

Outubro
2019



**PRODUTO 4 v.4: PLANO DE MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO E DE QUALIDADE DE
ÁGUA DA BACIA DO ALTO DESCOBERTO – DF/GO**



Talita C. Beck:

Coordenação, qualidade das
águas superficiais e
subterrâneas.

Keila Oliveira:

Hidrometeorologia,
hidrogeologia e descarga sólida.

Lídia Bertolo:

Mapas.

Este estudo é financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). As opiniões expressas neste estudo são as dos autores e não refletem necessariamente a posição do BID, da sua Diretoria Executiva, ou dos países que ela representa.

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	5
LISTA DE SIGLAS	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. METODOLOGIA	8
3. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE INTERESSE.....	9
3.1. Caracterização hidrológica e do monitoramento atual	9
3.2. Diagnóstico do saneamento básico	14
3.3. Uso do solo e status das ações dos parceiros da Aliança do Descoberto	16
3.4. Resumo do diagnóstico e outras considerações.....	20
4. OBJETIVO DO MONITORAMENTO	22
5. DEFINIÇÃO CONCEITUAL E PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS	22
6. PLANO DE MONITORAMENTO.....	23
6.1 Parâmetros a serem monitorados	23
6.2. Desenho do monitoramento	25
6.2.1 Monitoramento do Lago Descoberto	34
6.2.2. Monitoramento Sub-bacia Rio Descoberto.	37
6.2.3. Monitoramento da sub-bacia Ribeirão Rodeador:	44
6.2.4. Sub-bacia Ribeirão das Pedras.	51
6.2.5. Sub-bacia Córrego Rocinha (DF)	55
6.2.6. Redes de monitoramento sugeridas para a bacia do Alto Descoberto	57
6.3. Rotinas operacionais.....	59
6.3.1. Medição, amostragem e coleta de dados primários	61
6.3.2. Organização e armazenamento de dados primários.....	62
6.3.3. Organização e armazenamento de dados secundários	63
6.3.4. Rotina de análises e relatórios dos resultados (formato de apresentação).....	63
6.4. Implementação e acompanhamento do plano	65
REFERÊNCIAS	69
ANEXO 1: TABELA DOS PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS.....	73
ANEXO 2: MÉTODOS DE CAMPO PARA REALIZAÇÃO DO MONITORAMENTO	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de Atividades. Fonte: Modificado de Stoll et al.(2008).....	8
Figura 2 Sub-bacias do Alto Descoberto e rede de monitoramento atual.....	10
Figura 3 Adequabilidade de esgotamento sanitário na Bacia do Alto Descoberto e nos 5 Km de entorno - Ano 2010. Fonte: IBGE (2010).	15
Figura 4 Mapa de uso do solo, intervenções e áreas de drenagem de cabeceiras com baixo saneamento rural.....	17
Figura 5 Imagem das 6 microbacias de interesse na cabeceira das sub-bacias Descoberto e Rodeador e FLONA de Brasília.	19
Figura 6 Resumo do diagnóstico com microbacias de interesse no Alto Descoberto.	20
Figura 7 Modelo conceitual para o monitoramento proposto.....	22
Figura 8 Mapa geral das redes de monitoramento sugeridas nas sub-bacias do Alto Descoberto em relação as intervenções	33
Figura 9 Monitoramento de reconhecimento e tendência no Lago Descoberto.....	35
Figura 10. Mapa com as mudanças sugeridas no monitoramento da sub-bacia do Rio Descoberto	38
Figura 11 Mapa com as mudanças sugeridas no monitoramento da sub-bacia Ribeirão Rodeador.	45
Figura 12 Mapa com as mudanças sugeridas no monitoramento da sub-bacia Ribeirão das Pedras.	52
Figura 13 Mapa com nova estação sugerida para a unidade hidrográfica Córrego Rocinha (DF) ...	56
Figura 14. Mapa geral das redes de monitoramento com microbacias de interesse e localização das intervenções planejadas e sugeridas.	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Sub-bacias da bacia do Alto Descoberto.....	9
Tabela 2 Estações nas sub-bacias do Alto Descoberto, no lago Descoberto e 5 Km de entorno. ...	11
Tabela 3 Localização das estações pluviométricas.....	11
Tabela 4 Classificação do solo em 2013 por sub-bacias e microbacias de interesse no Alto Descoberto.....	18
Tabela 5. Parâmetros a serem monitorados nas águas superficiais, resumo de métodos e expressão dos resultados.	25
Tabela 6 Resumo do desenho de monitoramento BACRI	26
Tabela 7 Resumo do desenho de monitoramento de impacto antes-depois.....	27
Tabela 8 Localização e resumo do planejamento temporal do monitoramento no Lago Descoberto.....	35
Tabela 9 Localização e resumo do planejamento temporal nas microbacias do Rio Descoberto. ...	38
Tabela 10 Localização e resumo do planejamento temporal nas microbacias do Ribeirão Rodeador.	45
Tabela 11 Localização e resumo do planejamento temporal nas microbacias do Ribeirão das Pedras.	52
Tabela 12 Localização e resumo do planejamento temporal na unidade Córrego Rocinha (DF). ...	56
Tabela 13 Parâmetros para monitoramento metereológico	57
Tabela 14 Cronograma anual aproximado de trabalho.....	67
Tabela 15 Cronograma mensal aproximado de trabalho.....	68

LISTA DE SIGLAS

ABHA - Associação Multissetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas
ABS – Áreas de drenagem no meio rural com baixo índice de saneamento básico
ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
AI – Área de Interesse (Bacia do Alto Descoberto e 5Km de entorno)
ANA – Agência Nacional das Águas
ANEEL. – Agência Nacional de Energia Elétrica
APP – Área de Preservação Permanente
BACRI – Antes-depois, controle-referência, impacto (do inglês *before-after, control-reference, impact*)
BARI – Antes-depois, referência, impacto (do inglês *before-after, reference-impact*)
CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CRH – Conselho de Recursos Hídricos
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO – Demanda bioquímica de oxigênio
DF – Distrito Federal
E1 – Proposta metodológica
E2 – Relatório de compilação e sistematização de dados
E3 – Relatório final de análise de dados
E4 – Plano de monitoramento hidrológico
EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GO - Goiás
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IET – Índice do Estado Trófico
IQA – Índice de Qualidade de Água
MMA – Ministério do Meio Ambiente
PCD – Plataforma de coleta de dados
RBIS - *River Basin Information System*
SANEAGO – Saneamento de Goiás
TDR – Termo de Referência
TNC – *The Nature Conservancy*
VMP – Valor Máximo Permitido
WMO - *World Meteorological Organization*
WWF – *World Wildlife Fund*

1. INTRODUÇÃO

Desde a criação do Reservatório do Descoberto, em 1974, a região da bacia do Alto Descoberto, no Distrito Federal, vem se destacando pelo potencial agrícola (Chelotti, 2017) e pela expansão das áreas de pastagens (MMA, 2013). Esta condição gera um intenso uso dos recursos naturais e mudanças no uso do solo, com sérias consequências em especial para o próprio reservatório, que é hoje a principal fonte de abastecimento de água do Distrito Federal e responsável por 60% do abastecimento de água da região (Nunes, 2014, EBC, 2016, Chelotti, 2017 e TNC, 2018).

Os Fundos de Água têm trabalhado em atividades com ênfase na conservação de áreas de drenagens, garantindo o suprimento contínuo de água potável. através de esforços de restauração e proteção ecológica a longo prazo. As principais atividades implementadas são de restauração de terras ao longo de drenagens e corredores de rios, bem como de práticas de gestão para minimizar os impactos das atividades de uso da terra sobre a qualidade e quantidade de água. Projetos de educação, investimentos em infraestrutura natural, práticas de gestão de uso da terra e de recursos hídricos também fazem parte da estratégia de proteção da água em sua fonte (TNC, 2013).

Durante o 8º Fórum Mundial da Água, realizado em Brasília de 18 a 23 de março de 2018, a The Nature Conservancy (TNC) e outras 20 instituições governamentais e não governamentais, formaram a Aliança pelo Descoberto. Alinhada aos objetivos dos Fundos de Água, a aliança irá promover a proteção e o uso racional dos recursos hídricos. assim como o incentivo à atividade rural sustentável na bacia do Alto Rio Descoberto, compreendida pelas áreas a montante da Barragem do Lago do Rio Descoberto no Distrito Federal e em Goiás (Embrapa, 2018).

A avaliação do impacto das atividades de manejo e conservação sobre os recursos hídricos é baseada no monitoramento de características físicas, como disponibilidade da água (pluviosidade, água superficial e subterrânea), qualidade da água (superficial e subterrânea), características meteorológicas e uso do solo da área de estudo (composta pela bacia objeto de estudo e região de amortecimento).

Nos produtos E2 e E3 foi realizado um diagnóstico do monitoramento já existente na bacia do Alto Descoberto. No atual produto, é definida a metodologia usada para o desenvolvimento do plano de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade da água. Além disto, ele descreve o plano de monitoramento a ser implementado capaz de detectar os impactos das intervenções pela TNC e parceiros da Aliança pelo Descoberto.

2. METODOLOGIA

Este plano de monitoramento é baseado no diagnóstico apresentado nos produtos E2 e E3, preparados pela Meio Sustentável (Beck *et al.*, 2018 e Beck *et al.*, 2019); nos estudos de Cottingham *et al.* (2005); Stoll *et al.* (2008); Taffarello *et al.* (2015) e no documento “Um compêndio para o monitoramento de fundos de água”, da The Nature Conservancy (TNC, 2013).

De acordo com Stoll *et al.* (2008), as perguntas que devem ser feitas, para se planejar um bom programa de monitoramento, são as seguintes: “medir o quê, onde e com que frequência, precisão e objetivos”. Essas perguntas são feitas nas diferentes escalas do ciclo de atividades no estabelecimento de um programa de monitoramento. O ciclo de atividades é apresentado na Figura 1.

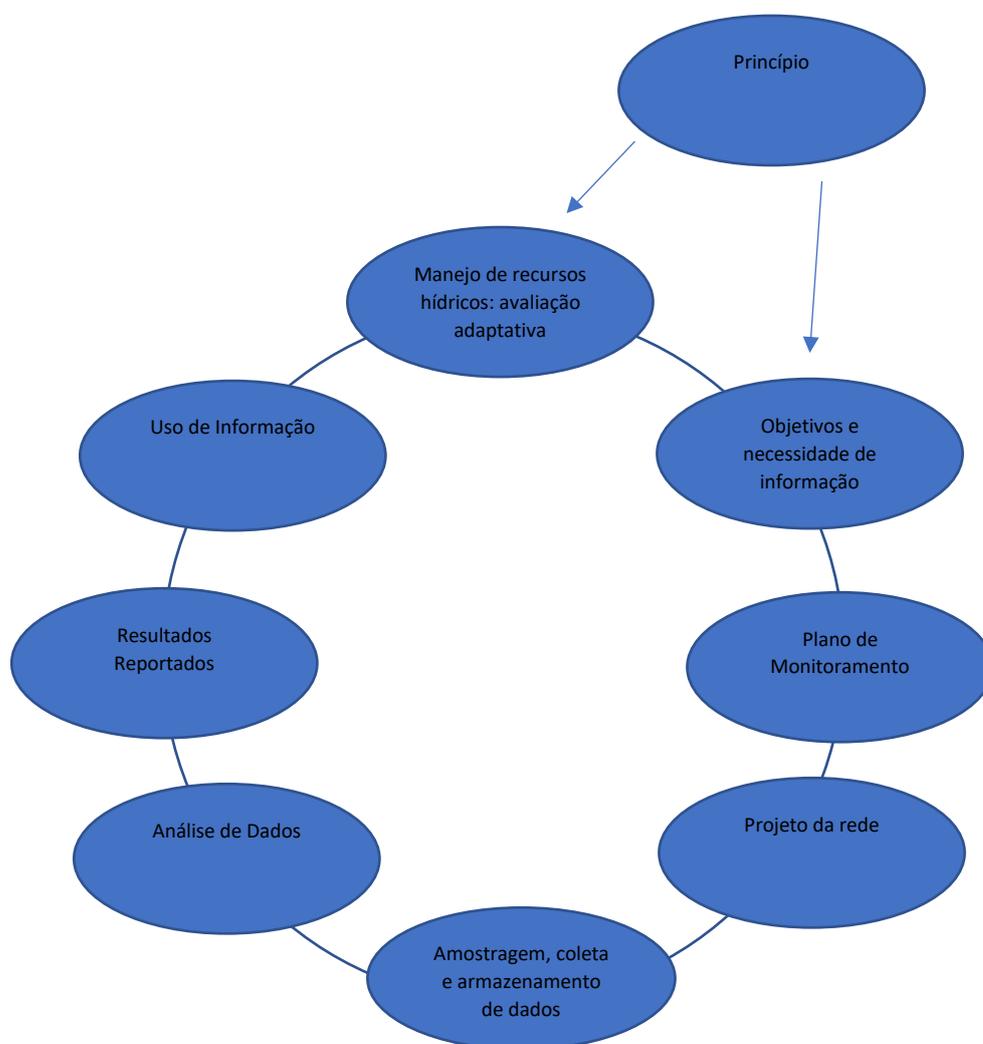


Figura 1 Ciclo de Atividades. Fonte: Modificado de Stoll *et al.*(2008).

O ciclo de atividades começa com a definição de objetivos e necessidades de informação. Esta informação é usada para definir parâmetros a serem medidos bem como outros tipos de dados a serem obtidos (Stoll, 2008).

Para o desenvolvimento do plano de monitoramento, foi feito diagnóstico inicial da área de interesse, constante nos produtos E2 e E3; um resumo deste diagnóstico é apresentado na seção 3 do presente relatório. A partir do diagnóstico foi definido o objetivo apresentado na seção 4. O modelo conceitual, perguntas a serem respondidas e necessidades de informação, estão na seção 5. O plano de monitoramento sugerido consta na seção 6.

3. DIAGNÓSTICO DA ÁREA DE INTERESSE

A seguir é apresentado um compilado dos resultados do diagnóstico da área de interesse realizado nos produtos E2 e E3.

3.1. Caracterização hidrológica e do monitoramento atual

A área de interesse é a Bacia do Alto Rio Descoberto, que pertence à bacia do Paraná e compreende a parte do alto curso do Rio Descoberto, a montante do reservatório do lago do Descoberto (Brasil, 2006). Tal bacia está localizada no quadrante de 15° 35' 00" a 15° 48' 00" latitude sul e de 48° 03' 00" a 48° 15' 00" longitude oeste.

No produto E3 a bacia do Alto Descoberto foi subdividida em 11 sub-bacias hidrográficas observadas no Plano de Manejo da APA da Bacia do Rio Descoberto (MMA, 2014) como mostra a tabela 1 e o mapa da figura 2.

Tabela 1 Sub-bacias da bacia do Alto Descoberto.

Código	Sub-bacia/microbacias hidrográficas
1	Sub-bacia Córrego do Meio
2	Sub-bacia Córrego Rocinha (DF)
3	Sub-bacia Córrego Buriti Chato
4	Sub-bacia Ribeirão das Pedras
5	Sub-bacia Córrego Capão Comprido
6	Sub-bacia Ribeirão Rodeador
7	Sub-bacia Córrego Olaria
8	Sub-bacia Córrego Chapadinha
9	Sub-bacia Rio Descoberto
10	Sub-bacia Córrego Coqueiro
11	Sub-bacia Córrego Rocinha (GO)

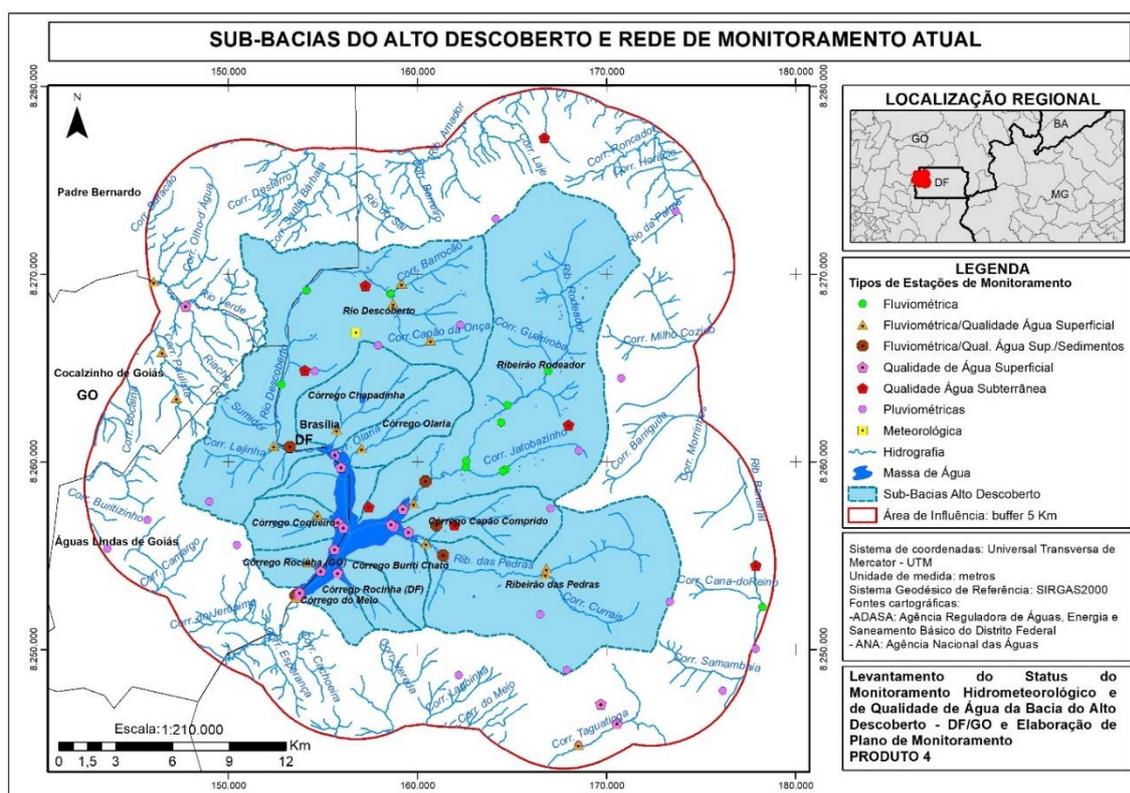


Figura 2 Sub-bacias do Alto Descoberto e rede de monitoramento atual.

Rede de monitoramento

Como mostra a figura 2, durante o diagnóstico do monitoramento atual no Alto Descoberto, constatou-se que na área de estudo existe uma rede de monitoramento com 40 estações de qualidade de água, 35 estações fluviométricas, 23 estações pluviométricas e uma estação meteorológica. Esta rede é atualmente operada pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), a ADASA e a Agência Nacional das Águas (ANA).

As estações fluviométricas e pluviométricas estão bem distribuídas ao longo da bacia e entorno, ou seja, possuem estações monitorando em diferentes níveis de cada sub-bacia, assim como no exutório de cada uma. As estações fluviométricas dentro das sub-bacias, num total de 28, medem apenas dados de descarga líquida. Sete estações fluviométricas, localizadas no exutório das sub-bacias, monitoram dados de nível, diariamente.

O monitoramento no exutório das sub-bacias permite o controle diário das vazões afluentes ao reservatório Descoberto. Já, o monitoramento do exutório do reservatório, permite o controle diário da sua vazão defluente. Por fim, o monitoramento de descarga líquida nas demais estações avalia o comportamento das vazões, ao longo do ano.

As estações de qualidade de águas superficiais têm uma boa distribuição, na maioria das sub-bacias, com exceção da Rodeador, que tem apenas duas estações de qualidade, ambas em seu exutório, e das sub-bacias Córrego Buriti Chato, Córrego Rocinha (DF) e Córrego do Meio, que não possuem estações de qualidade de águas superficiais como mostra a tabela 2.

Tabela 2 Estações nas sub-bacias do Alto Descoberto, no lago Descoberto e 5 Km de entorno.

SUB-BACIAS/Lago/5Km entorno	Tipo					
	F	FQFn	FQ	FSQFn	Q	M
Córrego Buriti Chato						
Córrego Chapadinha		1				
Córrego do Meio						
Córrego Olaria		1				
Córrego Rocinha (DF)						
Córrego Rocinha (GO)			1			
Córrego Coqueiro			2			
Ribeirão das Pedras			3	1		
Córrego Capão Comprido				1		
Ribeirão Rodeador	7		1	1		
Rio Descoberto	3		4	1		1
Lago Descoberto	1				14	
5 Km Entorno Alto Descoberto	1		4	1	3	

Legenda: F-Fluviométrica; Fn- Fluviométrica com sensor de nível; Q- Qual; S-sedimento; M-Meteorológica

Com relação às 23 estações pluviométricas estas apresentam uma densidade de aproximadamente 40 km² de área por estação, abrangendo toda a bacia do Alto Descoberto e a região de entorno (Tabela 3). Os dados disponíveis são os acumulados diários de precipitação em mm.

