinas médias. Nessa porção de compartimentos, a densidade de vales de talwegues é bem maior que o observado em porções de jusante da bacia. Estes talwegues são estreitos e entalhados comportando cursos d’água efêmeros e intermitentes. As vertentes são relativamente mais curtas e mais declivosas, em geral superiores a 20 % em comparação com o observado em porções de jusante, onde ocorre o domínio de colinas médias, que apresentam vertentes mais longas e declividades médias inferiores a 12 %.



Compartimento Morfológico		Litologia	Relevo	Solo	Fundo de Vale
MP 1	Colinas médias e morrotes com solos rasos	Metarenitos com veios de quartzo e filitos do Grupo Cuiabá	Colinas médias e morrotes	Neossolo Litólico	Vales estreitos e entalhados
MP 2	Morro com solos rasos e pouco profundos	Filitos do Grupo Cuiabá	Morro alongado	Neossolo Litólico e Cambissolo	Vales estreitos e entalhados
MP 3	Superfície rampeada com solos rasos e pouco profundos	Depósitos coluvionares e couraças ferruginosas e rochas do Grupo Cuiabá	Rampas	Plintossolo Pétrico, Neossolo Litólico e Cambissolo	Vales amplos / Fundo chato
MP 4	Área de Agradação	Sedimentos cascalhentos, arenosos e argilosos	Planície de inundação	Gleissolos	Vales amplos / Fundo chato

Figura 2. Mapa morfo-pedológico da Bacia do Ribeirão Cocais.

A cobertura pedológica tanto dos morrotes como das colinas médias são constituídas por solos rasos identificados como Neossolos Litólicos e Plintossos Pétricos. Os Neossolos Litólicos ocorrem em predominância, nos morrotes, com afloramentos rochosos de Metarenitos com veios de quartzo. Os Plintossolos Pétricos foram observados de forma isolados nas proximidades dos fundos dos vales, especialmente junto à cabeceira de cursos d'água, manifestadas por afloramentos e presença subsuperficial de couraça ferruginosa. Foi verificada possibilidade de nascentes apenas nos fundos de vales das porções mais de jusante do compartimento, onde ocorre o predomínio de colinas médias e também canais de drenagens de 1ª e 2ª ordem, configurando tendências à ausência de nascentes nos setores topograficamente mais elevados. O comportamento efêmero dos cursos d'água serve como linha de escoamento de fluxos concentrados de excedentes hídricos superficiais, logo após as precipitações no período sazonal chuvoso e presença de lençol freático, de caráter intermitente nas zonas de agradação, nas porções inferiores dessas linhas de drenagem, que deságuam em drenagens perenes.

As águas de chuva infiltram-se apenas nos horizontes superficiais dos solos do MP - 1, que em geral é constituído por predomínio de cascalhos de quartzo e de fragmentos de couraça ferruginosa com espessura muito pequena, não superior a 20 cm. Isso tende, assim, ao escoamento superficial dirigindo-se ao fundo dos talwegues, onde se concentram com elevada energia de escoamento, dificultando a sedimentação e favorecendo a ação erosiva (CASTRO & SALOMÃO, 2000).

Observa-se neste compartimento desmatamentos generalizados com difícil regeneração, de maneira que o solo exposto em superfície tenha motivado os intensos processos erosivos dando origem a sulcos e ravinas, especialmente em vertentes de colinas médias e morrotes associados à metarenitos e desaparecimento do horizonte superficial por erosão laminar. Foi possível observar vestígios comuns de exploração garimpeira de ouro, especialmente em locais onde exploram veios de quartzo intermediados em metarenitos.

Processos do meio físico atuantes no MP -1 refere-se à erosão e assoreamento, sendo, extremamente suscetível à erosão laminar em vertentes de morrotes; muito suscetível a erosão laminar em vertentes de colinas médias; suscetível à sulcos e ravinas e não suscetíveis a voçorocas. Os processos de assoreamento são observados no fundo de vales, especialmente nos vales de cursos d'água próximas aos limites com os MP - 2 e MP - 3.

O compartimento morfopedológico MP - 2 ocorre no interior da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Cocais, com área relativamente extensa e muito dissecada, contornada por dois ramos laterais do curso d'água principal onde afluem os cursos de ordens inferiores provenientes do compartimento MP - 1. Sua paisagem é realçada de relevo com a configuração de morro com solos rasos e pouco profundos, topo relativamente estreito e ligeiramente convexo. As vertentes são muitas declivosas, superiores a 20% de declive médio, apresentando nas porções superiores feições escarpadas, talwegues estreitos e profundos em pequena quantidade que provêm da área de ocorrência desse compartimento dirigindo-se para o curso d'água principal.

