



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

Processo MCTI/CNPq 477667/2013-9

A Hidrologia da bacia do Córrego Guariroba: Chuva – Vazão – Sedimentos

Teodorico Alves Sobrinho
 Campo Grande, MS, fevereiro/2018

SUMÁRIO

1. Resumo	1
2. Objetivos do Projeto	2
3. Metodologia	2
4. <i>Resultados obtidos</i>	7
5. Produção Acadêmica	12
6. Bibliografia Citada	13

1. RESUMO

O projeto foi realizado na bacia do Córrego Guariroba, inserida em área de proteção ambiental do Guariroba, em Mato Grosso do Sul (MS). Teve por objetivo o estudo hidrossedimentológico, piezométrico e hidroquímico de águas subterrânea e superficial como suportes ao gerenciamento ambiental e hidrológico. O monitoramento hidrossedimentológico permitiu a continuação de estudos iniciados na bacia para elaboração de séries históricas de dados necessários ao desenvolvimento de modelos para suporte às tomadas de decisão na gestão dos recursos hídricos. As principais atividades desenvolvidas no projeto proposto foram: i) monitoramento dos eventos hidrológicos e sedimentológicos (chuva, vazão líquida e descargas sólidas de corpos d'água), ii) caracterização do processo de infiltração da água e escoamento superficial em área com cultivo de eucalipto; iii) monitoramento e caracterização de água do aquífero freático; iv) instalação de pluviômetros, piezômetros e estação meteorológica na bacia. Como resultado do projeto pode destacar: i) séries históricas para caracterização da vazão líquida e a carga sólida afluyente desde sua formação; ii) ampliação do banco de dados de chuva, vazão, infiltração e de sedimentos da bacia; e iii) caracterização da água subterrânea e superficial da bacia. As chuvas na bacia são consideradas regulares, com período chuvoso concentrando entre os meses de setembro a maio de cada ano. Os valores para taxas de infiltração inicial e final, em áreas com e sem cobertura vegetal variaram entre 72 a 113 mm/h, limites esses considerados altos devido a característica do solo predominante na bacia, solo arenoso. A chuva na bacia corresponde a aproximadamente cerca de 1.260 mm/ano. A vazões de permanências da bacia, para 95% de probabilidade de ocorrência (Q_{95}), equivale a 4,7 m³/s. Importante observar que a vazão mínima na foz nunca é inferior a 4,5 m³/s. O aporte de sedimento diário foi em média de 30 toneladas/dia, considerando os valores observados na foz do curso de água. As águas subterrâneas em período chuvoso foram classificadas como bicarbonatadas cálcicas e no período de seca em bicarbonatadas cálcicas e sódicas. As águas superficiais são bicarbonatadas mistas em ambos os períodos amostrados. A água do Córrego Guariroba, para os parâmetros analisados, possui qualidade compatível aos principais usos consultivos da bacia, o consumo humano e a dessedentação animal.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar estudos de infiltração de água e perdas de solo, hidrológicos, sedimentológicos como suporte ao gerenciamento ambiental e hidrológico.

2.2 Específicos

- i) Caracterizar o processo de infiltração de água e de perdas de solo;
- ii) Monitorar eventos hidrológicos e sedimentológicos na bacia;
- iii) Realizar o balanço hídrico da bacia;
- iv) Comparar a caracterização hidroquímica subterrânea com a superficial.

3. METODOLOGIA

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A área de abrangência do estudo compreende a sub-bacia hidrográfica do Córrego Guariroba, localizada no município de Campo Grande, capital do Mato Grosso do Sul, entre os paralelos 20°28' e 20°43'S e os meridianos 54°29' e 54°11'O, com área de 36.190 ha. O clima da região, de acordo com o modelo de classificação climática de Koppen, é do tipo Aw, definido como clima quente e úmido. Apresenta temperaturas elevadas e períodos de chuva bem definidos com média anual de precipitação de 1.500 mm, variando de 750 mm a 2.000 mm. Esse tipo climático é ainda definido como clima de Savana, tendo como característica no mês mais frio temperatura superior a 18° C.

A sub-bacia hidrográfica do córrego Guariroba é tributária do ribeirão Botas, que por sua vez é um dos contribuintes do rio Pardo, um dos afluentes do rio Paraná. Os fundos de vale caracterizam-se pela extensiva ocorrência de campos úmidos, veredas e outras formações ribeirinhas típicas do Cerrado. Além do curso d'água principal correspondente ao córrego Guariroba, a APA é drenada pelos córregos Rondinha, dos Tocos, Desbarrancado e Saltinho. Merece destaque ainda como importante elemento hidrográfico o Reservatório Guariroba. A vazão atualmente explorada é de 1,23 m³/seg, por concessão municipal pela Empresa Águas Guariroba S.A, menos de 1/3 da vazão de referência do Córrego Guariroba.

Cada terço da bacia foi subdividido em sub-bacias, considerando-se os divisores naturais de águas e as características físicas, realizando-se assim a discretização da

bacia. Essa divisão teve por objetivo avaliar o escoamento e o transporte de sedimentos em cada trecho para os diferentes níveis de discretização espacial.