Tabela 3 Localização das estações pluviométricas.

Sub-bacia/Bacia/5 Km entorno	Área da sub-bacia	Estações pluviométricas
	(km ²)	quant.
Rio Descoberto	114,30	3
Córrego Chapadinha	21,18	1
Ribeirão Rodeador	114,27	1
Córrego Capão Comprido	16,40	1
Ribeirão das Pedras	77,64	3
Alto Descoberto	433,5	12
5 Km entorno Alto Descoberto	5,5	11

As estações subterrâneas têm um total de 7 pares de poços. Há falta de informações detalhadas sobre a geometria dos aquíferos subterrâneos, sobre a definição de suas condições e limites – bem como áreas de recarga, além da avaliação dos parâmetros hidrodinâmicos disponíveis principalmente no estado de Goiás. A ausência de informações sobre as características hidrogeológicas da área de estudo, bem como de suas adjacências, compromete o julgamento

sobre a disponibilidade de pontos de monitoramento e o estabelecimento de rede de amostragem com vistas à avaliação da disponibilidade e qualidade hídrica subterrânea. Uma sugestão de monitoramento a partir das informações disponíveis seria muito imprecisa.

Um mapeamento das feições hidrogeológicas e dados da hidrodinâmica da área levaria pelo menos 9 meses (3 de planejamento e 6 de monitoramento). Para tal, recomenda-se estudo separado.

Vazões:

Os tributários da bacia do Alto Descoberto são rios de pequeno porte e com elevado número de outorgas, principalmente para atividades de irrigação, fazendo com que haja variações diárias significativas de vazão. Constata-se, neste caso, que o monitoramento atual não permitiria detectar os impactos das intervenções que serão realizadas, uma vez que a interferência dos usos é muito significativa. Para que tais impactos sejam detectados é necessário um monitoramento adequado da utilização dos recursos hídricos (localização e mensuração) a nível de microbacias, concomitantemente ao monitoramento de parâmetros hidrometeorológicos.

A sub-bacia do Ribeirão Rodeador apresentou séries de vazões e precipitações não estacionárias, indicando que tais parâmetros sofrem flutuações periódicas (sazonais). Além disso, a vazão de permanência em 98% do tempo mostrou-se muito pequena ($0,16 \text{ m}^3/\text{s}$), inferindo-se que ações de recuperação de nascentes, rodovias e solo, que ocorrerão na microbacia do Córrego Bonito, teriam maiores chances de detecção. Porém, sendo necessário, para isso, um monitoramento contínuo de precipitação e vazão, a montante e a jusante da microbacia, antes e depois das intervenções.

A sub-bacia do Ribeirão das Pedras também apresentou séries de vazões e precipitações não estacionárias indicando flutuações periódicas desses parâmetros, com vazão de permanência em 98% do tempo de $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$. Da mesma forma que, para a sub-bacia do Ribeirão Rodeador, ações de recuperação de nascentes, rodovias e solo, terão mais chances de detecção no monitoramento, caso este seja realizado de forma contínua para os parâmetros precipitação e vazão.

Pluviometria:

A pluviometria da região é caracterizada pela ocorrência bem definida de verões chuvosos e invernos secos. A estação chuvosa se inicia em outubro e termina em abril, representando cerca de 90% do total precipitado no ano. O trimestre mais chuvoso é o de novembro a janeiro. A estação seca vai de maio a setembro, sendo o trimestre de junho a agosto o mais seco, responsável por somente cerca de 2% do total anual precipitado.

As cabeceiras da sub-bacias do Rio Descoberto e do Ribeirão Rodeador apresentaram mesmo nível de pluviosidade nas estações secas e chuvosas. As médias precipitadas ficam entre 197,5 mm e 199,4 mm no período chuvoso e 19,7 mm e 20 mm no período seco. Já a sub-bacia do Córrego Rocinha (DF) apresentou média de 188 mm no período chuvoso e 19,9 mm no período seco.

Descarga sólida:

Quanto à medição de sedimentos de arraste foi diagnosticado, já no produto E2, que este só é monitorado nas estações do exutório das principais sub-bacias, porém nenhum dado foi disponibilizado durante o diagnóstico. No entanto, este parâmetro, assim como o de sedimentos em suspensão, será incluído no plano de monitoramento, nas áreas onde haverá intervenções que visam a retenção de sedimentos, para que se possa fazer a caracterização e avaliar a descarga sólida total, antes e depois das mesmas.

Qualidade:

As análises dos dados disponíveis mostraram que todos os parâmetros necessários para o cálculo do índice de qualidade das águas (IQA) só são monitorados no exutório das sub-bacias Rio Descoberto, Ribeirão Rodeador e Ribeirão das Pedras, e com frequência trimestral. Como resultado do diagnóstico observou-se que coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais e turbidez, quando monitorados nas outras estações das sub-bacias do Alto Descoberto, a frequência de amostragem é irregular variando de 2 meses a 1 ano.

O principal problema de qualidade detectado na Bacia do Alto Descoberto, na análise inicial do IQA e do índice de estado trófico (IET) nas estações do Lago Descoberto, foi uma situação de eutrofização em vários pontos do lago, entre início de 2016 e início de 2017, quando foi constatado um período muito seco na região. Assim mesmo, foi identificado que os parâmetros de maior impacto nos resultados de IQA são o fósforo total e os coliformes termotolerantes, pelo que se realizou uma comparação dos resultados de fósforo total das amostras coletadas nos exutórios das principais sub-bacias do Alto Descoberto.

Esta comparação revelou que as amostras do exutório da sub-bacia do Ribeirão Rodeador tiveram a maior média de fósforo total de todas as amostras dos exutórios das sub-bacias do Alto Descoberto. As sub-bacias Olaria, Chapadinha, Coqueiro Braço Direito, Ribeirão das Pedras e Descoberto tiveram amostras com médias de 0,03 mg/l, 0,03 mg/l, 0,04 mg/l, 0,07mg/l e 0,05 mg/l, respectivamente. Em termos estatísticos, a única diferença significativa encontrada foi ao comparar as médias do Ribeirão Rodeador e da sub-bacia Córrego Rocinha (GO), que apresentaram médias de 0,12mg/l e 0,02mg/l.

A sub-bacia Ribeirão Rodeador teve também a maior porcentagem de amostras excedendo o valor máximo permitido (VMP) para fósforo total (0,05mg/l), definido para classe II de ambientes lóticos, tributários diretos de ambientes lênticos, estabelecido pela Resolução N°357 (CONAMA, 2005). Das amostras coletadas no exutório da sub-bacia Ribeirão Rodeador, cerca de 35 % eram maiores do que o VMP, enquanto que nas outras sub-bacias as seguintes porcentagens de amostras acima do VMP foram encontradas: Ribeirão das Pedras (25%), Rio Descoberto (22%), Coqueiro Braço Direito (16%), Chapadinha (12%), Rocinha-GO (11%) e Olaria (4%).

Das três principais sub-bacias (Descoberto, Rodeador e Ribeirão das Pedras), Descoberto teve a menor média de fósforo total. Esta média está em conformidade com o VMP da Resolução N°357 (CONAMA, 2005). A mudança a ser observada será na porcentagem de excedência do VMP permitido em legislação para classe II de ambientes lóticos, tributários diretos de ambientes lênticos (CONAMA, 2005). Para o exutório do Ribeirão das Pedras chegou-se a mesma conclusão, visto que, a média de fósforo das amostras da série histórica obtida apresenta valor muito próximo ao VMP da Resolução N°357 (CONAMA, 2005).

Por tudo isto, entende-se que o monitoramento de ações que tenham como consequência a redução de fósforo total na sub-bacia Ribeirão Rodeador teria maiores chances de detecção, pois o efeito esperado é maior.

Além disto, também foi observado que, a estação lêntica que se encontra no exutório do Córrego Rocinha – DF (Descoberto 2 (60435470)), é uma das estações com maior incidência de resultados de IET que indicam um estado hipereutrófico do Lago Descoberto na série histórica analisada.

Também foram detectadas não conformidades aos VMPs para ferro total, da Portaria Consolidada de N°5 do Ministério da Saúde (2017), e para alumínio dissolvido e trifluralina, da Resolução N°357 (CONAMA, 2005), em boa parte das amostras no período histórico disponível. Porém, não haviam dados suficientes para determinar a extensão do problema. Portanto, sugere-se um monitoramento de reconhecimento para estes parâmetros. Ao final do período do monitoramento de reconhecimento, o modelo conceitual deste relatório e as hipóteses com relação a estes parâmetros poderão ser revisados. Posteriormente, tais parâmetros poderão ser mantidos ou excluídos do plano como mostra o ciclo de atividades da figura 1 (seção 2).

3.2. Diagnóstico do saneamento básico

O diagnóstico do saneamento básico mostrou que não houve grande mudança nos quadros do esgotamento sanitário entre 2000 e 2010. No geral, as áreas rurais continuaram com um pior atendimento em termos de porcentagem do seu total de domicílios.

O mapa na figura 3 mostra as subdivisões dos setores censitários, do último censo do IBGE de 2010, na Bacia do Alto Descoberto, com os níveis de esgotamento sanitário adequados - porcentagem de domicílios dos respectivos setores com coleta, seguida de tratamento, ou o uso da fossa séptica.

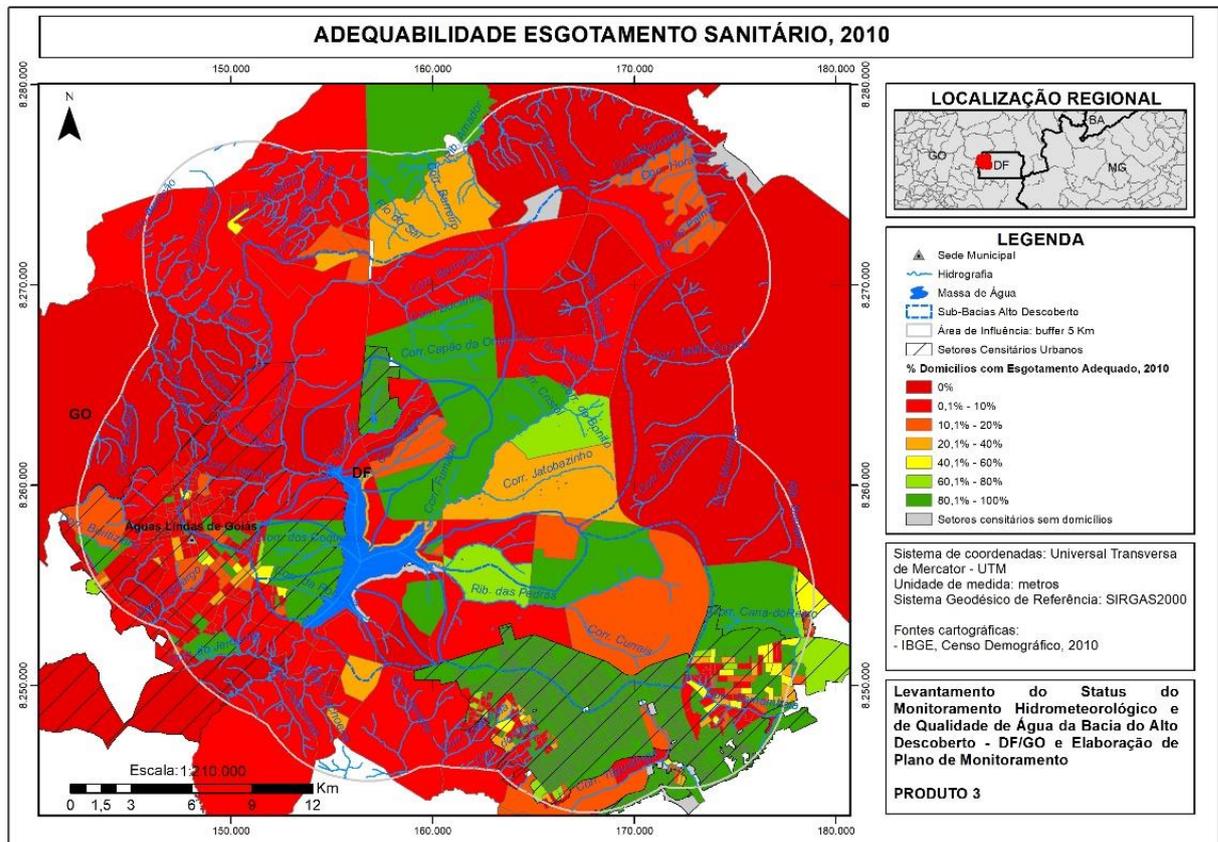


Figura 3 Adequabilidade de esgotamento sanitário na Bacia do Alto Descoberto e nos 5 Km de entorno - Ano 2010. Fonte: IBGE (2010).

Pode-se observar que a sub-bacia Córrego Rocinha (DF), a cabeceira da sub-bacia do Ribeirão Rodeador e a área do Córrego Barroirão, na cabeceira da sub-bacia do Rio Descoberto, tem níveis de saneamento adequados inferiores a 10%.

Áreas de cabeceira de sub-bacias, com baixo nível de esgotamento sanitário, são áreas com alto potencial para a detecção do impacto de atividades de saneamento rural, já que podem ser melhor isoladas de fatores externos. Da mesma maneira, as sub-bacias com alto nível de saneamento rural, podem ser áreas de referência para aquelas onde serão introduzidas as intervenções de saneamento básico. As áreas dos Córregos Capão da Onça e Bocanhão mostraram ter de 80% a 100% dos domicílios com esgotamento sanitário adequados.

3.3. Uso do solo e status das ações dos parceiros da Aliança do Descoberto

A bacia do Alto Descoberto vem sofrendo ao longo dos anos com intervenções antrópicas, mais precisamente com a expansão no número de domicílios e das áreas de pastagens (Beck *et al.*, 2019). Estas intervenções antrópicas, associadas aos fatores climatológicos e mudanças no regime de pluviometria, tem gerado redução das vazões dos afluentes do reservatório e eutrofização do lago Descoberto, em épocas de vazões muito baixas. Em decorrência disso, a Aliança pelo Descoberto realizará intervenções em áreas ainda a serem definidas, dentro da Bacia do Alto Descoberto.

Uma destas intervenções está descrita na apresentação da ADASA e da Associação Multisetorial de Usuários de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas (ABHA, sem data), fornecida pela TNC. Esta apresentação informa que haverá um investimento de R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais), oriundos da cobrança de uso dos recursos hídricos, em saneamento básico nas propriedades rurais, com ênfase em agricultores familiares e assentamentos da reforma agrária, beneficiando 100 famílias com 100 estações de tratamento de efluente doméstico, em toda a região do Alto Descoberto.

Algumas das localizações das atividades planejadas pelos parceiros da Aliança pelo Descoberto foram ilustradas em apresentações fornecidas pela própria TNC e algumas foram informadas em encontros realizados com os parceiros, durante uma visita a Brasília.

As nascentes do córrego Capão da Onça, na cabeceira da Sub-bacia Rio Descoberto, são uma destas áreas. De acordo com a apresentação da WWF e comunicação direta com Abílio Vinicius Barbosa Pereira (2018), uma área de 8 ha perto das nascentes do Corrêgo Capão da Onça receberá semeadura direta para recuperação do Cerrado.

Outros 2 locais apontados como áreas de intervenção são: 1) áreas próximas às nascentes do Córrego Bonito e 2) na margem esquerda do Ribeirão das Pedras, a jusante do ponto que acontece a confluência do Ribeirão das Pedras e Córrego Currais (EMATER, sem data (a)). A EMATER pretende implementar junto a proprietários de terra naquelas áreas, atividades de infraestrutura rural (adequação de estradas e terraceamento dos solos) assim como atividades ambientais (dentre elas, recuperação de nascentes).

A figura 4 mostra o mapa de uso do solo de 2013, com a área aproximada das intervenções planejadas pelos parceiros do Alto Descoberto. As microbacias onde se planejam as intervenções e as microbacias que, mesmo sem intervenções, impactariam no monitoramento futuro, foram salientadas juntamente com áreas rurais com níveis de saneamento adequados inferiores a 10%, identificadas na seção 3.2. Estas áreas serão chamadas de áreas de drenagem no meio rural com baixo índice de saneamento básico (ABS) e compreendem as microbacias Córrego Barroçã,

Ribeirão Comprido (braço direito), Ribeirão Comprido (braço esquerdo), Córrego Cabeceira Comprida e a sub-bacia Rocinha (DF).

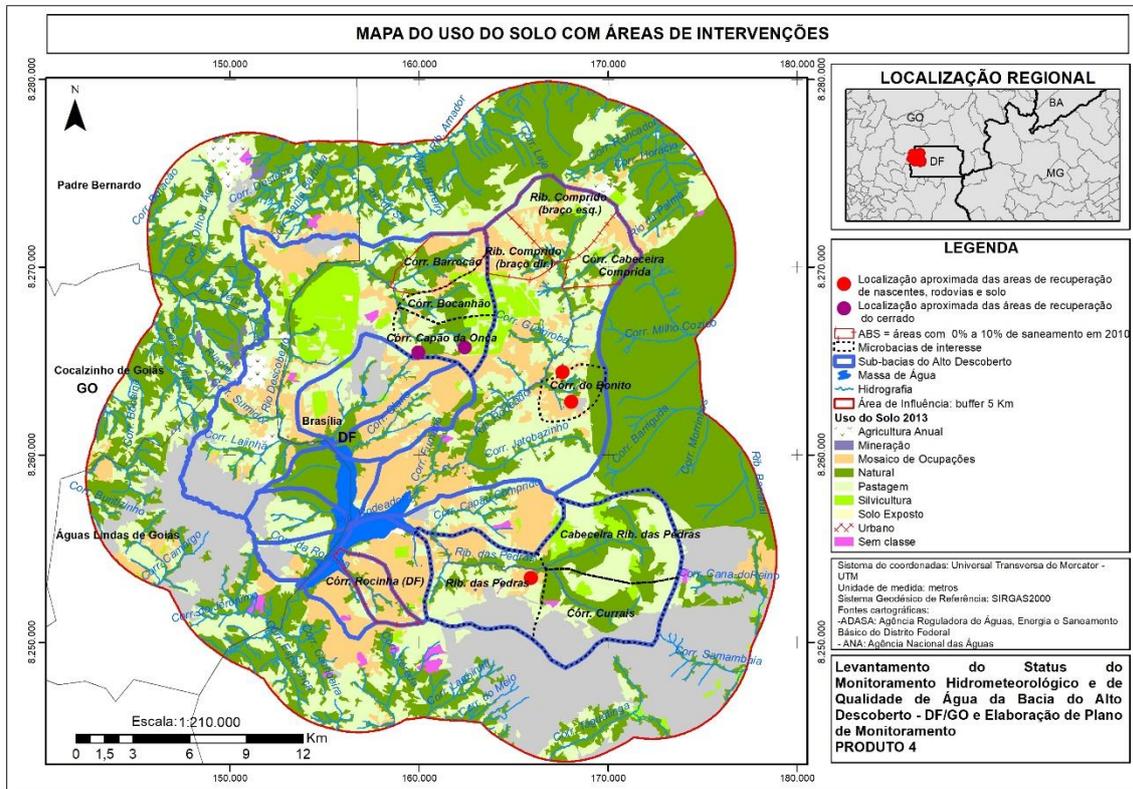


Figura 4 Mapa de uso do solo, intervenções e áreas de drenagem de cabeceiras com baixo saneamento rural.

Pode-se observar no mapa da figura 4 que as ABSs identificadas compreendem uma mistura de áreas classificadas como mosaico de ocupações, pastagens, vegetação nativa e silvicultura e que as microbacias do Ribeirão Comprido (braço direito), Ribeirão Comprido (braço esquerdo), Córrego Cabeceira Comprida, na cabeceira do Ribeirão Rodeador, tem proporções parecidas de cada uma destas classes. A microbacia Córrego Barrocão, na cabeceira do Rio Descoberto, apresenta uma área de vegetação natural bem maior que as outras quando comparado a sua área total. A sub-bacia Córrego Rocinha (DF) por sua vez, uma área de mosaico de ocupações bem maior que as outras. Estas observações podem ser confirmadas na tabela 4, que apresenta em detalhe as áreas de cada sub-bacia e das microbacias de interesse.