A alta declividade das vertentes, em geral retílineas e presença de processos erosivos e, a ocorrência dominante de Neossolos Líticos e Cambissolos, dificulta a infiltração das águas de chuva e favorece o escoamento superficial, com ausência de aquífero freático, que se manifesta tão somente em raras surgências nos fundos de vales. O funcionamento hídrico desse compartimento morfopedológico assemelha-se ao MP - 1.

As dificuldades de acesso ao interior do MP-2 devido à configuração acidentada do relevo são fatores prováveis da ausência de ocupação verificados na área, predominando nesta área a cobertura vegetal natural de espécie de cerrado denso, com aspecto de cerradão.

A presença de erosão e movimento de massa se configuram como processos potencialmente favoráveis à manifestação, que com o desmatamento, torna a área extremamente suscetível à voçoroca, a queda de blocos e escorregamentos planares.

O compartimento morfopedológico MP - 3 apresenta superfície rampeada com solos rasos e pouco profundos que ocorrem em duas faixas alongadas do terreno, em posição topográfica rebaixada do relevo, contornando o vale do curso principal do Ribeirão dos Cocais em sua porção de jusante. São áreas resultantes da acumulação de sedimentos sobre o substrato rochoso do Grupo Cuiabá ou sobre couraça ferruginosa em posições deprimidas do terreno. A baixa declividade dessas superfícies topográficas (< 6%) e a presença de pequena profundidade das camadas de impedimento de drenagem, não favorecem o escoamento concentrado, mas sim, o alagamento, impossibilitando o desenvolvimento de vales, que são pouco visíveis, próprias de fluxo de baixa energia com características anastomosadas, em condições propícias para a instalação de ecossistemas de campos úmidos e veredas.

O material superficial é composto por detritos transportados com presença de seixos de quartzo e de laterita. Observações em campo permitiram constatar que, boa parte desses materiais foi, no passado recente, submetidos a processos de ferralitização transformando-se em couraças ferruginosas, que, se constituem em substrato pedogenético dos solos que os recobrem, tratando-se em geral, de Plintossolos Pétricos e de Neossolos Líticos. Tais solos em áreas pouco declivosas, não permitem a infiltração e, também rápido escoamento, dando origem a alagamentos sazonais. Por outro lado, quando ligado a elevações residuais dos compartimentos MP - 1 e MP - 2, nota-se nitidamente a conformação de superfícies em rampa com declividades relativamente mais acentuadas, onde se configuram sedimentos mais grosseiros, provenientes de processos erosivos e de movimentos de massa manifestados em condições naturais nas encostas a montante. Nessas condições, as águas pluviais escoadas em superfície e em subsuperfície apresentam gradientes relativamente elevados, podendo dar origem a aquíferos locais com manifestação de surgências na forma de nascentes. Boa parte desse compartimento é constituído por áreas antropizadas utilizadas preferencialmente com pastagem, dando suporte à pecuária extensiva de gado.

Em relação aos processos do meio físico destacam-se as possibilidades de manifestação de alagamentos, quase a totalidade do compartimento MP - 3. Com o desmatamento generalizado ocupado por pastagens desprovidas de terraceamentos favorece o escoamento das águas que acumulam para o fundo do vale principal do Ribeirão dos Cocais, causando assoreamento e inundações durante períodos de chuvas. Nas porções superiores deste compartimento, na transição para o compartimento MP - 1 e MP - 2 foram observadas condições favoráveis a processos erosivos e movimentos de massa do tipo corrida de lama, nas vertentes rampeadas com declividades suficientes para a promoção de escoamento superficiais concentrados e, que são muito suscetíveis à erosão laminar, erosão linear por sulcos e ravinas e, suscetíveis a movimentos do tipo corrida de lama.

O compartimento morfopedológico MP - 4 é também denominado área de agradação. Ocorre no fundo do vale do curso principal da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Cocais, em porção de jusante nas proximidades de sua foz. Constitui-se de ampla área aplanada agradacional, caracterizada pela acumulação de sedimentos provenientes do escoamento e transbordamento do curso d'água, comportando como planície e terraço pluvial. Portanto, este compartimento morfopedológico é naturalmente sujeito a alagamento e assoreamento.

Nas porções de planície aluvial observam-se múltiplos canais pequenos e rasos que, se distribuem e unem-se lateralmente, com ocorrência de ilhas e praias. Nas cheias, estas pequenas feições podem desaparecer, mas em alguns setores permanecem acima do nível de inundação em função da fixação de uma maior quantidade de sedimentos retidos em áreas fixadas pela vegetação. Nestas áreas ocorrem predominantemente Planossolos, Plintossolos Pétricos e Gleissolos. São solos com drenagem impedida por apresentarem, em subsuperfície, camadas praticamente impermeáveis que dão sustentação a lençol freático intermitente.