3.2 Caracterização do processo de infiltração de água e perda de solo

Caracterização da área experimental

O estudo de infiltração de água e perdas de solo foi realizado em três condições de uso do solo: área de pastagem degradada (*Brachiaria ssp.*), pastagem recuperada (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã e *Stylosanthes ssp.* cv. Campo Grande) e de cultivo de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *urophylla*) estabelecido há 6 anos. Para caracterização da área experimental foram analisadas amostras do solo visando determinar os teores de matéria orgânica foram determinados por queima em mufla a 440°C, segundo a NBR 13600 (ABNT, 1996). E a quantificação da produtividade de massa seca de cada tratamento foi obtida através de secagem em estufa a 60°C, até obter estabilidade no peso, da cobertura vegetal contida na área de cada parcela.

Os testes para caracterização do processo de infiltração de água e perda de solo foram realizados com uso de simulador de chuvas portátil (Alves Sobrinho *et al.* 2002, 2008), com aplicação de água não intermitente. O simulador de chuvas é equipado com bicos Veejet 80.150. Os quais, quando posicionados a 2,30 m de altura em relação ao solo, à pressão de 35,6 kPa, apresentam diâmetro médio volumétrico de gotas correspondente a 2,0 mm. O simulador foi calibrado para aplicar chuva de duração de 60 min após o início do escoamento superficial.

3.3 Pluviometria, hidrometria, sedimentologia e climatologia

Medições pluviométricas e hidrométricas

O comportamento hidrológico foi avaliado considerando: precipitação média, vazão média e mínima, e vazão associada à permanência de 95 e 90%. Pluviógrafos de balança, com *datalogger* para registro dos dados e convenientemente distribuídos na bacia, continuam sendo monitorados para medir e avaliar a distribuição espacial e temporal das chuvas.

O monitoramento da vazão foi realizado, conforme previsto inicialmente, em três seções transversais do curso de água principal – cabeceira, médio curso e foz e, a partir de meados de 2017, foram agregados mais dois pontos de monitoramento: Córrego

Saltinho e dos Tocos (Figura 1). Efetuaram-se medições de vazão frequentes com a utilização de molinete hidrométrico em verticais espaçadas entre si de acordo com DNAEE (1967). Foi realizado o monitoramento mensal da vazão para obtenção de dados que permitiram a ampliação de série histórica de vazão.

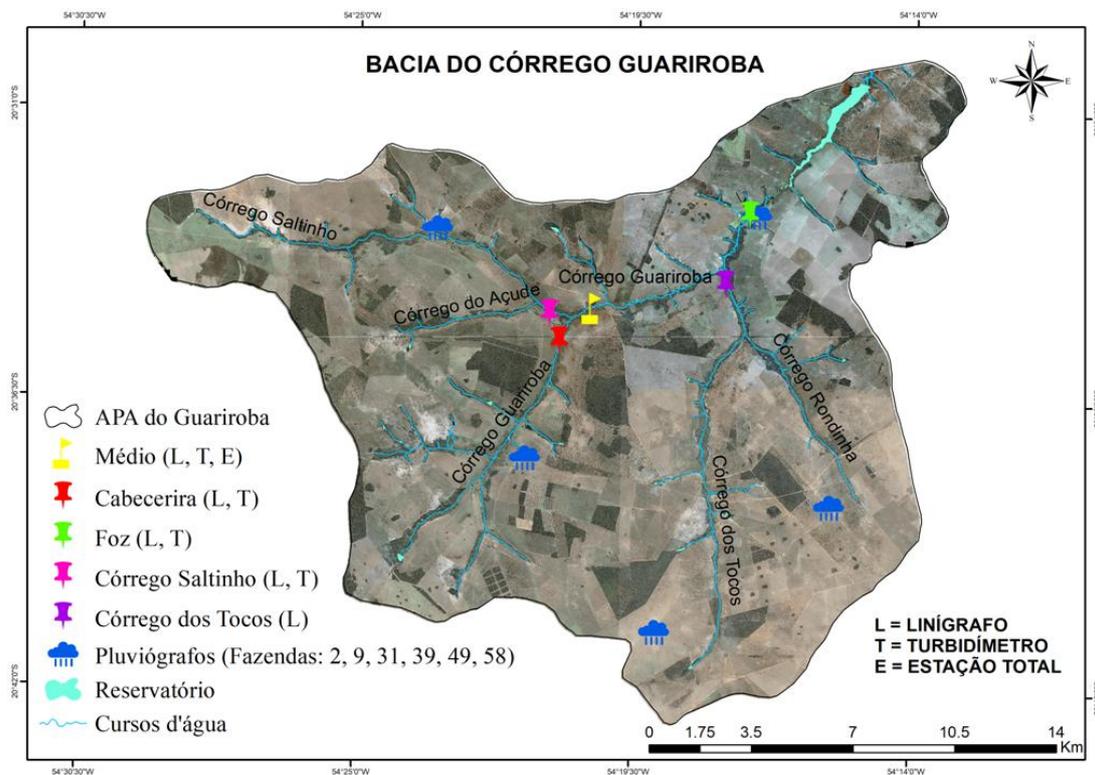


Figura 1. Pontos de monitoramento: Córrego Guariroba cabeceira, médio curso e foz, Córrego Saltinho e dos Tocos apresentadas na bacia do Guariroba.