Tabela 4 Classificação do solo em 2013 por sub-bacias e microbacias de interesse no Alto Descoberto.

Sub-bacia	Microbacia	Agricultura Anual (ha)	Água (ha)	Mosaico de Ocupações (ha)	Não observado (ha)	Natural (ha)	Pastagem (ha)	Silvicultura (ha)	Solo Exposto (ha)	Urbano (ha)	Área de Drenagem Total (ha)
Córrego Buriti Chato	Córrego Buriti Chato		321	791		47	117	53			1330
Córrego Chapadinha	Córrego Chapadinha		19	848		262	544	134		508	2316
Córrego do Meio	Córrego do Meio		123	457	14	57	87				737
Córrego Olaria	Córrego Olaria		46	993	10	343	313	11			1716
Córrego Rocinha (DF)	Córrego Rocinha (DF)		42	553		100	76				771
Córrego Rocinha (GO)	Córrego Rocinha (GO)		142	81		130	274			216	843
Córrego Coqueiro	Córrego Coqueiro		65			322	554			237	1178
Ribeirão das Pedras	Ribeirão das Pedras (jusante)		4	721	7	409	1004	8		631	2784
	Cabeceira Ribeirão das Pedras			35		1050	1298	375		7	2765
	Córrego Currais				19	759	716	79		1010	2582
Córr. Capão Comprido	Córr. Capão Comprido		47	985	29	174	731	54		68	2089
Rib. Rodeador	Rib. Comprido (braço direito)			347		87	384	17			835
	Rib. Comprido (braço esquerdo)	78		322		409	766	34			1609
	Córr. Cabeceira Comprida			231		219	431	31			911
	Córrego Bonito			272		269	201			34	776
	Restante Rodeador		138	2206	28	1958	3492	533		12	8367
Rio Descoberto	Córrego Barroco			310		431	310	44			1095
	Córrego Bocanhão			88		335	236	229			888
	Capão da Onça			214		342	434	165			1155
	Restante Descoberto	309	53	1621	49	1331	2538	1482	14	1177	8574
Córr. não identificado	Córr. não identificado		309	200		645	50			10	1214
Total geral	Total Geral	387	1309	11275	155	9680	14556	3249	14	3910	44535

Observa-se que a microbacia Córrego Ribeirão Comprido (braço esquerdo) tem uma área de agricultura de tamanho considerável, enquanto as outras 2 (Córrego Ribeirão Comprido (braço esquerdo) e Córrego Cabeceira Comprida) não.

Pensando em uma área de controle para a avaliação de intervenções de esgotamento sanitário na cabeceira do Ribeirão Rodeador, esta microbacia não seria, portanto, uma boa escolha. Por outro lado, por estas mesmas características, proporciona uma excelente área experimental para se entender o impacto relativo do saneamento básico, de saneamento animal e de melhores práticas agrícolas, nos níveis de fósforo na Bacia do Alto Descoberto. Isto porque a importância relativa do esgotamento deficitário, da pecuária e da agricultura como fontes de fósforo total (assim como dos coliformes termotolerantes) encontrados nas amostras e análises feitas no produto E3, são uma incerteza (como será visto mais tarde na seção 5).

Um experimento com a introdução de saneamento básico, saneamento animal e práticas agrícolas mais sustentáveis (com menos ou nenhum fertilizante) podem ser introduzidas, uma de cada vez, para que o impacto de cada uma destas possíveis intervenções seja mensurado.

No produto E3 observou-se que as 3 microbacias com uso do solo mais parecidos, assim como a microbacia Córrego Capão da Onça, estão em áreas com predominância de Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Na figura 5, a imagem de satélite, de janeiro de 2019, identifica as 3 microbacias da cabeceira do Ribeirão Rodeador (Ribeirão Comprido (braço direito), Ribeirão Comprido (braço esquerdo) e Córrego Cabeceira Comprido); a microbacia Córrego Barroco e as microbacias Córrego Bocanhão e Córrego Capão da Onça, na cabeceira da sub-bacia do Descoberto. Note que a área de drenagem da primeira estação que se vê na microbacia Córrego Capão da Onça, Capão da Onça – Montante Captação, está inserida na FLONA de Brasília, assim como parte da área de drenagem da microbacia Córrego Bocanhão.



Figura 5 Imagem das 6 microbacias de interesse na cabeceira das sub-bacias Descoberto e Rodeador e FLONA de Brasília.

Percebe-se que nesta área de drenagem da estação Capão da Onça Montante Captação, há a presença de veredas que em seguida dão lugar a áreas de Campo Sujo (que são fitofisionomias do cerrado (TNC, 2018)), para então vermos algumas áreas já com uma vegetação nativa mais robusta e em regeneração. Pode-se perceber também que esta mesma área (até a estação Capão da Onça Montante Captação) tem um número menor de ocupações comparado às microbacias Ribeirão Comprido (braço direito), Ribeirão Comprido (braço esquerdo) e Córrego Cabeceira Comprida.

3.4. Resumo do diagnóstico e outras considerações

O mapa da figura 6 mostra o resumo do diagnóstico feito na seção 3, com as microbacias onde há intervenções planejadas, as ABSs e também a rede de monitoramento atual.

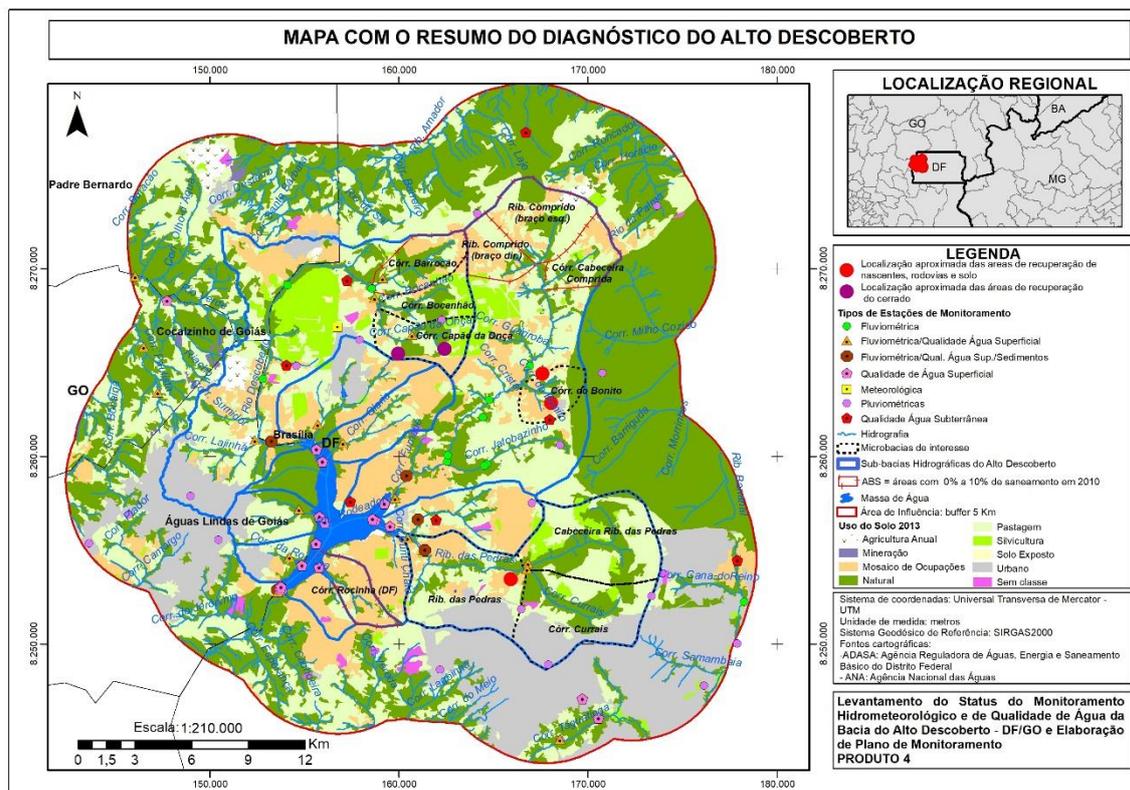


Figura 6 Resumo do diagnóstico com microbacias de interesse no Alto Descoberto.

Outras considerações sobre o diagnóstico:

- Não foram obtidos dados de qualidade “antes” nas estações da cabeceira da sub-bacia do Descoberto, apesar de terem sido requisitados. A sugestão da ABS nesta sub-bacia, como uma microbacia de alto potencial para a detecção de impactos de intervenções de saneamento, foi feita a partir dos mapas de esgotamento sanitário e uso do solo, assim como dos dados do exutório da sub-bacia. Portanto, deve-se confirmar esta sugestão com

a realização de uma análise preliminar de dados de fósforo total e coliformes termotolerantes existentes ou com um monitoramento de reconhecimento. A confirmação que as microbacias na cabeceira do Rodeador são realmente ABSs, como indicam estes mesmos mapas e dados, também pode ser feita a partir de um monitoramento de reconhecimento em uma estação mais a montante do que a do exutório da sub-bacia.

Duas outras razões para isto ser feito são: 1) os dados de saneamento são do censo de 2010 (o próximo censo será publicado em 2020); 2) como visto no produto E3, o esgotamento sanitário deficitário, de acordo com o IBGE, inclui também coleta de esgoto não seguida de tratamento. Isto significa que parte do esgotamento deficitário é removido e, portanto, pode não estar causando localmente um impacto negativo, como os mapas de esgotamento sanitário e uso do solo sugerem. Apenas uma análise prévia dos dados poderá confirmar o diagnóstico feito a partir dos mapas de saneamento, do uso do solo e dos resultados de qualidade no exutório das sub-bacias.

Como não há estações de monitoramento na cabeceira do Ribeirão Rodeador, a sugestão que as ABSs neste local desta sub-bacia também são áreas de drenagem de alto potencial para a detecção de impactos de intervenções de saneamento, também devem ser confirmadas com um monitoramento de reconhecimento na estação mais próxima à cabeceira.

- Além de todas as intervenções citadas na seção 3.3, haverá também o replantio por semeadura direta em 15 ha de áreas de preservação permanente do Lago Descoberto. A intenção é que isso seja feito em toda a orla nos próximos 3 anos (apresentação WWF (sem data) e comunicação direta com Abílio Vinicius Barbosa Pereira da WWF (2018)). Tal intervenção, no entanto, não poderá ter seus resultados detectados por estações hidrosedimentológicas, pois estas ficariam em áreas de remanso do reservatório. Possivelmente, o impacto das ações no acúmulo de sedimentos poderia ser detectado a longo prazo com a utilização da batimetria do reservatório. Como reportado no produto E2 e E3 os resultados de batimetrias passadas não foram fornecidas, e, portanto, não foi possível incluir esta análise no diagnóstico ou no plano de monitoramento.
- Como não foram obtidas, dos parceiros, as coordenadas ou arquivos vetoriais para a localização precisa das intervenções, o posicionamento e área das intervenções deverá ser confirmado antes da implementação do plano de monitoramento sugerido na seção 6.2.
- No momento da elaboração dos produtos E2 e E3 as estações pluviométricas do Descoberto Chácara 89 e Rodeador DF435, atualmente codificadas pela ANA como 01548055 e 01548057, não estavam amostra no cadastro da rede hidrometeorológica

nacional. Apesar de ainda não haverem dados de precipitação disponibilizados para estas estações na HIDROWEB, a obtenção de tais dados foi sugerido no plano de monitoramento, nas seções 6.2.2 e 6.2.3 abaixo, caso eles fiquem disponíveis no futuro próximo.

4. OBJETIVO DO MONITORAMENTO

O objetivo do plano de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade da água é a avaliação do impacto de ações de proteção e restauração ecológica, assim como da introdução de práticas de uso do solo mais sustentáveis no meio rural, a serem realizadas na bacia do Alto Descoberto.

5. DEFINIÇÃO CONCEITUAL E PERGUNTAS A SEREM RESPONDIDAS

A Figura 7 consiste na definição conceitual usada para deliberar o plano de monitoramento, descrito nas seções seguintes.

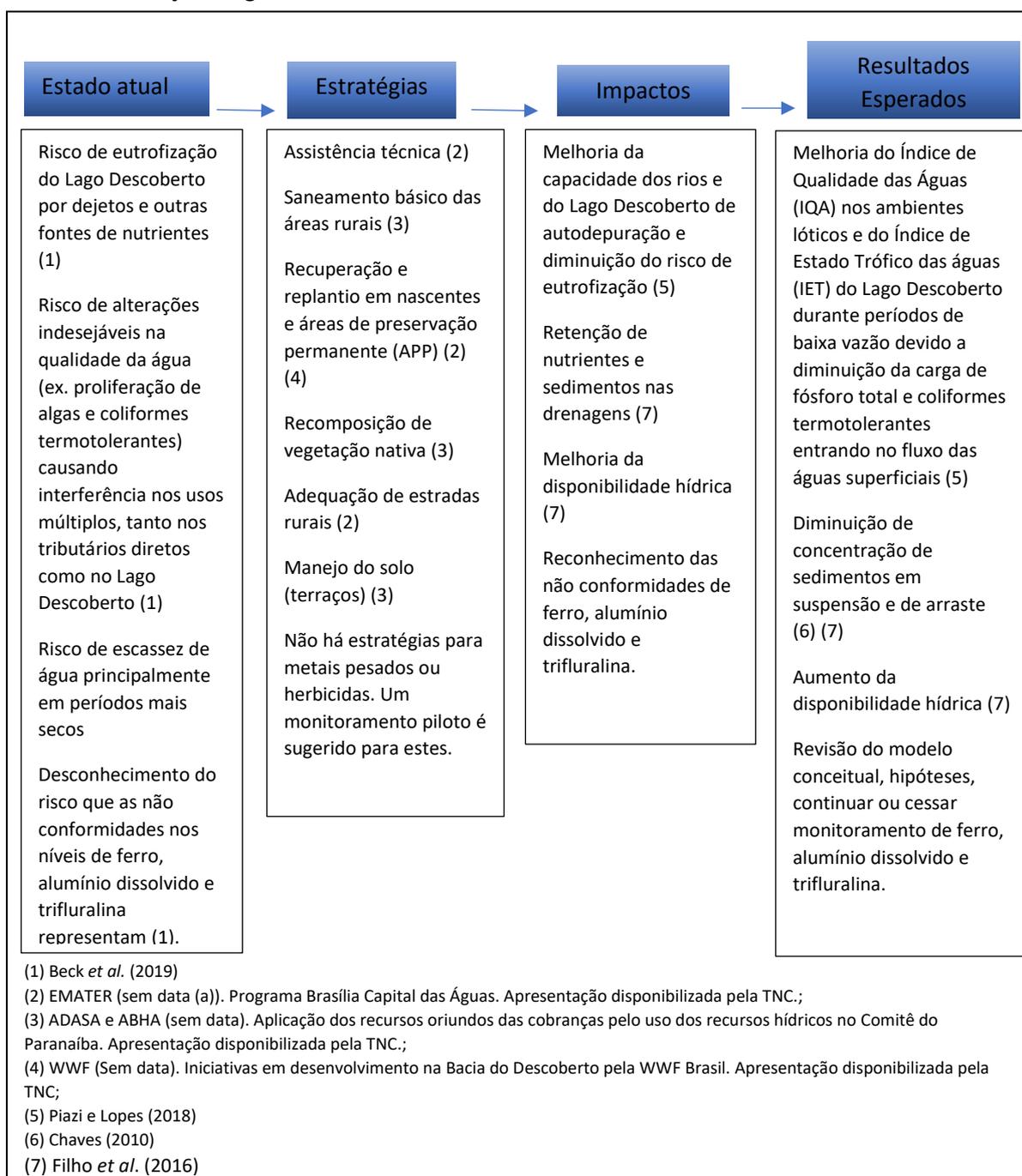


Figura 7 Modelo conceitual para o monitoramento proposto

No caso do Alto Descoberto há incertezas relacionadas a (ao):

- localização exata das intervenções planejadas pelos parceiros da Aliança pelo Descoberto;
- data exata de início da implementação das intervenções planejadas pelos parceiros da Aliança pelo Descoberto;
- importância relativa das fontes de fósforo total, assim como dos coliformes termotolerantes encontrados nas amostras e, análises feitas no produto E3. As possíveis fontes identificadas pela análise da dinâmica do uso do solo e do esgotamento sanitário são a falta de esgotamento sanitário apropriado e as práticas usadas na agropecuária e agricultura da região;
- fontes dos níveis de ferro e alumínio dissolvidos encontrados e concentração ou exposição nos/dos receptores biofísicos ou antropogênicos;
- variação dos níveis de trifluralina¹ e concentração ou exposição nos/dos receptores biofísicos ou antropogênicos;
- deposição de sedimentos nos leitos dos corpos hídricos, decorrentes da lixiviação de solos expostos, em algumas das sub-bacias de monitoramento;
- volume de água captado dos corpos hídricos, devido a captações clandestinas seja das sub-bacias em questão ou aquíferos ainda desconhecidos que possam estar abastecendo tais sub-bacias;
- variação diária de vazão em algumas das sub-bacias de monitoramento.

Com a definição conceitual do monitoramento, e levando em conta as incertezas existentes, podemos elencar as perguntas a serem respondidas.

- 1) Um aumento do nível de saneamento rural (introdução de esgotamento adequado) irá diminuir o nível de fósforo total no fluxo de águas superficiais?
- 2) Qual é a importância do saneamento rural deficitário, sobre as concentrações de fósforo da bacia do Alto Descoberto, em relação a agropecuária e agricultura?
- 3) Um monitoramento horário ou diário de vazão permitirá avaliar a sazonalidade da mesma no corpo hídrico? Identificando períodos de escassez de água?
- 4) A restauração de nascentes permitirá um aumento da disponibilidade de vazão na bacia?
- 5) Uma diminuição da área de solo exposto, o terraceamento de terrenos e a adequação de estradas rurais irão diminuir a concentração de sedimentos aportantes aos cursos d'água?

6. PLANO DE MONITORAMENTO

6.1 Parâmetros a serem monitorados

Os parâmetros a serem monitorados foram determinados de acordo com o poder de associação identificado no modelo conceitual, como sugere Cottingham et al. (2005), de acordo com o estado atual do uso do solo e esgotamento sanitário da bacia do Alto Descoberto, do local aproximado das intervenções dos parceiros na Aliança pelo Descoberto e do monitoramento dos parâmetros quali-quantitativos já existentes (levantados no diagnóstico feito).

¹ Herbicida seletivo pré-emergente, usado como indicador de contaminação antropogênica

A vazão, como apresentado no modelo conceitual da seção 5, é um parâmetro apontado como tendo alto grau de associação com a recuperação de nascentes, de vegetação ciliar, de estradas e com o terraceamento agrícola. Estas últimas são técnicas que evitam o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos, a erosão das margens e o assoreamento das calhas dos rios.

Para melhor entendimento da disponibilidade hídrica, o parâmetro vazão deve ser acompanhado do monitoramento da precipitação e da concentração de sedimentos aportantes aos corpos hídricos. O monitoramento da precipitação permite avaliar a resposta das sub-bacias e microbacias quanto a esse parâmetro, através da transformação chuva-vazão. O monitoramento dos sedimentos permite a avaliação do assoreamento da calha dos rios, que causa a diminuição da vida útil dos mesmos fazendo com que suportem cada vez menos água.

Dos parâmetros de qualidade, o fósforo total e os coliformes termotolerantes foram apontados como de alto grau de associação com saneamento básico, pecuária e agricultura, no modelo conceitual apresentado na seção 5, e representam um risco para os usos múltiplos da água e ecologia do Lago Descoberto. Como estes parâmetros, juntos, são indicadores de poluição por dejetos, é aconselhável que se monitorem os mesmos e os outros, associados a este tipo de contaminação, que compõe o IQA nos ambientes lóticos. Isto é, além de fósforo total e coliformes termotolerantes, é necessário monitorar também oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), temperatura da água, Nitrogênio Total, sólidos suspensos totais e turbidez.

A condutividade também é um parâmetro de alta associação aos riscos identificados em algumas sub-bacias do Alto Descoberto, pois é uma medida de cátion e ânions na água e, portanto, um bom indicador de concentrações de efluentes domésticos e dejetos animais.

Como a literatura científica aponta limitações no uso do IQA como indicador de qualidade de água em ambientes lênticos, e considerando os objetivos do monitoramento pela Aliança do Descoberto, sugere-se que para os lagos o indicador seja o IET de fósforo (Índice do Estado Trófico calculado com o parâmetro fósforo total).