As áreas de terraços fluviais apresentam formato alongado, constituindo-se de solos arenosos e relativamente profundos predominando os Neossolos Quartzarênicos, onde as águas de chuva infiltram-se com relativa facilidade, formando o aquífero freático.

3.2 – Discussão

Apesar de não ter sido medido o índice de infiltração, verifica-se que as nascentes são intermitentes e, de acordo com a condição da vegetação e do solo é possível inferir que esse parâmetro é muito pequeno, levando a deduzir que o maior volume de água disponível escoava para fora do sistema da bacia hidrográfica do Ribeirão dos Cocais.

Comparando-se os três períodos analisados, verifica-se que as áreas que representam a possibilidade de recarga dos aquíferos e o déficit se sobrepõem em parte. É possível constatar que o período de 1984 a 2004 possui 24% a mais de recarga pela precipitação que o período normal (1961–1990) e, que o maior volume acontece sempre no primeiro semestre de cada ano, sendo toda consumida pela evaporação real.

Apesar do regime de chuvas apresentarem dois períodos evidentes (chuva e seca), as características de solo, vegetação, topografia e uso do solo atual, diminuem a infiltração de água, favorecendo o escoamento superficial para fora da bacia e às vezes, provoca enchentes. De acordo com os tipos de solo encontrados na bacia, podemos discutir as características de cada um e suas restrições:

1. Neossolos Litólicos: São solos minerais não hidromórficos, pouco desenvolvidos, muito rasos ou rasos com horizonte A sobre rocha, textura variável mais frequentemente arenosa ou média; quanto às propriedades químicas, podem ser álicos, distróficos ou eutróficos, capacidade de troca de cátions de baixa a alta. Ocupam geralmente locais com fortes declividades, como encostas de morros e bordas de chapada. Possuem limitação física para o enraizamento das plantas em profundidade, além de serem erosivos pelo declive acentuado e/ou pela dificuldade da infiltração da água no perfil, portanto, são mais apropriadas para a preservação da flora e fauna. No caso de uso agrícola, a principal recomendação de uso para esse tipo de solo são as pastagens (SEPLAN/MT, 2007).

2. Plintossos Pétricos: Solos minerais hidromórficos, com sérias restrições de drenagem. A principal característica dessa classe consiste na presença de horizonte plíntico com 40 cm ou mais de profundidade ou concrecionário, mal drenados (principal limitação agrícola), dando ao horizonte plíntico a coloração variada, com cores acinzentadas, alternadas com cores avermelhadas. Geralmente ocorrem em locais planos e baixos ou suave ondulado com murundus, onde há oscilação do lençol freático e, a vegetação natural é campo, campo cerrado e floresta. Esses horizontes quando submetidos a ciclos de umedecimento e secagem e após rebaixamento do lençol freático, desidrata-se irreversivelmente e torna-se extremamente duro quando seco, inviabilizando seu uso e no preparo do solo há excessivo desgaste dos implementos agrícolas. A erosão constitui outra limitação quando ocorrem em locais declivosos, e quimicamente são distróficos ou álicos; a pastagem é o principal uso agrícola com problema de profundidade efetiva física (SEPLAN/MT, 2007).

3. Cambissolos: são solos constituídos por material mineral que tem como características diferenciais argila de atividade baixa, e horizonte B incipiente (Bi) com baixa saturação por bases. Apresentam seqüência de horizontes A ou hístico, Bi, C, com ou sem R. Por definição, o horizonte hístico do Cambissolo deve apresentar menos de 40 cm de profundidade (EMBRAPA, 1999). Constituem um grupo bastante heterogêneo em termos de ambiente, ocorrem em todo o Brasil em pequenas extensões e sua identificação no campo é feita pela presença de mica nos seus horizontes. (SEPLAN/MT, 2007). Normalmente, é encontrado em relevo ondulado, forte ondulado a montanhoso, onde as limitações são fortes ou muito fortes em decorrência da suscetibilidade à erosão que é bastante variável em razão da diversidade de textura, profundidade, permeabilidade, etc, sendo o risco de erosão o maior problema. Sulcos são facilmente formados nestes solos pela enxurrada, mesmo quando eles são usados com pastagens. São solos recomendados para preservação natural, para a maioria dos edafólogos (SEPLAN/MT, 2007).