As vazões utilizadas neste estudo para a caracterização dos eventos mínimos foram as vazões associadas às permanências de 90% (Q90) e 95% (Q95), frequentemente utilizados em procedimentos de outorga de uso da água. Os estudos deverão ter continuidade, se aportes financeiros forem disponibilizados ao grupo de pesquisa. Os recursos que permitiram os estudos, até final de novembro de 2017, foram recursos oriundos de projetos de pesquisas financiados pelo CNPq.

Medições sedimentométricas

Além das medições de vazão realizaram-se amostragens de sedimentos de fundo (leito) e em suspensão para a avaliação do total de sedimentos transportados pelo curso de água. Para amostragem do material de leito coletou-se cinco ou mais verticais distribuídas adequadamente ao longo da seção, sendo nas mesmas verticais utilizadas

para amostragem em suspensão em posições alternadas. A partir dos dados obtidos foi possível estimar a descarga sólida transportada nos cursos d'água.

Descarga sólida

Em posse de dados de campo e laboratório como vazão, velocidade média, temperatura da água, largura da superfície do canal, concentração de sedimentos em suspensão e granulometria do material de leito e suspensão, foi determinada a descarga sólida total. Em medida direta e indireta da descarga em suspensão foi obtido o valor da concentração. O cálculo foi feito pela multiplicação da descarga líquida pela concentração.

3.4 Caracterização do fluxo subterrâneo e a água superficial

Levantamento de dados e Instalação de piezômetros

A partir do levantamento preliminar da superfície potenciométrica do aquífero na área estudada, obtido a partir de poços tubulares existentes nas propriedades visitadas, optou-se pelo desenvolvimento em um modelo conceitual do aquífero a partir dos poços existentes como posterior estudo geofísico na área para a definição da espessura do pacote rochoso.

Trabalhos de campo

Campanhas de campo mensais foram efetuadas para a determinação em campo de parâmetros hidráulicos dos poços cadastrados. Tais parâmetros foram utilizados para a elaboração do mapa potenciométrico do aquífero livre, o qual é essencial para a avaliação da dinâmica da água subterrânea na bacia. A coleta de amostras de água subterrânea foi efetuada nos mesmos poços em que foram medidos os parâmetros hidráulicos, porém em amostragem semestral para acompanhamento de sua qualidade química na estação chuvosa e outra na estação seca. Todos os pontos amostrados foram georreferenciados. Durante a coleta de amostras foram medidos em campo, para cada amostra, o pH, a condutividade elétrica e a temperatura da água e do ar. Tais medidas foram efetuadas com medidor portátil multiparâmetro.

Análises químicas

Foram realizadas campanhas de coleta de amostras de água, sendo duas na estação chuvosa e uma na estação seca e a quarta campanha de coleta foi realizada no

final de setembro de 2016. Essas análises foram efetuadas no Laboratório de Hidrogeologia e Hidrogeoquímica do Instituto de Geociências da Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rio Claro, SP. As análises químicas totalizaram em 80 amostras, incluindo as duplicatas da primeira campanha e as amostras das outras duas campanhas, considerando-se amostras do aquífero livre e drenagens superficiais do corpo d'água em estudo. As amostras estão sendo enviadas por correio para os laboratórios de análises químicas após cada campanha de amostragem, totalizando, portanto, três remessas de amostras.

Mapa potenciométrico

A superfície potenciométrica do aquífero livre foi elaborada a partir de medidas mensais de nível estático de poços tubulares existentes na bacia, das propriedades que permitiram acesso. Os ensaios de geofísica buscou quantificar a participação da água subterrânea no balanço hídrico da bacia.

Tratamento de dados e interpretação de resultados

Para a avaliação dos dados hidroquímicos foram utilizados métodos interpretativos gráficos, como o diagrama de Piper. Como resultado, obteve-se a classificação hidroquímica do aquífero e da drenagem superficial, podendo-se, pelo tratamento estatístico, avaliar possível interação. Esta etapa de trabalho foi realizada após o recebimento de resultados de análise química dos laboratórios.

4. Resultados obtidos

4.1 Caracterização do processo de infiltração de água e perda de solo

i. Caracterização da área experimental

Os teores de matéria orgânica no perfil (0-10 cm) não diferiram entre os locais estudados (Tabela 1). Porém, durante a execução dos testes com simulador de chuvas, notou-se alteração na coloração da camada superficial na área de eucalipto, em face às áreas de pastagem, então foram coletadas amostras da camada do solo (0 – 3 cm) para determinação do teor de matéria orgânica. O teor obtido da superfície é corroborado pela média de massa seca, de aproximadamente $11,9 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabela 1. Valores médios obtidos de matéria orgânica e massa seca.