Além disso, como apontado no diagnóstico da seção 3, deve ser feito um monitoramento de reconhecimento dos parâmetros ferro total, alumínio dissolvido e trifluralina.

A Tabela 5 mostra um resumo dos parâmetros sugeridos para o plano de monitoramento e métodos a serem utilizados.

Tabela 5. Parâmetros a serem monitorados nas águas superficiais, resumo de métodos e expressão dos resultados.

	Parâmetro	Método	Unidade
Monitoramento Sistemático (Frequência Contínua)	Nível d'água	Réguas limimétrica/ sensor de nível	m
	Precipitação	Volumétrica/pluviógrafo	mm
	Evaporação	Volumétrico/Tanque Classe A	mm
Monitoramento Episódico (Campanhas Sazonais ou mensais)	Descarga Líquida	Molinete; ADCP- Doppler (resultado mais preciso)	m ³ /s
	Sedimentos de fundo	Draga de Peterssen / análise laboratorial acreditada	mm(sedimento passante por cada diâmetro da peneira)/% (porcentagem de sedimento de areia, cascalho, silte)
	Sedimentos em suspensão	Amostrador tipo saca/ análise laboratorial acreditada	mg/L
	pH	Sonda multiparâmetros	--
	Condutividade		µs/cm
	OD		mg/L
	Temperatura da amostra		°C
	Turbidez		NTU
	Sólidos suspensos totais (dissolvidos e suspensos)	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	mg/L
	Fósforo Total		mg/L
	Nitrogênio Total		mg/L
	DBO		mg/L
	DQO		mg/L
	Coliformes Termotolerantes		NMP/100ml
	Trifluralina		ug/L
	Fe Total		mg/L
	Al Dissolvido		mg/L

Na seção seguinte será apresentado o desenho do monitoramento sugerido para os parâmetros identificados nesta seção. Primeiramente com uma visão global da Bacia do Alto Descoberto e em seguida com uma visão de cada sub-bacia de interesse. Além disto, no anexo I serão apresentadas tabelas com mais detalhes sobre possíveis fontes dos dados e finalidade dos mesmos.

6.2. Desenho do monitoramento

O plano de monitoramento possui 4 desenhos, que estão resumidos a seguir:

A. Desenho tipo BACRI – (Before-After-Control-Reference- Impact):

O primeiro será o monitoramento tipo BACRI para detectar a intervenção de saneamento rural, sugerido para uma das ABSs identificadas na cabeceira da sub-bacia Ribeirão Rodeador. Este monitoramento incluirá microbacias, tanto da sub-bacia Ribeirão Rodeador como da sub-bacia do Rio Descoberto, seguindo os seguintes critérios: i) a área de drenagem da estação Capão da Onça Montante Captação, na microbacia Capão da Onça (sub-bacia Descoberto), servirá como uma área de referência, ii) a microbacia Ribeirão Comprido - braço direito (sub-bacia Rodeador) como área de intervenção, iii) é a microbacia Cabeceira Comprida (sub-bacia Rodeador) como a área de controle. Um resumo é apresentado na tabela 6.

Tabela 6 Resumo do desenho de monitoramento BACRI

Sub-bacia / microbacia/estação/classificação da área de drenagem da estação	Intervenção esperada	Parâmetros a serem monitorados
Sub-bacia: Rio Descoberto Microbacia: Capão da Onça montante captação Estação: Capão da Onça Montante Captação (3) Classificação da área de drenagem da estação: Área Referência – BACRI	Nenhuma intervenção de saneamento	Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO ₅ dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade. Calcula-se o IQA.
Sub-bacia: Ribeirão Rodeador Microbacia: Rib. Comprido (braço direito) Estação: Rib. Comprido - braço direito (4) Classificação da área de drenagem da estação: Área de Impacto - BACRI	Saneamento	Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO ₅ dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade, ferro total, alumínio dissolvido, trifluralina. Calcula-se o IQA.

Sub-bacia: Ribeirão Rodeador Microbacia: Córrego Cabeceira Comprida Estação: Cór. Cabeceira Comprida (6) Classificação da área de drenagem da estação: Área de Controle – BACRI :	Nenhuma intervenção de saneamento	Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade, ferro total, alumínio dissolvido, trifluralina. Calcula-se o IQA.
--	-----------------------------------	---

Para o desenho BACRI, o ideal seria monitorar 4 anos antes das intervenções, durante as mesmas e depois delas. O total de tempo de monitoramento, após o início das intervenções, dependerá da intensidade e tempo de implementação das mesmas. Uma tabela resumindo esta sugestão é apresentada na seção 6.4 *Implementação e acompanhamento do plano de monitoramento*.

B. Desenho impacto antes-depois das intervenções

Os monitoramentos temporais do tipo impacto antes-depois serão realizados em diferentes sub-bacias e microbacias, para avaliar as intervenções de saneamento, de recuperação de Cerrado, de infraestrutura rural (adequação de estradas rurais) assim como de atividades ambientais (dentre elas, recuperação de nascentes e terraceamento dos solos) esperadas. Um resumo é apresentado na tabela 7

Tabela 7 Resumo do desenho de monitoramento de impacto antes-depois

Sub-bacia / microbacia/estações	Intervenção esperada	Parâmetros a serem monitorados
Microbacia: Capão da Onça Estações: Capão da Onça Montante Captação (3) e Capão da Onça - Brasilândia - DF 415 (2)	Recuperação de Cerrado perto de nascentes	Vazão, nível, precipitação, evaporação, descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito). Cálculo da disponibilidade hídrica da microbacia.
Microbacia: Barrocão Estação: Barrocão Montante Captação (1)	Saneamento	Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH,

		<p>OD, temperatura da água, turbidez, condutividade.</p> <p>Calcula-se o IQA.</p>
<p>Sub-bacia: Rio Descoberto</p> <p>Estação: Descoberto Chácara 89 (10)</p>	<p>Recuperação de Cerrado e Saneamento na Cabeceira do Rio Descoberto.</p>	<p>Vazão, nível, precipitação, descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito).</p> <p>Cálculo da disponibilidade hídrica da sub-bacia.</p> <p>Sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade.</p> <p>Calcula-se o IQA.</p>
<p>Microbacia Rib. Comprido (braço esquerdo)</p> <p>Estação: Rib. Comprido - braço esquerdo (5)</p>	<p>Saneamento</p> <p>Intervenções sugeridas depois do saneamento:</p> <p>Redução do uso de fertilizantes</p> <p>Saneamento animal</p>	<p>Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade.</p> <p>Calcula-se o IQA.</p>
<p>Microbacia Córrego Bonito</p> <p>Estações: Rodeador Montante Canal (7) e Canal Rodeador (8)</p>	<p>Recuperação de nascentes (recuperação com regeneração do Cerrado?)</p> <p>Adequação de estradas rurais</p> <p>Terraceamento dos solos</p>	<p>Vazão, nível, precipitação, descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito).</p> <p>Cálculo da disponibilidade hídrica da bacia.</p> <p>Sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade.</p>

		Calcula-se o IQA.
<p>Sub-bacia: Ribeirão Rodeador</p> <p>Estações: 1) Rodeador DF 435 (9)</p> <p>2) Ribeirão Rodeador (11)</p>	<p>1) Recuperação de nascentes (recuperação com regeneração do Cerrado?)</p> <p>Adequação de estradas rurais</p> <p>Terraceamento dos solos</p> <p>2) Saneamento cabeceira do Rodeador</p>	<p>1) Vazão, nível, precipitação, monitoramento das descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito).</p> <p>Cálculo da disponibilidade hídrica da bacia.</p> <p>2) Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade.</p> <p>Calcula-se o IQA.</p>
<p>Microbacia: Cabeceira do Rib. das Pedras</p> <p>Estação: Pedras Mont. Captação (15)</p>	<p>Nenhuma intervenção esperada</p>	<p>Vazão, nível, precipitação, descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito).</p> <p>Cálculo da disponibilidade hídrica da bacia.</p>
<p>Microbacia: Córrego Currais</p> <p>Estação: Cór. Currais Mont. Captação (16)</p>	<p>Nenhuma intervenção esperada</p>	<p>Vazão, nível, precipitação, descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito).</p> <p>Cálculo da disponibilidade hídrica da bacia.</p>
<p>Sub-bacia: Rib. das Pedras</p> <p>Estações: 1) Ribeirão das Pedras DF-180 (13)</p> <p>2) Ribeirão das Pedras (12)</p>	<p>Recuperação de nascentes (recuperação com regeneração do Cerrado?)</p> <p>Adequação de estradas rurais</p> <p>Terraceamento dos solos</p>	<p>1) Vazão, nível, precipitação, monitoramento das descargas líquidas e sólidas (sedimentos em suspensão e de leito).</p>

		<p>Cálculo da disponibilidade hídrica da bacia.</p> <p>2) Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez, condutividade.</p> <p>Calcula-se o IQA.</p>
<p>Sub-bacia: Cór. Rocinha (DF)</p> <p>Estação: Rocinha – DF (14)</p>	Saneamento	<p>Descarga líquida, precipitação, sólidos totais, fósforo total, nitrogênio total, DBO5dias, coliformes termotolerantes, pH, OD, temperatura da água, turbidez.</p> <p>Calcula-se o IQA.</p>

Para os parâmetros de qualidade, o ideal seria monitorar 4 anos antes das intervenções, durante as mesmas e depois delas. O total de tempo de monitoramento, após o início das intervenções, dependerá da intensidade e tempo de implementação das mesmas. Uma tabela resumindo esta sugestão é apresentada na seção 6.4 *Implementação e acompanhamento do plano de monitoramento*.

Para os parâmetros de quantidade, vazão, precipitação e sedimentos, o ideal é que o monitoramento tenha uma duração de pelo menos 20 anos, visto que intervenções de regeneração de cerrado podem demorar, aproximadamente, 10 anos para se desenvolver (G1, 2017). O indicado é que se monitore de 3 a 5 anos antes da sementeira direta.

C. Monitoramento de reconhecimento e atendimento aos valores máximos permitidos

Haverá 2 tipos de monitoramentos de reconhecimento.

Monitoramento de reconhecimento 1 (R1):

Um monitoramento de reconhecimento mensal dos parâmetros ferro total, alumínio dissolvido e trifluralina, seria necessário no Lago Descoberto, no exutório das principais sub-bacias e nas

estações Rodeador Montante Canal e Capão da Onça Montante Captação, para entendimento da frequência das não conformidades com requisitos legais e procedência de tais contaminantes para reavaliação do plano de monitoramento (como por figura 1). As estações lógicas sugeridas para este monitoramento portanto são: estação Descoberto Chácara 89 (10), Ribeirão Rodeador (11), Ribeirão das Pedras (12), Capão da Onça Montante Captação (3) e Rodeador Montante Canal (7). As estações lógicas são: Alto Rio Descoberto (16), Descoberto 1 (17), Descoberto 2 (18), Descoberto 3 (19), Descoberto 4 (20), Descoberto 5 (21).

O monitoramento na estação Capão da Onça possibilitará entender como estes 3 parâmetros se comportam em uma área relativamente menos antropizada. Já a estação Rodeador Montante Canal possibilitará o entendimento de como estes se comportam na cabeceira do Rodeador, onde há diversas possibilidades de desenhos experimentais, caso os resultados apontem o esperado. Por exemplo, dependendo dos resultados de trifluralina nestas duas estações, o desenho experimental pode ser revisitado, e um monitoramento tipo BARI, usando a área de drenagem Capão da Onça Montante Canal como referência e o Ribeirão Comprido (braço esquerdo) como uma área de intervenção de redução do uso deste herbicida.

Monitoramento de reconhecimento 2 (R2):

Aconselha-se um monitoramento de reconhecimento dos parâmetros fósforo total e coliformes termotolerantes, nas estações Capão da Onça Montante Captação (3), Barrocão Montante Captação (1) e Rodeador Montante Canal (7), antes da implementação do desenho BACRI e do desenho de impacto (antes-depois) da microbacia Córrego Barrocão, caso dados históricos destes parâmetros não estejam disponíveis.

Sugere-se o monitoramento de reconhecimento na estação Capão da Onça, para a confirmação desta área como sendo relativamente livre de fósforo total e coliformes termotolerantes, quando comparadas às estações das outras duas microbacias no desenho BACRI, como indicam os mapas de uso do solo e saneamento.

O monitoramento de reconhecimento na estação Rodeador Montante Canal é sugerido para a confirmação de que a cabeceira da sub-bacia do Rodeador possui níveis de fósforo total maiores que do exutório desta, como indicam os mapas de uso do solo e saneamento. Além disso, ele servirá também para que se verifique a existência de não conformidades do parâmetro coliformes termotolerantes em relação à Resolução N°357 (CONAMA, 2005), como indicado.

O monitoramento de reconhecimento na estação Barrocão Montante Captação deve ser feito para que se confirme o que os mapas de uso do solo e saneamento indicam, ou seja, que esta é uma área de alto potencial para detecção de intervenções de saneamento. A confirmação pode se dar,

por exemplo, caso o número de coliformes termotolerantes e concentração de fósforo total, da referida estação, forem maiores que o VMP da Resolução N°357 (CONAMA, 2005) de maneira recorrente.

Por fim, o monitoramento de reconhecimento nas estações Rodeador Montante Canal e Barroão Montante Captação, também é necessário pelo fato de que as áreas classificadas pelo IBGE como de alto nível de coleta de esgoto deficitária (o que é o caso), podem ter este esgoto removido apesar de não tratado. Neste caso, não seria apropriado introduzir nestas áreas intervenções de saneamento.

D. Monitoramento de tendência

O monitoramento de tendência do fósforo total e IET no Lago Descoberto será feito objetivando o acompanhamento, a longo prazo, dos efeitos das intervenções de saneamento e práticas de agricultura e pecuária mais sustentáveis, nas áreas de drenagem das sub-bacias a montante do lago. Este é um monitoramento que complementar os monitoramentos BACRI e de impacto antes-depois de tais intervenções. Mais tarde, os dados podem ser usados para análise antes-depois de intervenções, mas o objetivo principal é que se acompanhe a recorrência ou não de episódios de eutrofização do lago, ocorrido em 2016.

O monitoramento se dará nas seguintes estações: Alto Rio Descoberto (16), Descoberto 1 (17), Descoberto 2 (18), Descoberto 3 (19), Descoberto 4 (20), Descoberto 5 (21).

Visão global do plano de monitoramento

A figura 8 apresenta a Bacia do Alto Descoberto, com uma visão global dos desenhos experimentais de monitoramento sugeridos, de acordo com as intervenções informadas pelos membros da Aliança pelo Descoberto, e com as áreas de intervenções sugeridas a partir das análises da seção 3.3., nas diferentes sub-bacias. As mudanças sugeridas nas estações atuais, assim como as novas estações, estão indicadas na legenda do mapa. A seta na legenda do tipo de estação indica a mudança sugerida nos parâmetros, a partir dos tipos monitorados atualmente. Além disto, também estão indicados, em círculos roxos e vermelhos, os tipos de intervenções com as localizações aproximadas. Por fim, em cercado vermelho, as áreas com alto potencial para detecção das intervenções de saneamento básico.

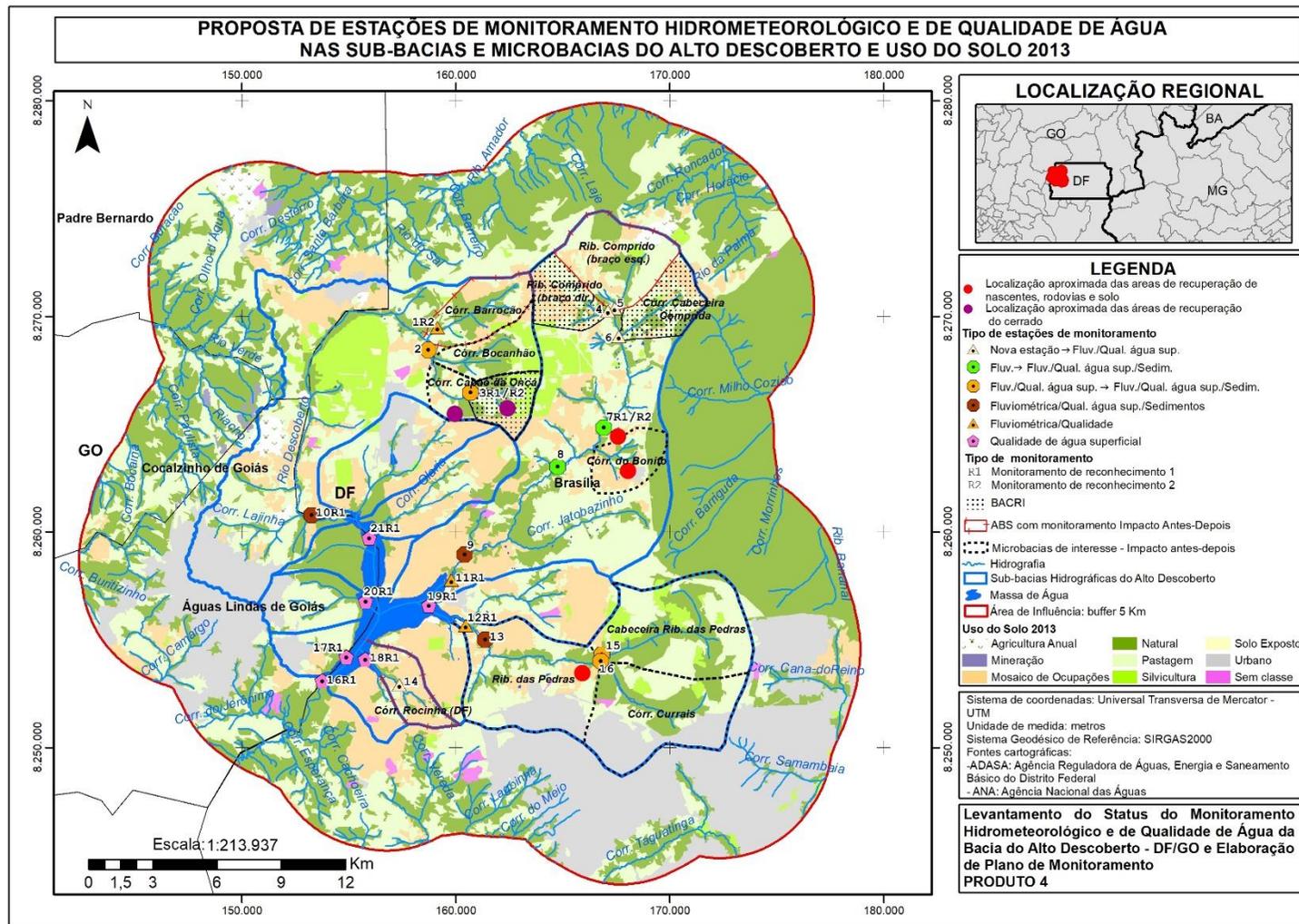


Figura 8 Mapa geral das redes de monitoramento sugeridas nas sub-bacias do Aldo Descoberto em relação as intervenções

6.2.1 Monitoramento do Lago Descoberto

Esta seção contém a descrição dos desenhos experimentais de monitoramento no Lago Descoberto.

O Lago será parte do monitoramento R1 - reconhecimento dos parâmetros ferro total, alumínio dissolvido e trifluralina -, para entendimento da procedência e frequência das não conformidades, em relação a requisitos legais.

O Lago Descoberto também terá um monitoramento de tendência do fósforo total e IET, feito como complemento dos desenhos experimentais BACRI e de impacto antes-depois.

Não será preciso uma mudança nos tipos de estações do lago. As estações Alto Rio Descoberto (16), Descoberto 1 (17), Descoberto 2 (18), Descoberto 3 (19), Descoberto 4 (20), Descoberto 5 (21) já medem dados de qualidade trimestralmente, entre eles o fósforo total. No entanto, o monitoramento dos dados para o R1, deve ser feito mensalmente por 1 ano, pois no momento não tem periodicidade certa.

O mapa da figura 9 mostra uma visão regional do plano de monitoramento do Lago Descoberto e a tabela 8 resume o monitoramento sugerido para o mesmo, com as coordenadas aproximadas das estações das águas superficiais, parâmetros a serem monitorados, assim como a frequência.