4. Planossolos: Compreende solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte eluvial, de textura mais leve, que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado, geralmente de acentuada concentração de argila, permeabilidade lenta em decorrência da porosidade total muito baixa (30 – 35%), constituindo por vezes, um horizonte pã, responsável pela detenção de lençol d'água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano. São solos constituídos com horizonte A ou E seguidos de horizonte B plânico, não coincidente com horizonte plíntico ou glei (EMBRAPA, 1999). A pequena profundidade e a permeabilidade lenta no horizonte Bt (principais limitações), favorece ao encharcamento temporário a que estão sujeitos e são propensos aos processos erosivos; já na época da seca, estes solos tornam-se duros a extremaente duros e, usualmente fendilham-se no horizonte Bt (SEPLAN/MT, 2007).

5. Os Gleissolos são solos hidromórficos, com horizonte glei nos primeiros 50 cm da superfície do solo, ou a profundidade entre 50 a 125 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, (gleisados ou não) ou precedidos por horizonte B incipiente, B ou C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução. Os solos desta classe são permanentemente ou periodicamente saturados por água. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo (EMBRAPA, 1999). São solos planos e tem como principal limitação o excesso de água no perfil e o frequente risco de inundação; a drenagem é possível, mas, sua manutenção, complexa.

4. CONCLUSÕES

A área é bastante suscetível aos processos de erosão, principalmente nos locais sem vegetação natural e, devido às restrições de uso dos solos que constitui a bacia;

A maior parte da área estudada não é recomendada para utilização agrícola;

A redução dos problemas de erosão e inundação no período das chuvas pode ser minimizada por dois processos: recomposição da vegetação nativa, principalmente nos locais próximos aos canais de drenagem e contenção das águas das chuvas através de barramentos, distribuídos nos canais escoadouros que drenam para o Córrego Ribeirão dos Cocais na parte superior da bacia, favorecendo à infiltração da água no solo, como também, a construção de barramentos sucessivos no encontro da jusante do Córrego Ribeirão dos Cocais e Córrego Cordeiro, visando reduzir o volume e a velocidade das águas do escoamento superficial, impedindo a inundação na parte mais baixa da bacia.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fapemat, fonte financiadora do projeto, aos técnicos da Empaer/MT e parceiros da UFMT.

REFERÊNCIAS

- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidrologia básica**. Disponível em: https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/66/2/Unidade_1.pdf. Acesso em: 06 abr. 2020.
- ALVAREZ, L.N.; GARCEZ, G.A. **Hidrologia**. 2ª edição revista atualizada. São Paulo: Edgar Blücher Ltda. 2002. 291 p.
- ABEAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO AGRÍCOLA SUPERIOR. In: **Curso de Gestão de Recursos Hídricos**. Hidrologia de Águas Superficiais, 1996, Brasília (DF), 1996. 128p.
- BARROS, E.O.; MACIEL, G.F.; MAIA, F.G.; SCHIDT, G. **Caracterização fisiográfica da microbacia do córrego Tiúba, município de Palmas/TO**. 2012. Disponível em: http://pesca.iff.edu.br/pesquisa/gestao-dos-recursos-hidricos-2012_especializacao-em-educacao-ambiental/artigos/Artigo%20Indices%20Fisiograficos%201.pdf. Acesso em: 06 abr. 2020.
- CARVALHO, D.F.; SILVA, L.D.B. **Escoamento superficial – Hidrologia (Capítulo 7)**. Agosto/2006. 113 p. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- CASTRO, S.S.; SALOMÃO, F.X.T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. **GEOUSP Espaço e Tempo**, v.7, p.27-37, 2000. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2000.123401>
- ELETOBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras S/A. **Diretrizes para Projetos de PCH**. Brasília (DF): Eletrobrás, 2004. 35p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1992, 412p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.
- GARCEZ, L.N.; ALVAREZ G.A. **Hidrologia**. 2 Ed. revista e atualizada. São Paulo: Editora Edgard Blucher.1998.
- LIMA, A.G.G. **Hidrologia** – Cursos de Engenharia Elétrica 2020. Disponível em: <https://www.antonioguilherme.web.br.com/blog/geracao-de-energia-eletrica/hidretricas/hidrologia/>. Acesso em: 06 abr. 2020.
- SEPLAN-MT - SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Mato Grosso Solos e Paisagens**. Cuiabá/MT, 2007. 272p.
- SILVA, A.C.C.; MARIANI, L.; GONZÁLEZ, R.F.A. **Gestão territorial para recursos hídricos com software livre de código aberto**. Foz do Iguaçu/PR, 2012. 27 p.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance: publications in climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.