	PD	PR	EU
Matéria Orgânica (%)	1,32	1,32	1,26
Massa Seca ($\text{Mg}\cdot\text{ha}$)	3,2	5,3	11,9

PD = pastagem degradada; PR = pastagem recuperada; EU = eucalipto.

ii. Infiltração de água e perda de solo

Os valores de taxas de infiltração estável (T_{ie}) estão apreentados na Tabela 2, assim como os valores de perda de solo estão estampados na Figura 3. No geral, todos os usos do solo apresentaram bom desempenho quanto à taxa de infiltração de água, isso devido a sua característica arenosa.

Tabela 2. Valores taxas de infiltração inicial e final, com (CC) e sem cobertura (SC) vegetal.

Taxa de Infiltração ($\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$)	PD		PR		EU	
	CC	SC	CC	SC	CC	SC
Inicial (T_{i0})	99,1 Aa	100,0 Aa	106,1 ABa	102,8 Aa	113,3 Ba	113,6 Ba
Estável (T_{ie})	85,8 Aa	71,5 Ab	104,2 Ba	72,9 Bb	113,4 Ca	110,9 Cb

PD = pastagem degradada; PR = pastagem recuperada; EU=eucalipto; CC=com cobertura; SC=sem cobertura vegetal.

Médias de taxa de infiltração na mesma linha e no mesmo tipo de uso do solo seguidas da mesma letra minúscula ou maiúscula, não diferem entre si ($P>0,05$).

Por outro lado as perdas de solo variaram de 4,3 a $163,9 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ durante o período chuvoso. Os menores valores de perdas de solo correspondem à áreas onde o solo permanece com a cobertura vegetal, enquanto as maiores perdas são correspondentes às áreas de solo desprovido de cobertura vegetal, (Figura 2).

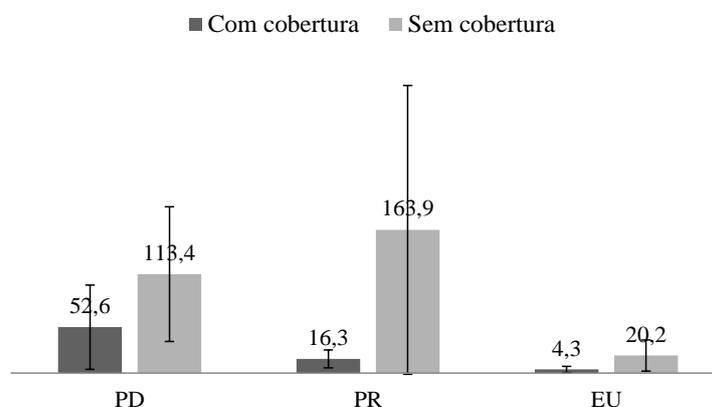
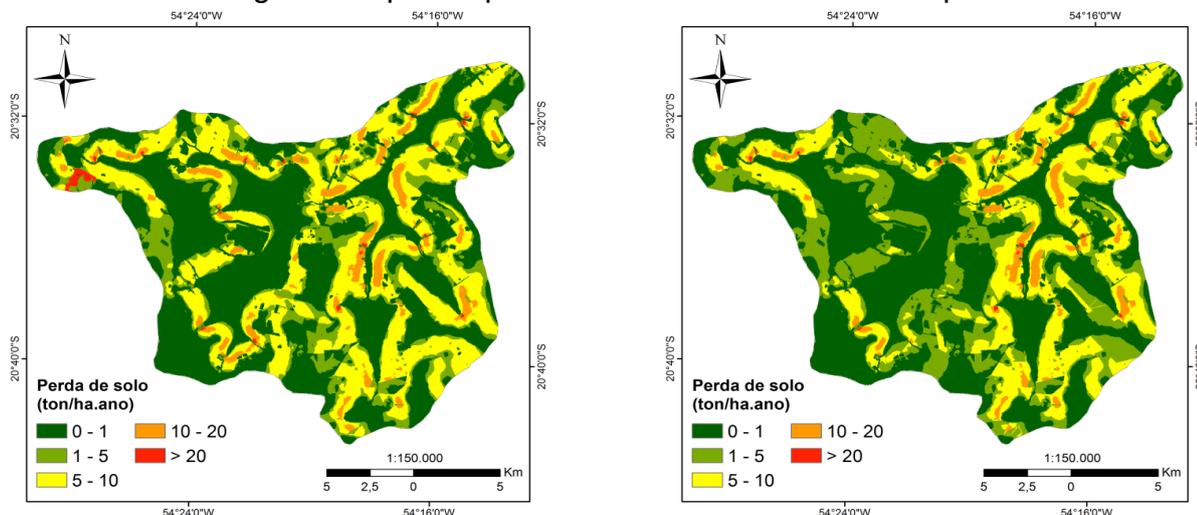


Figura 2. Perda de solo ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$) avaliados em pastagem degradada (PD), pastagem recuperada (PR) e eucalipto (EU), com e sem cobertura vegetal, em área de solo arenoso.