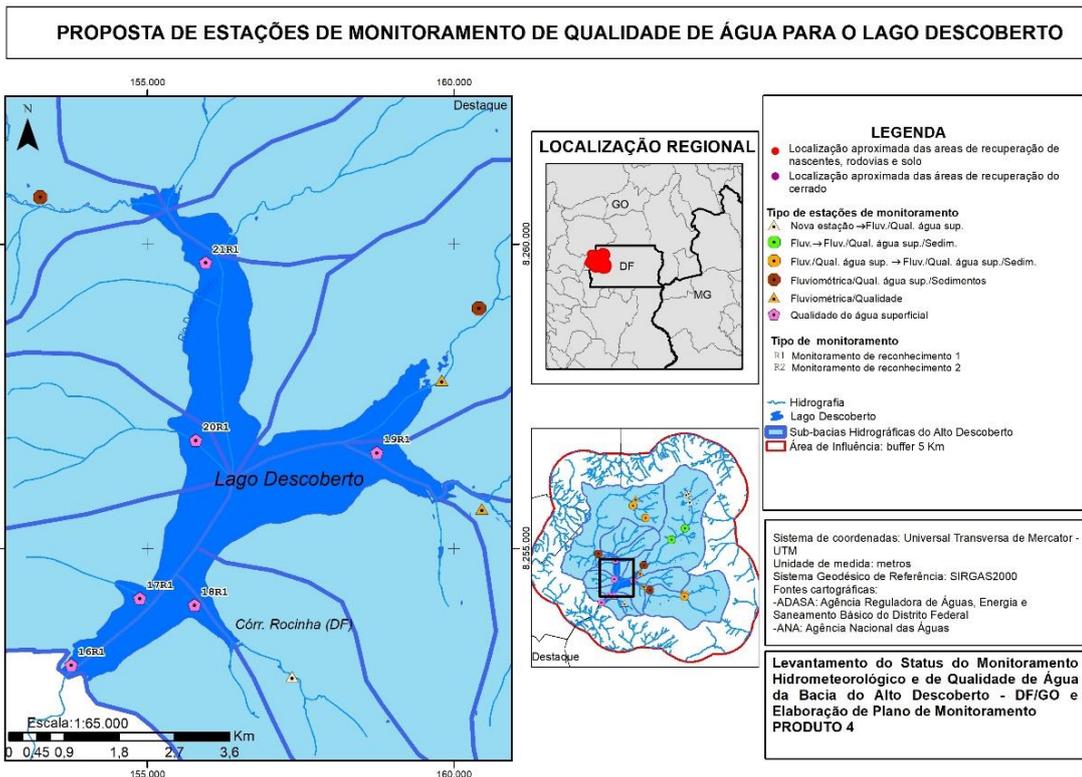


Figura 9 Monitoramento de reconhecimento e tendência no Lago Descoberto

Tabela 8 Localização e resumo do planejamento temporal do monitoramento no Lago Descoberto.

Estação no Lago Descoberto	Latitude; Longitude	Equipamentos	Tipos de monitoramento	Frequência do monitoramento
16 -Alto Rio Descoberto (6043490)	-15,7769 -48,2311	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Fósforo total	A cada 3 meses
		Cálculado	IET	
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Reconhecimento mensal por 1 ano
17 - Descoberto 1 (60435480)	-15,7672 -48,2205	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Fósforo total	A cada 3 meses
		Cálculado	IET	
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Reconhecimento mensal por 1 ano.
18 - Descoberto 2 (60435470)	-15,7683 -48,2122	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Fósforo total	A cada 3 meses
		Cálculado	IET	
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Reconhecimento mensal por 1 ano

19 - Descoberto 3 (60435460)	-15,7461 -48,1841	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Fósforo total	A cada 3 meses
		Cáculado	IET	
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Reconhecimento mensal por 1 ano
20 - Descoberto 4 (60435450)	-15,7438 -48,2116	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Fósforo total	A cada 3 meses
		Cáculado	IET	
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Reconhecimento mensal por 1 ano
21 - Descoberto 5 (60435170)	-15,7175 -48,2097	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Fósforo total	A cada 3 meses
		Cáculado	IET	
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Reconhecimento mensal por 1 ano

6.2.2. Monitoramento Sub-bacia Rio Descoberto.

Esta seção contém a descrição dos desenhos experimentais de monitoramento da sub-bacia do Rio Descoberto, uma descrição geral das mudanças nos tipos de estações e os parâmetros e indicadores monitorados no seu exutório. O detalhamento das intervenções, as mudanças específicas de cada estação de monitoramento relacionadas a estas intervenções, com relação à frequência, aos parâmetros e aos indicadores a serem monitorados nas microbacias, seguirão nas subseções seguintes.

A sub-bacia do Rio Descoberto terá, além do monitoramento de reconhecimento R1 e R2, 4 abordagens de monitoramento envolvendo 2 tipos de desenho experimental, o BACRI e o monitoramento de impacto antes-depois, para monitorar intervenções em 3 microbacias (2 dentro e 1 fora da sub-bacia Rio Descoberto):

A primeira abordagem é espacial e temporal, formando parte do desenho BACRI, para o monitoramento da intervenção de saneamento sugerida para a cabeceira do Ribeirão Rodeador, onde a área de drenagem da estação Capão da Onça Montante Captação é a área de referência do desenho. A segunda será o monitoramento temporal de impacto (antes-depois) da intervenção de saneamento básico sugerida na microbacia Córrego Barroco. A terceira, monitoramento temporal de impacto (antes e depois) das intervenções de recuperação do Cerrado na microbacia Córrego Capão da Onça. Finalmente, o monitoramento (antes-depois) do exutório da sub-bacia do Rio Descoberto, na estação Descoberto Chácara 89, para detectar as duas intervenções na cabeceira desta sub-bacia, a recuperação de Cerrado e a implementação de saneamento básico.

O mapa da figura 10 mostra uma visão regional do plano de monitoramento na sub-bacia do Rio Descoberto. A tabela 9 resume o monitoramento sugerido para a mesma, com coordenadas aproximadas das estações das águas superficiais, as microbacias de interesse, tipo de equipamentos usados no monitoramento, parâmetros a serem monitorados e frequência de medição.

São sugeridas mudanças nas estações Capão da Onça Montante Captação (3) e Capão da Onça – Brasilândia – DF 415 (2). Passariam da atual configuração de estação de monitoramento fluviométrico e qualidade, para de monitoramento fluviométrico, de qualidade e de sedimentos. Os tipos de mudanças nas estações de monitoramento estão indicadas na legenda do mapa (a flecha no tipo de estação indica a direção da mudança sugerida, a partir do estado atual).

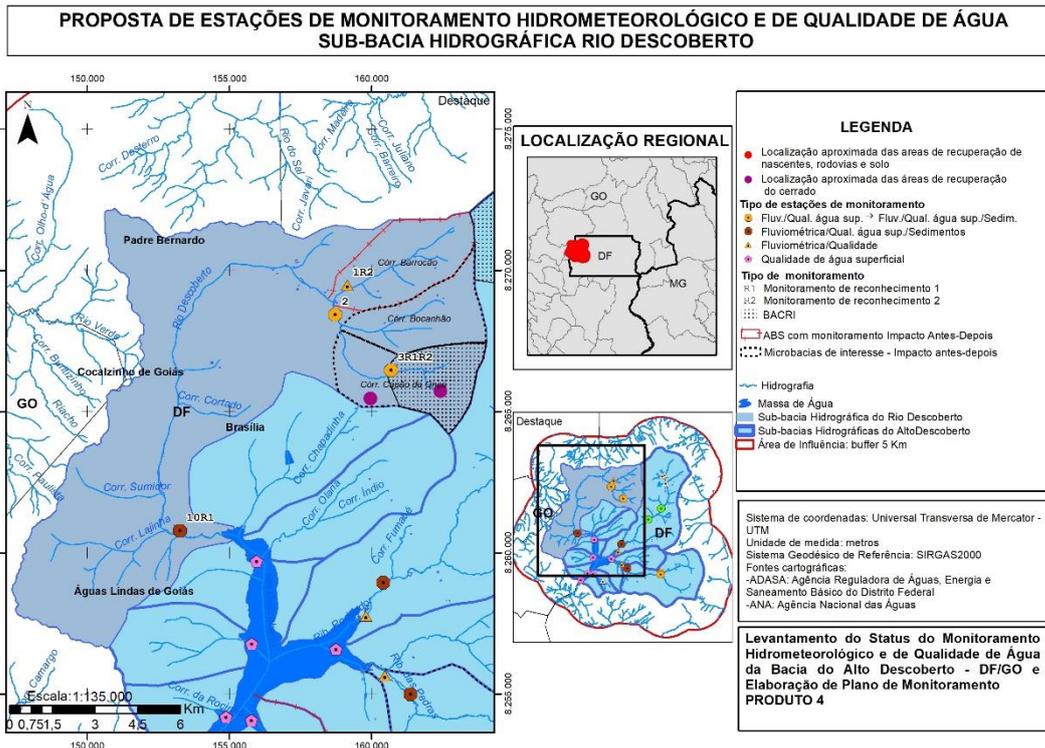


Figura 10. Mapa com as mudanças sugeridas no monitoramento da sub-bacia do Rio Descoberto

Tabela 9 Localização e resumo do planejamento temporal nas microbacias do Rio Descoberto.

Estação Microbacia/Sub-bacia	Latitude; Longitude	Equipamentos	Tipos de monitoramento	Frequência do monitoramento
3 - Capão da Onça - Montante Captação (60434000)/ Microbacia Córrego Capão da Onça	-15,6572; -48,1647	PCD com sensor de nível e pluviômetro; Tanque Classe A	Nível Precipitação Evaporação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga sólida	A cada 3 meses
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente*
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Calculado	IQA	
Teste Piloto	Teste piloto Ferro total Alumínio dissolvido	Teste piloto mensal por 6 meses		

		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Trifluralina	
2 - Capão da Onça Brazlândia-DF415 (60434500) / Microbacias Córrego Bocanhão e Capão da Onça	-15,6392; -48,1828	PCD com sensor de nível e pluviômetro;	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/ Amostrador Tipo Saca	Descarga sólida	A cada 3 meses
1 - Barroço Montante Captação (60434550) / Microbacia Córrego Barroço	-15,6297; -48,1786	ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente*
		Pluviômetro	Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)*
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente*
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
Cálculado	IQA			
10 - Descoberto Chácara 89 (60435000 e 01548055) / Sub-bacia Rio Descoberto	-15,7075; -48,2347	PCD com Sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/ Amostrador Tipo Saca	Descarga sólida	A cada 3 meses
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes DQO	A cada 3 meses
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Cálculado	IQA	
Teste Piloto Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Teste piloto Ferro total Alumínio dissolvido Trifluralina	Teste piloto mensal por 1 ano		

*Deve ser feita análise prévia dos dados históricos de pelo menos fósforo total e coliformes termotolerantes (na falta de dados históricos, teste piloto de pelo menos 6 meses de todos os dados usados para o cálculo do IQA e condutividade) antes de se introduzir este monitoramento nesta estação. Para mais detalhes vide texto abaixo nas respectivas microbacias.

Não haverá mudanças nos tipos de estações para a Descoberto Chácara 89, mas sugere-se o seguinte em termos de parâmetros a serem monitorados e frequência de monitoramento:

Qualidade

Em termos de parâmetros de qualidade, o monitoramento do exutório da sub-bacia do Rio Descoberto, na estação Descoberto Chácara 89 (10), permanecerá o mesmo, com a continuidade do monitoramento de todos os parâmetros necessários para o cálculo do IQA, condutividade e DQO, a cada 3 meses. Esta estação possui dados históricos de qualidade para todos estes parâmetros, de 2013 a 2018, que podem ser usados como linha de base para o monitoramento antes-depois de qualidade.

Em termos de qualidade, os indicadores a serem monitorados no exutório desta sub-bacia serão a porcentagem de amostras que excedem o VMP da Resolução N°357 (CONAMA, 2005) para fósforo total em um determinado período de tempo, o IQA, o DQO e condutividade.

Com relação a ferro total, alumínio dissolvido e trifluralina, seria necessário iniciar um monitoramento mensal de reconhecimento destes parâmetros (um teste piloto), no exutório desta sub-bacia, juntamente com uma investigação mais detalhada dos motivos das excedências observadas.

Descarga líquida, vazão, precipitação e descarga sólida:

Em termos dos parâmetros quantitativos a estação permanecerá igual, ou seja, monitorando descarga líquida, descarga sólida, vazão e precipitação.

A frequência do monitoramento deve permanecer a mesma, sendo, descarga líquida medida mensalmente, descarga sólida trimestralmente e os parâmetros nível, vazão e precipitação monitorados continuamente, com aquisição de dados, a cada hora.

Para a linha de base de vazão, existem dados diários de 1978 a 2018.

Para o cálculo da descarga sólida total, existem dados trimestrais de sedimentos em suspensão de 2013 a 2018. Porém os dados de sedimentos de leito não foram disponibilizados, nem na visita feita a Brasília, nem no site da HIDROWEB. Para o acompanhamento da descarga sólida total, antes e depois das intervenções, estes devem ser adquiridos para compor o cálculo da linha de base.

O mesmo acontece para os dados de precipitação; eles não estão disponíveis no site da HIDROWEB para a estação Descoberto Chácara 89, mas se disponibilizados podem ser usados como linha de base.

6.2.2.1. Microbacia Córrego Capão da Onça (e Córrego Bocanhão)

A única intervenção na microbacia Córrego Capão da Onça será a de recuperar o Cerrado nas nascentes do córrego. Para detectar tal intervenção, sugerimos transformar a estação fluviométrica e de qualidade, a Capão da Onça - Montante Captação, em uma estação fluviométrica, de qualidade e sedimentos. Visto que, algumas das intervenções possam ocorrer nas nascentes a jusante desta estação de monitoramento, e assim não sendo detectáveis por ela, sugere-se que a mesma mudança seja aplicada na estação Capão da Onça Brazlândia DF-415, que está localizada a jusante das microbacias Córrego Capão da Onça e Córrego Bocanhão. Estas mudanças estão condicionadas à confirmação pela WWF do local exato da sementeira direta, assim como a data exata para a realização da sementeira.

Qualidade

Os parâmetros de qualidade a serem monitorados na microbacia Capão da Onça estão relacionados aos monitoramentos de reconhecimento R1 e R2 e ao desenho BACRI, que terá sua área de intervenção em outra sub-bacia, como visto na seção 6.2.

Como não foram obtidos dados de qualidade da estação Capão da Onça Montante Captação durante o diagnóstico, não pode-se dizer que haverá mudanças dos parâmetros ou frequência de monitoramento.

Para o monitoramento de reconhecimento 1 (R1) recomenda-se que os parâmetros ferro total, alumínio dissolvido e trifluralina sejam monitorados mensalmente na estação Capão da Onça Montante Captação por 6 meses.

Para o monitoramento de reconhecimento 2 (R2), caso seja evidenciado que não há histórico de dados de fósforo total e coliformes termotolerantes nesta estação, sugere-se o monitoramento de todos os parâmetros usados no cálculo do IQA, assim como o da condutividade, com frequência mensal, por pelo menos 6 meses, antes de incluir esta estação no desenho experimental BACRI.

Confirmado pelo monitoramento R2 que os níveis de fósforo total e coliformes termotolerantes são menores do que nas outras 2 microbacias da cabeceira do Ribeirão Rodeador, pode-se implementar o monitoramento BACRI. Este monitoramento feito no R2 poderá ser contabilizado como monitoramento “antes” do desenho BACRI.

Para o monitoramento referente ao desenho BACRI sugere-se que todos os parâmetros para o cálculo do IQA, assim como condutividade, sejam monitorados nesta estação, mensalmente.

Descarga líquida, vazão, precipitação, descarga sólida total e evaporação

Atualmente apenas descarga líquida é monitorada nestas estações. Capão da Onça (3) tem dados de 1982 a 2018, e Capão da Onça Brazlândia (2) tem dados de 1992 até 2018. Estes dados históricos de descarga líquida podem ser usados para a linha de base da disponibilidade hídrica atual, permitindo a análise mensal das vazões. O monitoramento de descarga líquida nessas estações deve continuar como é feito atualmente, com frequência mensal.

Por se tratar de microbacias de alta declividade e resposta rápida quanto ao escoamento superficial, sugere-se que o monitoramento de nível e precipitação seja feito de forma contínua, para permitir identificar as tendências de precipitação ou de clima que influenciam diretamente na variação da vazão. Ambos sensores, de nível e pluviômetro, devem ficar na mesma plataforma de coleta de dados (PCD).

Sugere-se também o monitoramento contínuo da evaporação, na estação Capão da Onça (3), para permitir o cálculo da evapotranspiração e, conseqüentemente, do balanço hídrico da microbacia.

Com relação à descarga sólida, o monitoramento dos sedimentos permitirá a avaliação do assoreamento da calha dos rios, que pode causar a diminuição da vida útil dos mesmos. Os dados de sedimentos em suspensão, e de leito para cálculo da descarga sólida total, devem ser coletados e analisados, trimestralmente.

Como os parâmetros vazão, precipitação, evaporação e os que compõe descarga sólida total não são monitorados por estas estações, tais parâmetros devem começar a ser coletados antes do início das intervenções, para serem usados como linha de base.

Como mencionado na seção 6.2 o ideal é que se monitore de 3 a 5 anos antes das intervenções. Porém, como no caso de Capão da Onça, em reunião realizada com a WWF em 2018, obteve-se a informação de que o solo já estava sendo preparado para a semeadura direta. Portanto, um monitoramento prévio de no mínimo 1 ano (se possível 2) deve ser conduzido.

6.2.2.2. Microbacia Córrego Barrocão

Na microbacia do Córrego Barrocão, que é uma ABS, sugeriu-se a implementação de saneamento básico. Para detectar tal intervenção, não será preciso uma mudança no tipo de estação nesta microbacia. Porém, pelas razões já explicadas na seção 6.2, item C. *Monitoramento de reconhecimento e atendimento aos valores máximos permitidos*, a

implementação do monitoramento de alguns parâmetros, na estação Barroco Montante Captação (1), está condicionada à confirmação das concentrações de fósforo total e à confirmação da implementação de um programa de saneamento básico, nesta área de drenagem.

Qualidade

Os parâmetros de qualidade a serem monitorados na microbacia Barroco estão relacionados ao monitoramento R2, caso seja evidenciado que não há histórico de dados de fósforo total e coliformes termotolerantes. Sugere-se para a estação Barroco Montante Captação (1) que, além de fosforo total e coliformes termo tolerantes, sejam monitorados todos os parâmetros que compõem o cálculo do IQA e condutividade, com frequência mensal, por 6 meses antes de se introduzir o monitoramento de impacto antes-depois. Os dados do monitoramento do R2 podem ser utilizados no desenho impacto antes-depois caso este seja confirmado.

Não foi possível obter dados de qualidade desta estação durante o diagnóstico. Portanto, não há como afirmar que haverá mudança nos parâmetros. Todos os parâmetros usados no cálculo do IQA e condutividade, devem ser incluídos no monitoramento de impacto antes-depois nesta estação.

Descarga líquida e precipitação

Caso o monitoramento impacto antes-depois seja confirmado para a estação Barroco Montante Captação (1), o monitoramento da descarga líquida deve ser feito mensalmente, e o monitoramento da precipitação feito de maneira contínua.

Há dados mensais de descarga líquida, de 1997 a 2018 para esta estação. Estes dados podem ser usados como linha de base para acompanhamento da variação mensal de vazão e/ou cálculo da descarga de nutrientes por Km², caso os dados de fósforo total também sejam disponibilizados.

Não há monitoramento de precipitação nesta estação. Para o monitoramento de impacto antes-depois, com o objetivo de detectar intervenções que reduzam o carreamento de fósforo total, tal monitoramento é recomendável. Salienta-se a importância de que tão logo se confirme a intervenção, o monitoramento se inicie para a criação de uma linha de base que permitirá avaliar o impacto antes e depois das intervenções.

6.2.3. Monitoramento da sub-bacia Ribeirão Rodeador:

Esta seção contém a descrição dos desenhos experimentais de monitoramento da sub-bacia do Ribeirão Rodeador, uma descrição geral das mudanças nos tipos de estações e os parâmetros e indicadores monitorados no seu exutório. O detalhamento das intervenções, as mudanças específicas de cada estação de monitoramento relacionadas a estas intervenções, com relação a frequência, aos parâmetros e aos indicadores a serem monitorados nas microbacias, seguirão nas subseções seguintes.