Constatamos redução da perda de solo entre os períodos de 2006 e 2013, com cálculos efetuados pela USLE, (Figura 3). Isso ocorreu devido à implantação do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) na bacia. Em algumas áreas o abatimento de erosão chegou a 99%. O desafio agora é expandir práticas conservacionistas e ampliar o PSA.



(Figura 3) Evolução da Perda de solo: 2006 (esq.) e 2013 (dir.) pela USLE

4.2 Pluviometria, hidrometria e sedimentologia

i. Resultados obtidos para chuva na bacia: precipitação média

Foram instalados na bacia do Córrego Guariroba cinco pluviógrafos de balsa com *dataloger* (P1, P2, P3, P4 e P5) (Figura 01). Em intervalos dois meses, todos os pluviógrafos recebiam pilhas novas e os dados eram baixados em computador para totalização. Os totais mensais medidos em todas as estações (Figura 5) e a continuidade do monitoramento, com os cinco pluviógrafos em funcionamento, permitiu melhor análise da variabilidade espacial e temporal da precipitação na bacia. A precipitação média anual na bacia corresponde a 1.250 mm.

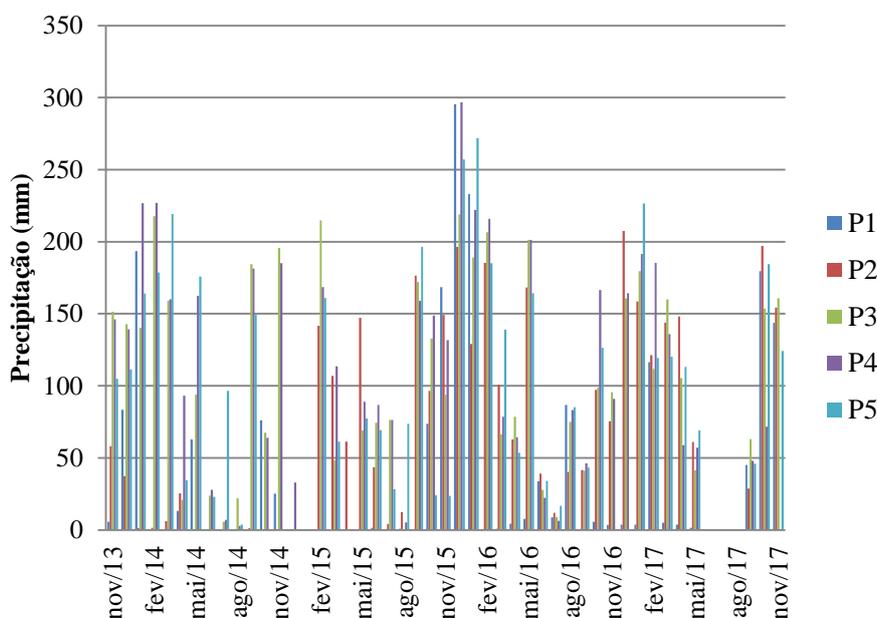


Figura 5. Dados mensais de chuva nos cinco pluviógrafos existentes na bacia.

ii. Resultados obtidos para vazão na bacia

A partir do resultado do monitoramento hidrológico realizado para a medição de vazão (m^3/s) dos corpos de água que compõem a bacia hidrográfica do Córrego Guariroba, pode ser verificada grande variabilidade da mesma (Figura 06a). Para efeito de gestão foi construída a curva de vazão de permanência da foz do Córrego Guariroba (Figura 06b), através de dados de vazão e de cotas limimétricas. As vazões de permanências para 90% (Q_{90}) e 95% (Q_{95}), obtidas a partir da curva, equivalem à 5,0 e 4,7 m^3/s , respectivamente. Importante observar que a vazão mínima na foz nunca é inferior a 4,5 m^3/s .

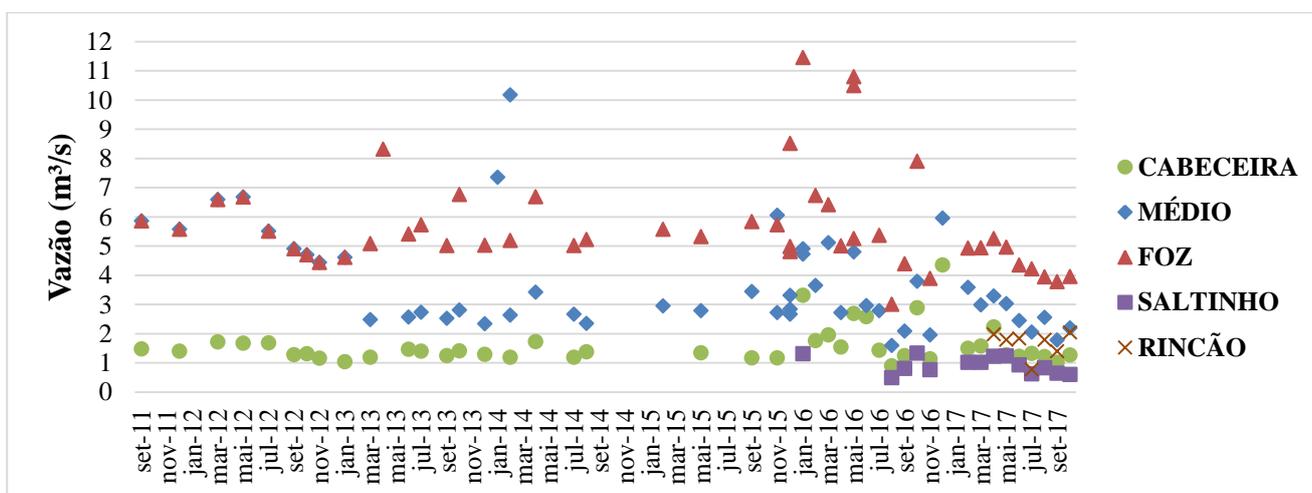


Figura 06a. Monitoramento da vazão nos diversos corpos de água

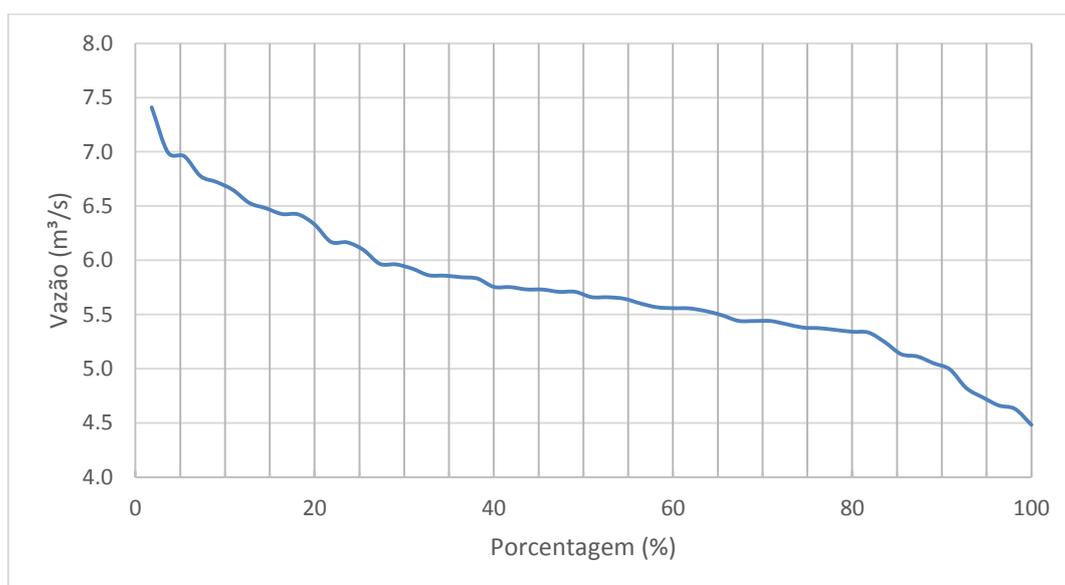


Figura 06b. Curva-chave da foz do Córrego Guariroba

iii. Resultados sedimentométricos obtidos

O aporte de sedimento diário para o reservatório, considerando os valores observados na foz do curso de água foi em média de **30 toneladas/dia** (Figura 07).

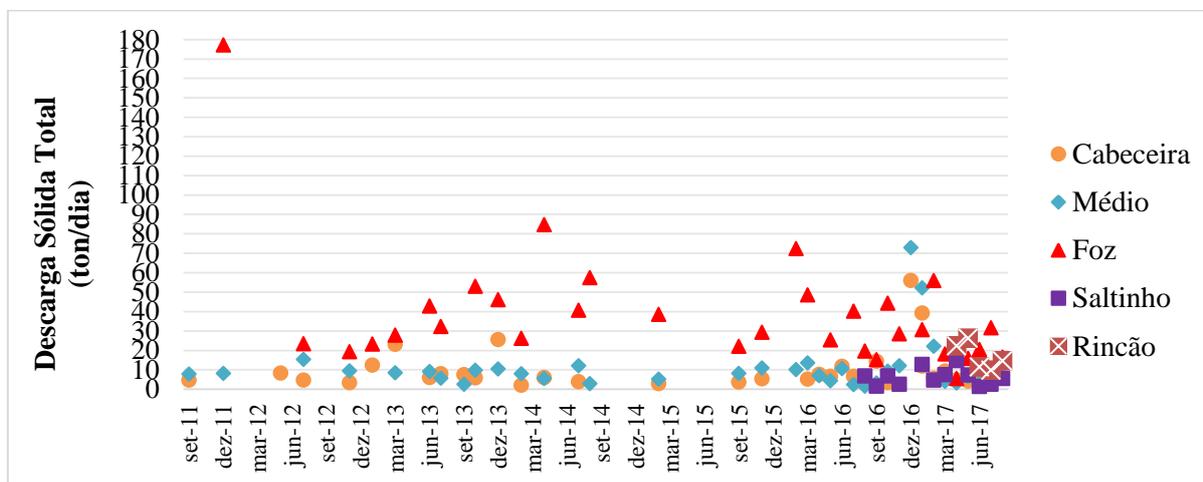


Figura 07. Descarga sólida total observada nos diversos cursos de água da bacia.