A sub-bacia do Ribeirão Rodeador terá, além do monitoramento de reconhecimento R1 e R2, 4 abordagens envolvendo 2 tipos de desenho experimental, o BACRI e o monitoramento de impacto antes-depois, para intervenções em 3 de suas microbacias:

A *primeira* abordagem é espacial e temporal, formando parte do desenho BACRI, para o monitoramento da intervenção de saneamento básico, sugerida para a ABS Ribeirão Comprido (braço direito). A *segunda* será o monitoramento temporal de impacto (antes-depois) da intervenção de saneamento básico, sugerida na microbacia Ribeirão Comprido - braço esquerdo (que pode ser seguido de um monitoramento de impacto antes-depois ou BARI, como já explicado na seção 6.2). A *terceira*, monitoramento temporal e espacial, do tipo montante e jusante da microbacia do Córrego Bonito, antes e depois da recuperação de nascentes, rodovias e do terraceamento de solos nesta microbacia. Finalmente, o monitoramento (antes e depois) do exutório da sub-bacia do Ribeirão Rodeador, nas estações Rodeador DF 435 e Ribeirão Rodeador, para detectar as intervenções a montante do exutório desta sub-bacia.

O mapa da figura 11 mostra uma visão regional do plano de monitoramento na sub-bacia do Ribeirão Rodeador. A tabela 10 resume o monitoramento sugerido para a mesma, com coordenadas aproximadas das estações das águas superficiais, as microbacias de interesse, tipo de equipamentos usados no monitoramento, parâmetros a serem monitorados e frequência de medição.

São sugeridas mudanças nas estações Rodeador Montante Canal (7) e Canal Rodeador (8). Passariam de fluviométricas para nova configuração de fluviométrica, qualidade e sedimentos. Também sugere-se a criação de 3 novas estações, condicionadas à confirmação de que as microbacias da cabeceira do Rodeador possuem níveis mais altos de fósforo total e coliformes termotolerantes, do que o exutório. Não haverá mudanças nos tipos de estações no exutório da sub-bacia Ribeirão Rodeador.

Os tipos de estações de monitoramento são indicados na legenda do mapa (a flecha no tipo de estação, indica a direção da mudança sugerida a partir do estado atual).

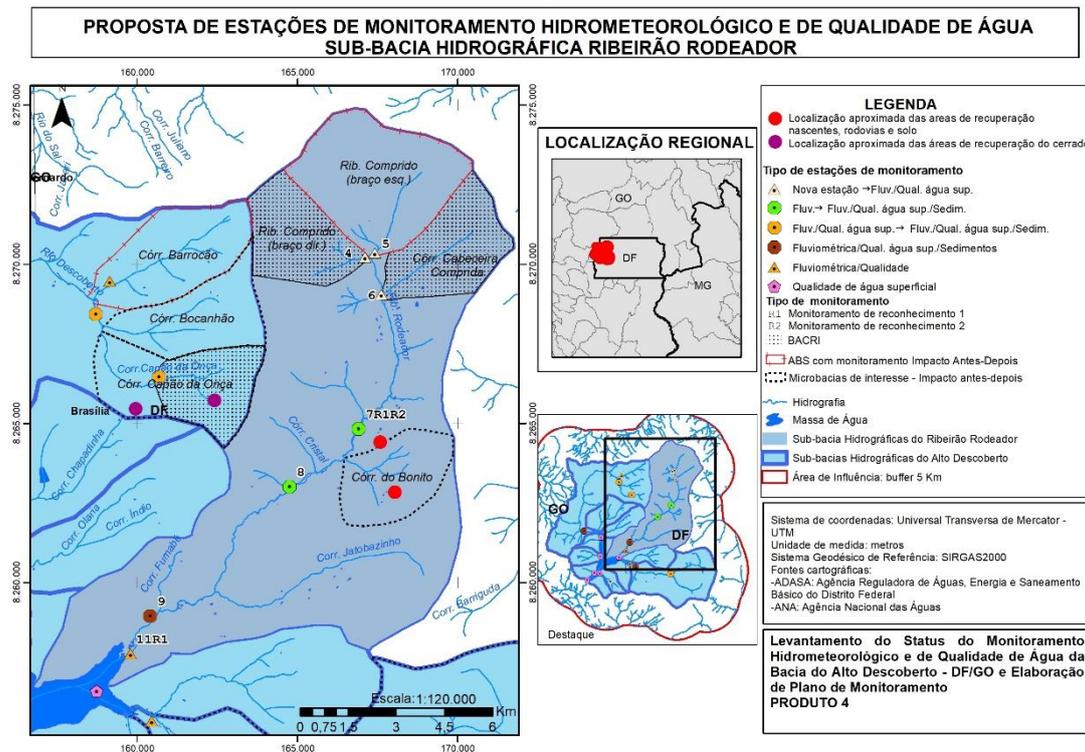


Figura 11 Mapa com as mudanças sugeridas no monitoramento da sub-bacia Ribeirão Rodeador.

Tabela 10 Localização e resumo do planejamento temporal nas microbacias do Ribeirão Rodeador.

Estação/ Microbacia Sub-bacia	Latitude; Longitude	Equipamentos	Tipos de monitoramento	Frequencia do monitoramento
4 - Estação Rib. Comprido - braço direito /Microbacia Rib. Comprido (braço direito)	-15,6507 -48,0962	Pluviômetro	Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)*
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente*
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente*
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	

		Cálculado	IQA	
5 - Estação Rib. Comprido - braço esquerdo /Microbacia Rib. Comprido (braço esquerdo)	-15,6507 -48,0962	Pluviômetro	Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)*
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente*
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente*
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Cálculado	IQA	
6 - Estação Córrego Cabeceira Comprida / Microbacia Córrego Cabeceira Comprida	-15,6338 -48,0986	Pluviômetro	Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)*
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente*
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente*
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Cálculado	IQA	
7 - Rodeador Montante Canal (60435180) /Sub-bacia Ribeirão Rodeador	-15,6728; -48,1069	PCD com sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga sólida	A cada 3 meses
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Cálculado	IQA	

8 - Canal Rodeador (60435185) / Sub-bacia Ribeirão Rodeador	-15,689; -48,127	PCD com sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga sólida	A cada 3 meses
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes	Mensalmente
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
Cáculado	IQA			
9 - Rodeador DF 435 (60435200 e 01548057) / Sub-bacia Ribeirão Rodeador	-15,725; -48,1683	PCD com sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada hora ou menor)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga sólida	A cada 3 meses
11 - Ribeirão Rodeador (60435250) / Sub-bacia Ribeirão Rodeador	-15,736; -48,1742	Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes DQO	A cada 3 meses
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Cáculado	IQA	
		Teste Piloto Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio dissolvido Trifluralina	Mensal por 1 ano

*Deve ser feito teste piloto de 6 meses na estação Rodeador Montante Canal antes de se introduzir o monitoramento deste parâmetro nesta estação. Para mais detalhes vide texto abaixo.

Não haverá mudanças nos tipos de estações no exutório da sub-bacia Ribeirão Rodeador. Porém, sugere-se o seguinte em termos de parâmetros a serem monitorados e frequência de monitoramento:

Qualidade

Em termos de qualidade, o monitoramento do exutório da sub-bacia Ribeirão Rodeador, na estação Ribeirão Rodeador (11), permanecerá o mesmo, com os parâmetros necessários para o cálculo do IQA, da condutividade e DQO, a cada 3 meses. Como dados de qualidade, de 2013 a 2018, foram obtidos nesta estação, pode-se utilizá-los como linha de base.

Descarga líquida, vazão, precipitação e descarga sólida

Em termos de parâmetros quantitativos, o monitoramento na estação Rodeador DF 435 (9), localizada no exutório da sub-bacia Ribeirão Rodeador, permanecerá o mesmo. Hoje em dia, são monitorados dados de vazão e precipitação de forma continuada, descarga líquida mensalmente e descarga sólida, trimestralmente.

Para a linha de base de vazão, existem dados diários de 1978 a 2018.

Para o cálculo da descarga sólida total, existem dados trimestrais de sedimentos em suspensão, de 2013 a 2018. Porém, os dados de sedimentos de leito não foram disponibilizados nem na visita feita a Brasília, nem no site da HIDROWEB. Para o acompanhamento da descarga sólida total antes e depois das intervenções, estes dados devem ser adquiridos para compor o cálculo da linha de base.

O mesmo acontece para os dados de precipitação. Eles não estão disponíveis no site da HIDROWEB para a estação Rodeador DF 435, mas, se disponibilizados, podem ser usados como linha de base.

6.2.3.1. Microbacias Ribeirão Comprido (braço direito) e Córrego Cabeceira Comprida

Estas duas microbacias são parte do monitoramento BACRI. Foi sugerido que a microbacia Ribeirão Comprido (braço direito) tenha a introdução de saneamento básico, caso o monitoramento de reconhecimento na estação Rodeador Montante Canal confirme que a cabeceira do Rodeador tem concentrações de fósforo total maiores que a estação do exutório da sub-bacia, assim como picos de coliformes termotolerantes. Da mesma maneira, sugere-se que a micro bacia Córrego Cabeceira Comprida seja a área controle do BACRI. Portanto, sugere-se que esta fique livre de intervenções até que se obtenha os resultados deste desenho experimental.

As estações Ribeirão Comprido – braço direito (4) e Córrego Cabeceira Comprida (6) serão instaladas nos exutórios destas microbacias para monitoramento temporal do tipo antes-depois da intervenção sugerida na microbacia Ribeirão Comprido (braço direito). As estações monitorarão dados fluviométricos, pluviométricos e de qualidade.

Qualidade

Os parâmetros de qualidade a serem monitorados nestas microbacias estão relacionados ao desenho experimental BACRI. Como estas serão novas estações, não haverá linha de base e o monitoramento deve começar antes das intervenções.

As estações Ribeirão Comprido - braço direito (4) e Córrego Cabeceira Comprida (6) terão um monitoramento de todos os parâmetros necessários para o cálculo do IQA e condutividade.

Descarga líquida e precipitação

Os monitoramentos da precipitação, de forma contínua e da descarga líquida, de forma mensal, na estação Ribeirão Comprido braço direito (4) e Córrego Cabeceira Comprida (6), permitirão avaliar a variação de vazão ao longo do ano, e também a resposta das microbacias quanto à precipitação e impactos na qualidade da água. Por se tratar de uma estação nova não há dados para linha de base de um monitoramento de impacto antes e depois. Sendo assim, tão logo se confirmem as intervenções deve-se começar o monitoramento.

6.2.3.2. Microbacia Ribeirão Comprido (braço esquerdo)

Foi sugerido que a microbacia Ribeirão Comprido (braço esquerdo) tenha a introdução de saneamento básico, caso o monitoramento de reconhecimento na estação Rodeador Montante Canal confirme que a cabeceira do Rodeador tem concentrações de fósforo total maiores que a estação do exutório da sub-bacia, assim como picos de coliformes termotolerantes. A introdução do saneamento básico nesta microbacia também está condicionada a aceitação da implementação gradual desta intervenção, nas microbacias da cabeceira do Rodeador, pelos parceiros da Aliança pelo Descoberto.

Caso os parceiros decidam também implementar intervenções de saneamento animal e agricultura mais sustentável, isto poderá ser feito na sequência. Por exemplo, ao fim da introdução do saneamento básico, monitorar mais 2 anos e implementar o saneamento animal ou práticas de agricultura mais sustentáveis (ex. redução do uso de fertilizantes com fósforo).

A estação Ribeirão Comprido – braço esquerdo (5), será instalada no exutório desta microbacia para monitoramento temporal do tipo antes-depois da intervenção de saneamento básico, sugerida para esta ABS na seção 3.3. A estação monitorará dados fluviométricos, pluviométricos e de qualidade.

Qualidade

Os parâmetros monitorados serão todos os que compõe o IQA e condutividade.

Descarga líquida e precipitação

O monitoramento de descarga líquida e precipitação permitirá avaliar a variação de vazão ao longo do ano, bem como a resposta das microbacias quanto à precipitação e o impacto dos mesmos na melhora ou piora da qualidade da água. Ressalta-se que, por se tratar de uma estação nova, não há dados para linha de base, por isso, é importante que tão logo se confirmem as intervenções os parâmetros passem a ser monitorados.

6.2.3.3. Microbacia Córrego Bonito

Haverá recuperação de nascentes e rodovias, assim como o terraceamento de solos, na região do Córrego Bonito. Condicionadas à confirmação da realização destas ações, da sua localização exata, assim como da data para a realização das recuperações e do grau das intervenções, serão sugeridas mudanças nas estações fluviométricas existentes a montante e a jusante do Córrego Bonito. Estas mudanças serão no sentido de complementar as estações fluviométricas existentes com o monitoramento de qualidade da água superficial e sedimentos.

Descarga líquida, vazão, precipitação e descarga sólida

O monitoramento de nível, precipitação e sedimentos, a montante e a jusante da microbacia do Córrego Bonito, permitirá avaliar a contribuição da vazão e carga de sedimentos dessa microbacia para o Ribeirão Rodeador, antes e depois das intervenções.

As estações Rodeador Montante Canal (7) e Canal Rodeador (8), foram sugeridas por já existirem. Sendo que, a primeira possui dados diários de cota e mensal de descarga líquida para os anos de 2017 e 2018, e a segunda dados mensais de descarga líquida para o mesmo período. Esses dados permitem avaliar a variação média mensal de vazão da microbacia e poderão ser utilizados como linha de base. Porém, por se tratar de uma microbacia dinâmica com variações diárias significativas de vazão, será necessária uma readequação para um monitoramento mais fino, que permita identificar essas alterações em escala de tempo horária, para o monitoramento de impacto antes e depois.

Visto que, ocorrerão intervenções em estradas e solo recomenda-se que sejam monitorados trimestralmente, os dados de sedimentos (suspensão e leito) para avaliar a contribuição da carga total de sedimentos da microbacia Córrego Bonito na sub-bacia do ribeirão Rodeador ao longo do tempo.

Para avaliar o impacto da precipitação no escoamento superficial da microbacia sugere-se o monitoramento contínuo da mesma em ambas as estações.

Para o sucesso do monitoramento é importante que este seja iniciado tão logo se confirme as intervenções no local, para que se possa criar um banco de dados antes que permitirá uma comparação das condições hídricas antes e depois, a montante e a jusante. Os dados hoje existentes deverão compor esse banco de dados. Os parâmetros a serem monitorados são descargas líquida e sólida, vazão e precipitação, visto que, descarga líquida já é monitorado, apenas os demais parâmetros devem iniciar assim que confirmadas as intervenções.

Como mencionado, caso a recuperação das nascentes seja feita utilizando da técnica de reflorestamento, o monitoramento deve ter no mínimo uma duração de 20 anos. O indicado é que se monitore de 3 a 5 anos antes de uma semeadura direta, visto que intervenções de regeneração de cerrado podem demorar aproximadamente 10 anos para se desenvolver (G1, 2017). Isto deve ser verificado antes do início das intervenções para que se confirme o tempo de monitoramento.

Concomitantemente, ao monitoramento dos parâmetros quali-quantitativos nas estações é necessário o monitoramento das outorgas e usos da água para identificar se as ações estão resultando em maior disponibilidade no corpo hídrico

6.2.4. Sub-bacia Ribeirão das Pedras.

Esta seção contém a descrição das intervenções, a descrição do desenho experimental de monitoramento da sub-bacia do Ribeirão das Pedras, uma descrição geral das mudanças nos tipos de estações e os parâmetros e indicadores monitorados no seu exutório. O detalhamento das mudanças específicas de cada estação de monitoramento relacionadas a estas intervenções, com relação a frequência, aos parâmetros e aos indicadores a serem monitorados nas microbacias, seguirão nas subseções seguintes.

O foco do monitoramento na sub-bacia Ribeirão das Pedras são as intervenções de recuperação de nascentes, rodovias e terraçamento do solo que ocorrerão no curso médio do Ribeirão das Pedras, a jusante da confluência da cabeceira do Ribeirão das Pedras com o Córrego Currais.

A abordagem de monitoramento usada nesta sub-bacia, para se detectar as intervenções neste curso médio do Ribeirão das Pedras, envolve o monitoramento das 2 microbacias na cabeceira da sub-bacia, utilizando as estações existentes Pedras montante captação (15) e Currais montante captação (16), e o curso médio em si, que é a área de intervenção, utilizando as estações Ribeirão das Pedras DF180 (13) e Ribeirão das Pedras (12). Um só tipo de desenho

experimental será usado, o monitoramento de impacto antes-depois para cada uma das 3 microbacias em todas as 4 estações.

Conicionados a confirmação destas intervenções, da data de início, da localização exata e do grau em que estas intervenções se darão, serão sugeridas mudanças nas duas estações a montante da intervenção. A sugestão é de que elas passem de fluviométricas e de qualidade para fluviométricas, de qualidade superficial e sedimentométricas.

O mapa da figura 12 mostra uma visão regional do plano de monitoramento na sub-bacia Ribeirão das Pedras com as mudanças sugeridas nas estações (a flecha no tipo de estação, indica a direção da mudança sugerida a partir do estado atual). A tabela 11 resume o monitoramento sugerido para a mesma, com coordenadas aproximadas das estações das águas superficiais, as microbacias de interesse, tipo de equipamentos usados no monitoramento, parâmetros a serem monitorados e frequência de medição.

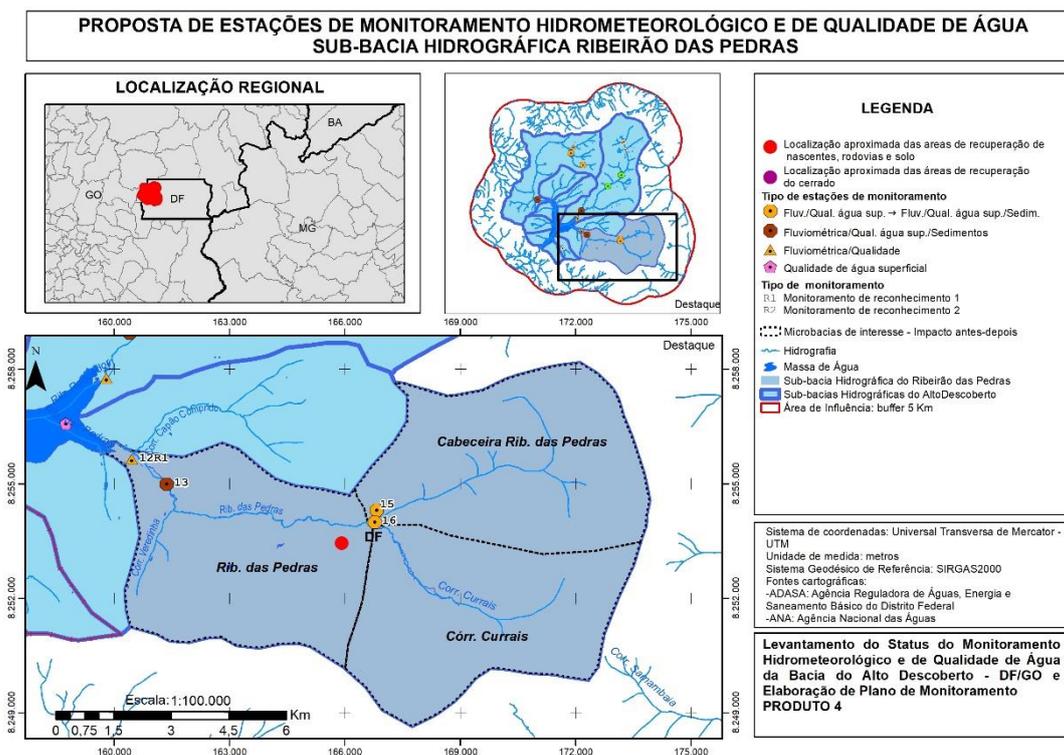


Figura 12 Mapa com as mudanças sugeridas no monitoramento da sub-bacia Ribeirão das Pedras.

Tabela 11 Localização e resumo do planejamento temporal nas microbacias do Ribeirão das Pedras.

Estação/ Microbacia/ Sub-bacia	Latitude; Longitude	Equipamentos	Tipos de monitoramento	Frequência do monitoramento
(15) Pedras- Mont. Captação (60435320)/	-15,7678;-48,1092	PCD com sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação,	Contínuo (com registro a cada

Cabeceira do Ribeirão das Pedras				intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga Sólida	A cada 3 meses
(16) Currais – Mont. Captação (60435350)/ Córrego Currais	-15,7705; -48,1097	PCD com sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga Sólida	A cada 3 meses
(13) Ribeirão das Pedras DF180 (60435400)/ Ribeirão das Pedras	-15,760833	PCD com sensor de nível, pluviômetro	Nível Precipitação	Contínuo (com registro a cada intervalo de hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Draga Petersen/Amostrador Tipo Saca	Descarga Sólida	A cada 3 meses
(12) Ribeirão das Pedras(60435405)/ Ribeirão das Pedras	-15,7547; -48,1683	ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes DQO	A cada 3 meses
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
		Cálculado	IQA	
		Teste Piloto Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Ferro total Alumínio Dissolvido Trifluralina	Mensal por 1 ano

Sugere-se o seguinte em termos de parâmetros a serem monitorados e frequência de monitoramento nas estações do exutório da sub-bacia Ribeirão das Pedras:

Qualidade

Em termos de parâmetros de qualidade o monitoramento do exutório da sub-bacia Ribeirão das Pedras, na estação Ribeirão das Pedras (12), permanecerá o mesmo, com a continuidade do monitoramento dos parâmetros necessários para o cálculo do IQA, da condutividade e DQO a cada 3 meses. Como dados de monitoramento qualitativos “antes”, de 2013 a 2018, foram obtidos nesta estação, pode-se utilizá-los como linha de base no monitoramento de impacto antes e depois das intervenções.