4.3. Caracterização da água subterrânea e superficial

i. Resultados obtidos de campo

O mapa potenciométrico (Figura 8) e a classificação hidroquímica foram realizados.

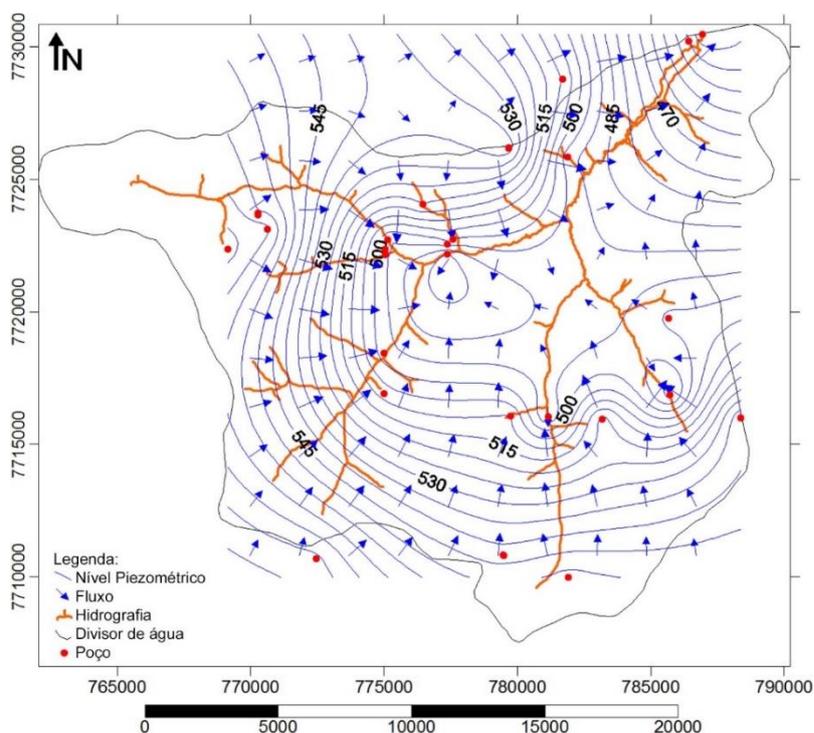


Figura 8. Mapa potenciométrico do aquífero livre na Bacia do Córrego Guariroba: direção de fluxos.

As águas subterrâneas da bacia em período chuvoso foram classificadas predominantemente em bicarbonatadas cálcicas e no período de seca em bicarbonatadas cálcicas e sódicas; as águas superficiais foram classificadas como bicarbonatadas mistas em ambos os períodos amostrados. Em relação à qualidade da água, em geral, as amostras tanto subterrâneas como superficiais estão com qualidade compatível aos principais usos consultivos da bacia, o consumo humano e a dessedentação animal para os parâmetros analisados.

4.4 Contribuições do projeto para inovação ou para políticas públicas

Os resultados possibilitaram a elaboração de diversos documentos científicos desde o treinamento de alunos em iniciação científica, mestrado acadêmico e de doutorado. Podemos destacar ainda como contribuição: a continuidade das séries históricas para caracterização da vazão líquida e a carga sólida afluyente; a ampliação do banco de dados de chuva, vazão, infiltração e de sedimentos da bacia; e a caracterização das águas subterrânea com a superficial da bacia. Esses resultados estão permitindo melhorias na gestão da bacia como produtora de água para o município de Campo Grande, MS.

4.5 Contribuições do projeto para difusão e transferência do conhecimento

A contribuição do projeto para difusão e transferência do conhecimento está relacionada com a participação dos atores envolvidos no projeto, desde estudantes, professores, técnicos das instituições parceiras e, o mais importante, dos produtores da bacia. Com reuniões periódicas, foi possível passar a necessidade de trabalho participativo e a construção de uma consciência conservacionista mais racional. Como resultado preliminar, podemos afirmar que houve melhoria na qualidade e na quantidade de água produzida na bacia. Nas áreas que receberam estruturas conservacionistas de solo e água, pode ser constatada a redução de processos erosivos. Assim, a implantação do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) na bacia do Guariroba mostrou-se eficiente. Em algumas áreas o abatimento de erosão chegou a 99%. O desafio agora é expandir práticas conservacionistas e ampliar o PSA na bacia do Guariroba. Estudos conclusivos estão sendo realizados a partir das análises do monitoramento de vazão e sedimento em curso. Além de reuniões com a comunidade envolvida, foi apresentado resultados em diversos eventos científicos levando a experiência da equipe.

5. PRODUÇÃO ACADÊMICA

Artigos publicados em periódicos

1. ALMEIDA, I.K.; ALMEIDA, A.K.; ANACHE, J.A.A.; STEFFEN, J.L.; ALVES SOBRINHO, T. Estimation on time of concentration of overland flow in watersheds: A Review. *Geociências* (São Paulo. Online), v. 33, p. 661-671, 2014.
2. ALMEIDA, I. K.; ALMEIDA, A. K.; STEFFEN, J.L.; ALVES SOBRINHO, T. Model for Estimating the Time of Concentration in Watersheds. *Water Resources Management*, v. 30, p. 4083-4096, 2016.

Capítulos de Livro:

BACCHI, C.G.V.; ANACHE, J.A.A. ALVES SOBRINHO, T. A.; ALMAGRO, A. Vulnerabilidade à erosão como ferramenta no plano de recursos hídricos de bacia hidrográfica. In: *Estudos Ambientais/ Organizador: Cristiano Poletto*. Rio de Janeiro (RJ): Editora Interciência, 2016. v.1, p. 23-42.

LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; CAVAZZANA, G. H.; Juliana CASADEI, J. e AZOIA DE SOUZA, T. Potencialidade dos Recursos Hídricos na Bacia do Córrego Guariroba, Município de Campo Grande-MS. In: *Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável/Organizador Eduardo de Lara Cardozo*. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2017. v.1, 297p. Cap. XIV p. 204-213.

Trabalhos publicados em anais de eventos

1. ANACHE, J.A.A.; BACCHI, C.G.V.; ALVES SOBRINHO, T. Perdas de solos e produção de sedimentos em bacia hidrográfica: uma abordagem distribuída. In: XI ENES: Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, 2014, João Pessoa, PB. XI Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Alegre, RS: ABRH, v.1, 2014.
2. LASTORIA, G.; GABAS, S.G.; CAVAZZANA, G.H; CASADEI, J.M.; SOUZA, T.A. 2015. Potencial hídrico da Bacia do Córrego Guariroba, município de Campo Grande-MS. In: *Anais 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015, Bento Gonçalves, RS. Anais 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo-SP: ABGE, v. 1.
3. ANACHE, J.A.A.; ALMEIDA, I.K.; BACCHI, C.G.V.; ALVES SOBRINHO, T. Landscape effects on the physical features of a watershed. In: 71st SWCS International Annual Conference - Great River Landscapes, 2016, Louisville, Kentucky. 71st SWCS International Annual Conferenc Proceedings, 2016.
4. BATISTA, C.S.P.; GESUALDO, G.C.; LEITE, P.C.C.; LASTORIA, G.; GABAS, S.G.; CAVAZZANA, G.H.; CASADEI, J.M.; AZOIA, T.S. 2016. Aplicação do método GOD para avaliação de vulnerabilidade de aquífero livre em bacia hidrográfica. In: *Anais XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*. Campinas, Setembro de 2016.

5. LEITE, P.C.C.; GESUALDO, G. C.; BATISTA, C.S.P.; AZOIA, T.S.; CAVAZZANA, G. H.; CASADEI, J.M.; LASTORIA, G.; GABAS, S.G. 2016. Hidroquímica das águas subterrâneas e superficiais na Área de Proteção Ambiental do Córrego Guariroba, Campo Grande, MS. In: Anais XIX Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Campinas, Setembro de 2016.
6. COUTO, C.B.; GARCIA, K.M.P; CARVALHO, G. A.; SONE, J.S.; ALVES SOBRINHO, T. Caracterização de sedimentos de leite. In: Anais do XII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Velho-RO, 2016.
7. CARVALHO, G. A.; ALMEIDA, A.K.; SONE, J.S.; ALMEIDA, I.K.; ALVES SOBRINHO, T. Calibração de turbidímetro. In: Anais do XII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Velho-RO, 2016.
8. BARBOSA, A. B.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G. 2017. Perigo à contaminação de Aquífero Livre em Área de Preservação Ambiental do município de Campo Grande, MS. In: Anais V Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo. São Paulo, outubro de 2017.
9. CARVALHO, G, A; COLMAN, C.B.; SONE, J. S. ALVES SOBRINHO, T. Produção de sedimentos e efeito histerese na concentração de sedimentos. In; Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis, SC, 2017.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

ALVES SOBRINHO, T. FERREIRA, P. A.; PRUSKI, F. F. Desenvolvimento de um infiltrômetro de aspersão portátil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v6, n.2, 2002.

ALVES SOBRINHO, T.; GÓMEZ-MACPHERSON, H.; GÓMES, J. A. A portable integrated rainfall and overland flow Simulator. *Soil Use and Management*, v.24, p.163–170, 2008.

CAMPO GRANDE. Prefeitura Municipal de Campo Grande. Águas Guariroba S.A. 2008. *Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba – APA do Guariroba*. Volume I. Campo Grande. 165 p.

CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia prática*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2008. 599 p.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DO PLANEJAMENTO, DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INSTITUTO DE MEIO AMBIENTE DE MATO GROSSO DO SUL - SEMAC. *Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul*. Campo Grande, MS: Editora UEMS, 194p, 2010.

TUCCI, C. E. M. (org). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 3ª ed. Porto Alegre: UFRGS; ABRH, 2002. 943p.