Também sugere-se um monitoramento mensal de reconhecimento dos parâmetros ferro total, alumínio dissolvido e trifluralina por uma ano. Este monitoramento pode ser feito juntamente com uma investigação mais detalhada dos motivos das excedências observadas no produto E3. Esta investigação e dados adicionais serviriam para o ajuste do modelo conceitual inicial (Figura 2 da seção 4 deste documento), para a tomada de decisão quanto ao desenvolvimento de hipóteses referente a estes parâmetros levando em consideração o modelo conceitual revisado e a inclusão ou não destes parâmetros no plano de

Descarga líquida, vazão, precipitação e descarga sólida:

A estação Ribeirão das Pedras DF 180 (13) deverá manter o monitoramento atual dos parâmetros sendo acrescido apenas o parâmetro precipitação. Atualmente, nessa estação são monitorados dados de descargas líquida mensalmente, descarga sólida trimestralmente e vazão continuamente. Sugere-se que, a frequência do monitoramento permaneça a mesma.

O monitoramento da precipitação permitirá avaliar a resposta da sub-bacia quanto a esse parâmetro e este deverá ser amostrado em frequência contínua e iniciado tão logo se confirme a intervenção para que se possa criar um banco de dados antes.

Para a linha de base de vazão, existem dados diários de 1978 a 2018.

Para o cálculo da descarga sólida total, existem dados trimestrais de sedimentos em suspensão de 2013 a 2018, porém os dados de sedimentos de leito não foram disponibilizados nem na visita feita a Brasília nem no site da HIDROWEB. Para o acompanhamento da descarga sólida total antes e depois das intervenções nesta sub-bacia, estes devem ser adquiridos para compor o cálculo da linha de base.

6.2.4.1. Microbacias Cabeceira do Ribeirão das Pedras e Córrego Currais

Descarga líquida, vazão, precipitação e descarga sólida:

Para que se confirme que alterações da disponibilidade hídrica na microbacia Ribeirão das Pedras são resultantes das intervenções que ali serão implementadas, e não de mudanças na

disponibilidade hídrica nas microbacias a montante desta, é necessário que também se monitore as microbacias de cabeceira, as microbacias Cabeceira do Ribeirão das Pedras e Córrego Currais.

As estações destas microbacias de cabeceira, Pedras – Mont. Captação (15) e Currais montante captação (16) precisarão de readequação. Isto, porque os parâmetros vazão e precipitação sofrem flutuações periódicas (sazonais) nestas microbacias sendo necessário, um monitoramento contínuo.

Ambas estações tem dados mensais de descarga líquida disponíveis de 1993 a 2018. Os dados de descarga líquida disponíveis podem ser usados para avaliar a variação média mensal e anual de vazão nas microbacias.

Da mesma maneira, para que se confirme que as mudanças na carga de sedimentos a jusante das intervenções são decorrentes das intervenções na microbacia Ribeirão das Pedras, é também necessário o monitoramento dos sedimentos em suspensão e de leito, antes e depois das intervenções a montante.

Para detecção de mudanças na disponibilidade hídrica e carga de sedimentos, é importante que o monitoramento seja iniciado tão logo se confirme a intenção de realização de tais intervenções, para que se possa criar um banco de dados antes que permitirá uma comparação das condições hídricas antes e depois. O monitoramento deve ter no mínimo uma duração de 20 anos, visto que, intervenções de recuperação de nascentes e APPs (áreas de preservação permanente) se feitas por reflorestamento podem demorar até 10 anos para que haja maturação do plantio. O tipo de intervenção deve ser verificado com os parceiros também para que este tempo de monitoramento seja confirmado.

Concomitantemente, ao monitoramento dos parâmetros quali-quantitativos nas estações é necessário o monitoramento das outorgas e usos da água para identificar se as ações estão resultando em maior disponibilidade de água no corpo hídrico.

6.2.5. Sub-bacia Córrego Rocinha (DF)

Na sub-bacia do Córrego Rocinha será implementado um monitoramento de impacto antes-depois, para detectar o impacto da intervenção de saneamento básico sugerida para ABSs. Para tal monitoramento é sugerido a implementação da estação de monitoramento Rocinha DF ((14) que monitorará parâmetros de qualidade, flumiométricos e pluviométricos.

O mapa da figura 13 mostra uma visão regional do plano de monitoramento nesta sub-bacia. A tabela 12 resume o monitoramento sugerido para a mesma, com a coordenada aproximada da

estação das águas superficiais sugerida, tipo de equipamentos usados no monitoramento, parâmetros a serem monitorados e frequência de medição.

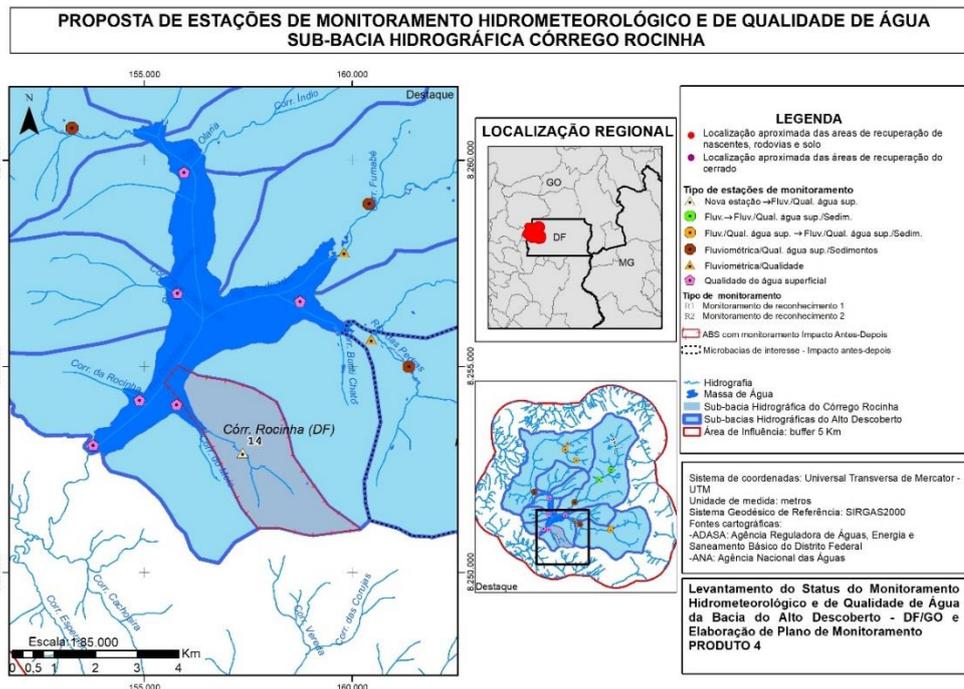


Figura 13 Mapa com nova estação sugerida para a unidade hidrográfica Córrego Rocinha (DF)

Tabela 12 Localização e resumo do planejamento temporal na unidade Córrego Rocinha (DF).

Pontos de Monitoramento Hidrológico /Subunidade ou Unidade	Latitude; Longitude	Equipamentos	Tipos de monitoramento	Frequencia do monitoramento
(14) Rocinha DF/ Córrego Rocinha DF	-15,7791; -48,1975	Pluviômetro	Precipitação	Contínuo (registro a cada hora)
		ADCP/Molinete	Descarga líquida	Mensalmente
		Amostragem e análise laboratorial acreditadas	Sólidos totais Fósforo total Nitrogênio total DBO Coliformes termotolerantes DQO	A cada 3 meses
		Sonda multiparâmetros	pH OD Temperatura da amostra Turbidez Condutividade	
Cálculado	IQA			

É sugerido que a estação Rocinha DF (14) tenha dados de qualidade, fluviométricos e pluviométricos coletados.

Qualidade

Sugere-se que nesta estação todos os dados necessários para o cálculo do IQA, condutividade e DQO sejam monitorados.

Como atualmente, não existe uma estação de qualidade neste córrego, a coleta de dados precisa começar antes do início de qualquer intervenção.

6.2.6. Redes de monitoramento sugeridas para a bacia do Alto Descoberto

A figura 14 abaixo mostra as redes de monitoramento sugeridas para a bacia do Alto Descoberto, destacando não apenas as microbacias de interesse no monitoramento, onde ocorrerão as intervenções, mas também os desenhos experimentais.

Junto ao monitoramento dessas estações deve ser realizado o monitoramento meteorológico da estação OMM- Brazlândia do INMET, conforme tabela 13. O monitoramento desses parâmetros permitirá detectar as variações climáticas regionais da bacia do Alto Descoberto ao longo do tempo.

Tabela 13 Parâmetros para monitoramento meteorológico

Pontos de Monitoramento Meteorológico	Latitude	Longitude	Tipos de monitoramento	Frequencia do monitoramento
OMM-Brazlândia	-15,6529	-48,2014	Temperatura	Diário
			Precipitação	
			Radiação	
			Rajada de Vento	
			Velocidade do vento	
			Direção do vento	
			Pressão	
			Ponto de orvalho	
Umidade relativa				

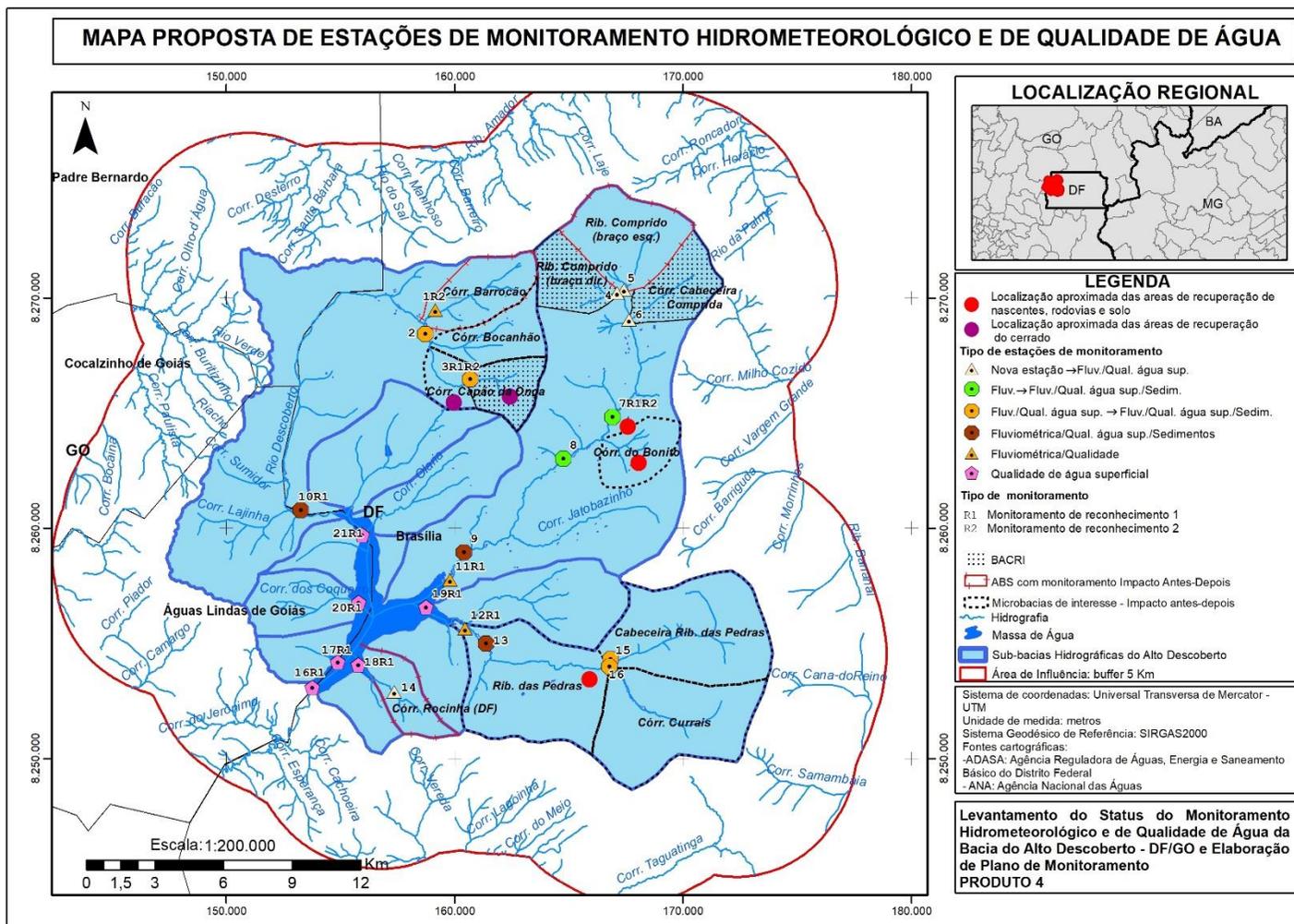


Figura 14. Mapa geral das redes de monitoramento com microbacias de interesse e localização das intervenções planejadas e sugeridas.

6.3. Rotinas operacionais

A rotina operacional das estações inclui a realização de atividades de inspeção, operação (medição) e manutenção (preventiva e/ou corretiva) das mesmas, conforme manual Orientações para Operação das Estações Hidrométricas (ANA, 2012) que devem ser feitas a partir de informações como:

- Roteiro/manual das estações a serem operadas,
- Mapas de acesso,
- Fichas descritivas das estações e,
- Informações técnicas sobre os equipamentos instalados em cada estação e as medições a serem realizadas.

De acordo com o referido manual (ANA, 2012), os serviços de operação e manutenção a serem realizados em equipamentos manuais e automáticos abrangem:

1) Recolhimento de dados medidos por observadores (se houver)

A primeira atividade a ser desempenhada após a chegada ao ponto de monitoramento é registrar o nível do corpo hídrico (cota) no momento do início da vistoria. A seguir, os boletins linimétricos (registro de nível dos lances de réguas) e pluviométricos (leitura dos pluviômetros) das cadernetas, anotados pelos observadores devem ser recolhidos.

Se a equipe de campo ou escritório identificar problemas nas anotações realizadas, o observador deve ser reorientando o mais breve possível sobre todo o procedimento de leitura dos instrumentos, bem como do registro no formulário.

2) Inspeção da estação

A segunda atividade é a inspeção de todos os equipamentos e da estrutura instalada (caixas de passagens, tubulações de acondicionamento dos sensores instalados etc.) para a verificação da integridade de todas as partes da estação e identificar quais atividades de manutenção serão necessárias.

3) *Download* de dados

Deve ser realizado o *download* dos dados registrados na memória das PCDs ou *datalogger*.

Para que essa atividade aconteça de forma adequada, as equipes de campo devem contar com *laptops* devidamente configurados e as interfaces de comunicação. Os protocolos de *download* são determinados de acordo com cada tipo de equipamento instalado:

(a) se os dados forem armazenados em *datalogger*, deve-se portar um cabo de comunicação entre este o laptop;

(b) se for cartão de memória o mesmo deve ser retirado e substituído na PCD por um outro com espaço para futuras gravações de dados.

Após o *download* dos dados, deverá ser averiguado em todas as estações automáticas o relógio, variação da carga da bateria, e busca de erros de leitura de sensores e falhas de transmissão (previamente, a partir da análise dos dados transmitidos realizada em escritório e no momento do descarregamento dos dados). Caso o nível de bateria da estação esteja baixo deve-se efetuar a troca da mesma.

4) Manutenção e limpeza da estação

Devem ser realizados testes e manutenção em cada instrumento instalado, com a realização das atividades específicas para cada um, de acordo com os procedimentos indicados pelo fabricante. Devem ser feitas leituras dos sensores para verificar a exatidão destas.

Para verificar os **sensores pluviométricos automáticos** devem ser considerados aspectos como: desobstrução da área de captação (se existente), funcionamento do sistema de medição (sistemas de básculas, etc.) e, principalmente, a exposição do equipamento em local aberto, sem interferências de construções, árvores, ou algo que impeça o funcionamento do equipamento.

Os **sensores de nível** devem ser verificados considerando a estabilidade das estruturas de fixação (suportes e tubulação), limpeza dos sensores (lama e incrustações nos sensores submersíveis, e sujeira e incrustações nos sensores sem contato com o corpo hídrico). Deve-se, adicionalmente, verificar se a área de leitura está livre de obstruções como vegetação ou anteparos.

O **sistema de fornecimento de energia da estação** necessita ser checado no que se refere a: limpeza do painel solar e verificação da potência fornecida, estado da carga e da validade da bateria. Se necessário, realizar a substituição de peças defeituosas ou fora do prazo de validade.

Durante as visitas, todas as estruturas existentes como Referências de Nível (RN), Pontos iniciais e finais de seções de medição (PI e PF) e cercados de proteção devem ser verificados, com a substituição de partes danificadas.

Nas **estações fluviométricas**, as cotas de todos os lances de réguas deverão ser verificadas a partir das RN – Referência de Nível.

Uma vez por ano, ou quando houver danos ou alterações visíveis, deverá ser realizado nivelamento de todos os lances de réguas das estações fluviométricas, se existentes, a partir dos RNs, com objetivo de garantir a correta leitura da oscilação dos níveis dos rios.

Todas as atividades de campo deverão ser registradas em fotos e formulários, buscando caracterizar a situação das estações quando encontrada e como deixada no momento final da inspeção.

5) Re Checagem final

Após a realização de todas as atividades na estação, incluindo medições, deverá ser realizada uma checagem final de todos os equipamentos (inclusive os dados de hora e cota) e registrado o nível do corpo hídrico no momento do término da vistoria.

Caso existam defeitos cujo reparo não seja possível de ser realizado na vistoria, deve ser feito pelo menos um diagnóstico apurado dos problemas detectados, possibilitando que seja corrigido o mais breve possível.

6.3.1. Medição, amostragem e coleta de dados primários

As medições de descarga líquida, descarga sólida e qualidade da água previstas para uma determinada estação fluviométrica deverão ser realizadas na mesma seção de medição, o mais próximo possível da estação fixa e no local da seção de réguas. Quanto a coleta de dados quantitativos por sensores, as variáveis nível e precipitação deverão ser coletadas de forma (i) sistemática (quantitativas), com intervalos mínimos de 15 minutos e máximos de 1 hora, de forma contínua, ininterrupta, 24 horas por dia, 365 dias por ano; e (ii) sazonais (qualitativas/quantitativas), a partir de campanhas mensais ou trimestrais.

Descarga líquida

Todas as medições de descarga líquida deverão ser armazenadas em arquivos gerados pelos medidores e registradas em fichas de campo.

As medições de descarga líquida deverão ser realizadas preferencialmente por meio de medidores acústicos, quando houver a profundidade mínima de 5 cm necessária para o funcionamento do medidor, vez que o ganho de discretização do fluxo e seção é considerável, bem como o controle das atividades realizadas em campo pelas equipes (ANA, 2012).

Descarga sólida

As medições de descarga sólida deverão ser realizadas com base nas metodologias e recomendações apresentadas no anexo 1 e anexo 2.

Amostras de qualidade da água

As amostras para dados de qualidade a serem analisadas em laboratório acreditado, devem ser coletadas por time também acreditado (ambas pela ISO 17025 ou similar). Para que se obtenha uma amostragem representativa do eixo transversal dos córregos e rios, sugere-se o uso do método de igual incremento de largura (IIL), que é usado na coleta de sedimentos, descrito no anexo 2, para a coleta em cada estação. No eixo vertical, amostras de superfície (acima de 30cm) e profundas (entre a parte inferior aos 30cm superficiais e acima de 1 m do leito) devem ser coletadas quando não há certeza da completa mistura, conforme ANA e CETESB (2011).

Como os nutrientes precisam de informações sazonais deve-se coletar amostras mesmo em dias de chuva para que estes resultados sejam englobados aos demais.

A coleta de dados de qualidade da água por sonda multiparâmetros *in situ*, deve obedecer às mesmas orientações de representatividade com sub-amostras no eixo transversal e vertical acima explicados e o Guia Nacional de coleta e preservação de amostras (ANA e CESTESB, 2011), como apresentado no anexo 1. Todos os dados devem ser registrados em formulários que deve ter espaço também para anotações extras (esboços da área com observações) além dos resultados.

6.3.2. Organização e armazenamento de dados primários

Os “originais de campo”, cadernetas de campo, registros gráficos (pluviogramas e fluviogramas), os registros fotográficos, as fichas de inspeção, as fichas e formulários contendo os resultados das medições das variáveis hidrológicas e de qualidade, bem como os relatórios das campanhas, devem ser encaminhados, pelas equipes de campo, para o escritório e digitalizados/tabulados para armazenar em nuvem, no *River Basin Information System (RBIS)*, que é um sistema de banco de dados para o manejo de projetos utilizado pela TNC, e no sistema de backup em computadores e discos de memória externos.

Os resultados de qualidade da água recebidos do laboratório também devem ser digitalizados para armazenamento nos mesmos sistemas.

Os dados devem ser organizados em um banco de dados da seguinte maneira:

- 1) Fichas de inspeção e de campo das estações hidrométricas;
- 2) Fichas de resultados;

- 3) Banco de dados em formato compatível com o RBIS, ou outra plataforma a ser escolhida, contendo todos os dados hidrológicos e de qualidade (brutos ou consistidos) oriundos da operação da rede de monitoramento hidrométrica e de qualidade;
- 4) Arquivos referente ao processo de consistência de dados.

6.3.3. Organização e armazenamento de dados secundários

Os dados monitorados pela ADASA e CAESB deverão ser coletados mensalmente após a campanha de campo ou baixados no site HIDROWEB da ANA quando disponível.

Os dados obtidos de cada estação deverão ser organizados de maneira a serem aceitos na plataforma RBIS. Isto é, organizados em colunas com o uso do software Excel, excluídas as duplicidades quando estas são confirmadas, mantendo a unicidade dos mesmos. As falhas de dados devem ser preenchidas com o valor fictício -99, visto que, a plataforma RBIS não aceita células vazias. Após a organização as planilhas devem ser salvas em formato .csv ou .txt e posteriormente carregadas na plataforma RBIS. Ao realizar o upload das séries na plataforma as mesmas serão classificadas como coleta de dados “irregulares” se apresentarem falhas ou “regulares” caso sem falhas.

6.3.4. Rotina de análises e relatórios dos resultados (formato de apresentação)

6.3.4.1. Relatórios das atividades de campo e organização de dados:

Os relatórios das atividades de campo são elaborados ao final de cada campanha de operação, contendo as seguintes informações:

- descrição das atividades realizadas, durante a execução da campanha;
- originais das cadernetas de campo (estações pluviométricas e fluviométricas), referentes às leituras manuais quando houver;
- formulários com dados de qualidade (leituras em campo);
- dados brutos obtidos das estações telemétricas;
- resultado das medições de descarga líquida;
- fichas de inspeção de todas as estações que foram visitadas na campanha;
- fichas de inspeção das estações telemétricas;
- certificados de calibração dos instrumentos de campo;
- registros fotográficos,
- formulários com dados de qualidade;
- relatório referente ao processo de consistência dos dados antes do upload no RBIS.

6.3.4.2. Relatórios das análises com resultados:

Quantitativos e de sedimento

A longo prazo, pelo menos 10 anos, para identificação na mudança do comportamento das séries de monitoramento fluviométrico e pluviométrico, antes e depois das intervenções, deve-

se fazer testes estatísticos de Mann-Whitey e para avaliação da variação dos dados testes boxplot.

Para avaliação do possível ganho de vazão deve-se fazer curvas de permanência, gráficos de variação de vazão diária e mensal, além de cálculos de vazão mínima. Para efeito de comparação, antes e depois das intervenções, os dados atualmente disponíveis devem ser usados como linha de base.

Para os dados de precipitação deve-se fazer cálculos de dupla massa para identificar a correlação dos dados entre as sub-bacias hidrográficas e possíveis mudanças de comportamento climático.

Por fim, com o monitoramento das captações de água, da evaporação, da vazão e precipitação deve-se calcular o balanço hídrico das sub-bacias e microbacias hidrográficas permitindo identificar a disponibilidade hídrica das mesmas.

Qualidade

Como visto ao longo das análises feitas, as amostras coletadas no exutório das sub-bacias mostraram resultados médios onde o efeito da redução de fósforo total até o VMP Resolução N°357 (CONAMA, 2005), de 0,05mg/l, precisaria de números muito altos de amostras para serem detectáveis de maneira significativa por testes estatísticos.

Para se ter uma ideia do efeito necessário para um teste significativo entre amostras, os testes Mann-Whitney feitos entre as sub-bacias do Alto Descoberto mostraram uma diferença significativa apenas entre o exutório do Ribeirão Rodeador e Córrego Rocinha (GO). A análise entre as outras sub-bacias durante o período histórico, com coleta trimestral e mensal respectivamente, e com 5 anos de dados, não devolveram diferenças estatisticamente significantes. Portanto, é provável que mesmo no exutório da unidade Ribeirão Rodeador, com testes de diferenças de médias antes e depois, não se detecte uma diferença significativa.

Neste caso, uma análise por períodos de tempo das porcentagens de excedência de fósforo total em relação a Resolução de N°357 (CONAMA, 2005) pode ser empregada. Esta análise foi feita e foram apresentados os gráficos com a frequência da distribuição dos resultados no período e as porcentagens acumuladas de tal frequência de resultados dos parâmetros (fósforo total por exemplo). Isso pode ser produzido para o acompanhamento da porcentagem dos resultados dentro dos limites da Resolução N°357 (CONAMA, 2005) em períodos de tempo específicos e as porcentagens então comparadas entre dois períodos.

Experiência profissional mostra que uma análise de excedência da legislação num período de tempo com a atribuição de uma meta de redução que seja acordada por *stakeholders* (por exemplo, em 5 anos esperasse uma redução na excedência do VMP de 2%), e o monitoramento concomitante de intervenções já é bem aceito como evidência de impacto de uma intervenção. Isto também é sugerido em Cottingham *et al.* (2005) e pode ser acordado com parceiros e financiadores do fundo de água.

Por exemplo a unidade Ribeirão das Pedras teve, a segunda maior porcentagem de excedência do VMP pela Resolução N°357 (CONAMA, 2005) para classe II de ambientes lóticos, tributários diretos de ambientes lênticos. Ou seja, 25% das amostras coletadas no exutório desta unidade no período eram >0,05mg/l. Pode-se querer que em 5 anos esta porcentagem seja reduzida para 20%.

As porcentagens de excedência dos VMPs por período de tempo podem ser também comparadas a porcentagens de implementação de saneamento rural adequados no número total de ocupações onde o saneamento é introduzido.

Como não temos o resultado de fósforo total no exutório das sub-bacias de interesse para o monitoramento de qualidade, não sabemos o efeito esperado. Dependendo do efeito esperado nas microbacias, pode-se querer aplicar um teste de diferenças entre dois períodos (antes e depois) ou entre áreas de controle e tratamento. Para este tipo de comparação pode-se utilizar testes estatísticos não paramétricos como o teste de Mann-Whitney.

Além disso os resultados de IQA para ambientes lóticos e IET para ambientes lênticos devem ser calculados e gráficos ou tabelas construídas para o acompanhamento destes no tempo.

6.4. Implementação e acompanhamento do plano

O plano de monitoramento proposto deve ser implementado ou adaptado do atual tão logo seja possível para que se possa criar um banco de dados antes das intervenções, que servirá como linha de base, e depois para os estudos a serem realizados.

A meta proposta para o monitoramento é que ele seja contínuo coletando dados de nível e precipitação 24 horas por dia, além das campanhas sazonais, nas microbacias que sofrerão intervenções e nas que servirão de controle ou referência para avaliar a eficácia das ações implementadas.

A aferição da meta proposta será possível através de análise dos dados coletados tanto no monitoramento sazonal quanto no sistemático. Essa análise deve ser feita preliminarmente após cada coleta de dados em campo e de maneira consistida uma vez ao ano, onde deve-se eliminar

os dados falhos e duvidosos e realizar o preenchimento de falhas fluviométricas e pluviométricas.

REFERÊNCIAS

- ANA e CETESB (2011) *Guia nacional de coleta e preservação de amostras – água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. Brasília.
- ANA (2012). *Orientações para Operação das Estações Hidrométricas*. 52p.
- ADASA (2018). *Resolução de Nº 26*. Outorga Prévia ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA para perfuração 10 (dez) poço(s) tubulares para a(s) finalidade(s) de abastecimento humano e criação de animais, localizados na Região Administrativa de Brazlândia.
- ADASA e ABHA (Sem Data). *Aplicação dos recursos oriundos das cobranças pelo uso dos recursos hídricos no Comitê do Paranaíba*. Apresentação disponibilizada pela TNC.
- Andrade, C. D. (2016). *Avaliação de escala de monitoramento e do comportamento hidrológico na bacia do rio Piabanha/RJ*. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2016. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil. p.197.
- Brasil (2006). *Caderno da região hidrográfica do Paraná* (p. 240). Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos - MMA.
- Beck, T.C., Oliveira, K. e Kroeff, L. (2019) Produto 3 v.4.2: *Relatório final de análise dos dados para o levantamento do status do monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água da Bacia do Alto Descoberto – DF/GO e subsequente elaboração de plano de monitoramento*. Meio Sustentável. Porto Alegre.
- Beck, T.C., Oliveira, K. e Kroeff, L. (2018) Produto 2 v.3.1: *Relatório de compilação e sistematização de dados para o levantamento do status do monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água da Bacia do Alto Descoberto – DF/GO e subsequente elaboração de plano de monitoramento*. Meio Sustentável. Porto Alegre.
- Campos, J.E. (sem data). *Zoneamento Ecológico Econômico do Distrito Federal. Volume II. Subproduto 3.1 – Relatório do Meio Físico e Biótico*. Governo do Distrito Federal. Fornecido pela CAESB.
- Carvalho, N. O. (1994). *Hidrossedimentologia prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 372 p.
- Carvalho, N. O. (2008). *Hidrossedimentologia prática*. Rio de Janeiro: CPRM, 372 p.
- CESP- LABORATÓRIO CESP DE ENGENHARIA CIVIL (LCEC), Ensaio Sedimentométrico - Companhia Energética de São Paulo (CESP), Ilha Solteira, SP, 2009.
- Chaves, H. M. L. (2010). *Relações de aporte de sedimento e implicações de sua utilização no pagamento por serviço ambiental em bacias hidrográficas*. R.Bras. Ci. Solo, 34:1469-1477.2010.
- Chelotti, G. B. (2017). *Mapeamento de uso do solo da bacia hidrográfica do Alto Descoberto, no Distrito Federal, por meio de classificação orientada a objetos com base em imagem do satélite Landsat 8 e softwares livres*. Revista Brasileira de Geomática. Curitiba, v.5, n.2, p. 172-185.
- COLBY,B.R. Relationship of unmeasured sediment discharge to mean velocity. Transactions, Amer. Geophy. Union. Vol . 38, n. 5, oct, pp.708-719. 1957
- CONAMA (2008). *Resolução Número 396*. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

- CONAMA (2006). *Resolução Número 344*. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.
- CONAMA (2005). *Resolução Número 357*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- Cunha, D. G. F., Calijurill, M. C. e Mendiondo, E. M. (2012). *Integração entre curvas de permanência de quantidade e qualidade da água como uma ferramenta para a gestão eficiente dos recursos hídricos*. (17) pp. 369-376.
- EMATER (sem data (a)). *Programa Brasília Capital das Águas*. Apresentação disponibilizada pela TNC.
- EMATER (sem data (b)). *Ações propostas do sistema de agricultura para as Bacias do Barroco e Capão da Onça – Brazlândia – DF*. Apresentação disponibilizada pela TNC.
- Filho, O. J. V., Corsato, L. G., Quiessi, J. A., Kanno, O. Y., Penteado, R. B., Arabori, R. M., Belorte, L. C. C. e de Lima, M. E. (2016). *Diagnóstico e Reabilitação Agroambiental de Trecho de Bacia Hidrográfica por Sensoriamento Remoto e Turbidez da Água*. Pes. Agropec. Bras. Brasília, v.51, n.9, p.1099-1109, set.2016.
- Gamaro, P.E.M. (2006). *Diretrizes e Procedimentos para Utilização de Medidores Acústicos de Vazão Doppler em Medições de Rios e Canais* em II Curso de Medidores de Vazão Doppler, Foz do Iguaçu.
- MENDES, A. B. Einstein.xls, Modelo matemático para cálculo da descarga sólida total pelo método modificado de Einstein. Monografia de final de Curso de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.
- Ministério da Saúde (2017). *Portaria de Consolidação N°5*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília.
- MMA (2014). *Plano de Manejo APA Bacia do Rio Descoberto*. Brasília.
- Nunes, J. F. (2014). *O modelo LUCIS e o planejamento territorial da bacia do Alto Rio Descoberto*. Dissertação de mestrado em Geociências no Programa de pós-graduação em Geociências Aplicadas, Universidade de Brasília.
- Ochoa-Tocachi, B. F., Buytaert, W., e De Bièvre, B. (2017). *Participatory Monitoring of the Impact of Watershed Interventions in the Tropical Andes*.
- PAIVA, J. B. D. Quantidade dos Recursos Hídricos. Hidrologia Aplicada a Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas. Porto Alegre. ABRH, 2001. cap. 19, p. 539-540.
- Paiva, K. (2012). *Fotos de campo*. Arquivo Pessoal.
- Stoll, M., de Bievre, B. e Coello, X. (2008). *Términos de referencia para el diseño de la red de monitoreo hidro-meteorológico y de calidad de agua, Proyecto Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito*. UICN-Sur, Ecuador.
- Taffarello, D., Guimarães, J., de Souza Lombardi, R. K., Calijuri, M. C., Mendiondo, E. M. (2015). *Plano de Monitoramento Hidrológico do Projeto Produtor de Água nas Bacias PCI*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH).
- Teledyne Rd Instrument (2007). *Workhorse Rio Grande ADCP Technical Manual*. Teledyne RD Instruments Acoustic Doppler Current Profiler Manual.
- TNC (2013). *Um Compêndio Para O Monitoramento De Fundos De Água*. Programa Mundial de Água Doce.

TNC (2018). *Termo de Referência: Levantamento do status do monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água da bacia do Alto Descoberto - DF/GO e elaboração de plano de monitoramento.*

TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 4ª Edição. UFRGS. Porto Alegre- RS.

USDA (2013). *National Water Quality Handbook*.

WWF (Sem data). *Iniciativas em desenvolvimento na Bacia do Descoberto pela WWF Brasil*. Apresentação disponibilizada pela TNC.

SITES:

- ANA (2012). *Orientações para consistência de dados fluviométricos. Versão Julho/2009. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaConsistenciaDadosFluviometricos-VersaoJul12.pdf>. Acesso em janeiro de 2019.*
- EBC (2016). *Saiba como estão os reservatórios que abastecem o DF. Revista Brasília. Edição 12/2016. <http://radios.ebc.com.br/revista-brasilia/edicao/2016-12/saiba-como-estao-os-reservatorios-que-abastecem-o-df>. Acessado em 10 de Outubro de 2018.*
- Embrapa (2018). *Aliança pelo Descoberto: Embrapa assina termo de intenções. Notícias. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/32859049/alianca-pelo-descoberto-embrapa-assina-termo-de-intencoes>. Acessado em 29 de agosto de 2018.*
- IBGE (2010). *Censo demográfico de 2010 ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Sinopse/Agregados_por_Setores_Censitarios/ último acesso 18 de outubro de 2018.*
- IBGE (2000). *Censo demográfico de 2000 ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2000/Dados_do_Universo/Agregado_por_Setores_Censitarios último acesso 18 de outubro 2018.*
- Imagem e WWF Brasil (2002). *Áreas Especiais – Áreas Prioritárias para Conservação do Estado de Goiás. <http://www.sieg.go.gov.br/siegddownloads/> último acesso em 20 de agosto de 2018.*
- Miranda, V. P. (2015). *Nit-Dicla-057: Critérios para Acreditação da Amostragem de Águas e Matrizes Ambientais <https://slideplayer.com.br/slide/9556088/> último acesso 29/01/2019.*
- MMA (2013). *Projeto Terraclass – Cobertura e uso do solo. <http://www.sieg.go.gov.br/siegddownloads/>, último acesso 20 de agosto de 2018.*
- G1 (2017) *Conheça um experimento de recuperação do Cerrado iniciado na Chapada dos Veadeiros. <http://g1.globo.com/distrito-federal/videos/t/todos-os-videos/v/conheca-um-experimento-de-recuperacao-do-cerrado-iniciado-na-chapada-dos-veadeiros/6316066/> último acesso 05/09/2019.*

ANEXO 1: TABELA DOS PARÂMETROS A SEREM MONITORADOS

Dados/Parâmetro	Descarga Líquida
Unidade de Dados	m ³ /s
Descrição	Volume de água por tempo em uma determinada seção transversal de um corpo hídrico.
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição direta com perfiladores acústicos ou medição convencional.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Perfilador Acústico Doppler (ADCP) ou molinete hidrométrico.
Procedimentos Qualidade	A calibração dos equipamentos usados deve ser feita de acordo com recomendações do fabricante.
Finalidade dos dados	Criação e atualização da curva chave de vazão.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a coleta deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais ou os dados baixados da plataforma da ANA (HIDROWEB) quando disponíveis.

Dados/Parâmetro	Descarga Sólida
Unidade de Dados	t/dia
Descrição	Quantidade de sedimentos transportados pela seção transversal de um curso de água num determinado intervalo de tempo
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Sedimentos em suspensão: Amostragem: método Igual Incremento de Largura (IIL) amostrador tipo saca Análise: laboratorial acreditada para determinação da concentração e granulometria do material em suspensão, ambos necessários para o cálculo da descarga sólida total. Sedimentos de leito: Amostragem: Draga Petersen Análise: granulométrica laboratorial acreditada para o cálculo da descarga sólida. Para mais detalhes das análises laboratoriais e métodos de cálculo da Descarga Sólida veja Anexo 2.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostrador do tipo saca e Draga Petersen
Procedimentos Qualidade	A calibração dos equipamentos usados deve ser feita de acordo com recomendações do fabricante.

	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011)
Finalidade dos dados	Determinação da curva chave de sedimentos (Carvalho, 2008)
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a coleta deve ser feita a cada 3 meses junto as campanhas sazonais ou os dados baixados da plataforma da ANA (HIDROWEB) quando disponíveis. A curva chave de sedimentos relaciona a vazão com a descarga sólida total e permite avaliar a produção de sedimentos na bacia.

Dados/Parâmetro	Nível
Unidade de Dados	cm
Descrição	Nível da água em um determinado ponto de monitoramento
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição por sensores. Ou régua linimétrica?
Frequência de monitoramento/ registro	Medição e registro em intervalos de tempo de uma hora ou menos.
Equipamentos de Monitoramento	De acordo com a Resolução Conjunta ANA/ ANEEL N° 03/2010 a escolha do tipo de sensor é livre desde que ele atenda aos seguintes requisitos: Resolução igual ou inferior a 5 mm, faixa de medição compatível com a variação de nível do corpo d'água, exatidão de ± 1 cm, condições ambientais de operação: temperatura: -10°C a $+55^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 0% a 100%.
Procedimentos Qualidade	A calibração deve ser feita de acordo com recomendações do fabricante.
Finalidade dos dados	Criar um banco de dados que permita identificar a variação temporal de nível e vazão dos corpos hídricos.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a coleta deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais ou os dados baixados da plataforma da ANA (HIDROWEB) quando disponíveis.

Dados/Parâmetro	Precipitação
Unidade de Dados	mm
Descrição	Precipitação ocorrida em determinada área.
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição por sensores/ pluviômetro manual ??
Frequência de monitoramento/ registro	Medição e registro em intervalos de tempo de uma hora ou menos.
Equipamentos de Monitoramento	De acordo com a Resolução N° 03/2010 ANA ANEEL a escolha do tipo de

	sensor é livre desde que ele atenda aos seguintes requisitos: área do orifício externo de captação de água entre 200 e 500 cm ² (no caso de se utilizar pluviômetros de báscula ou balança), com tolerância inferior a ± 1 mm nas medidas do diâmetro nominal, resoluo igual ou inferior a 0,25 mm, faixa de medio de 0 a 200mm/hora, exatidão de $\pm 3\%$, condies ambientais de operao: temperatura: -10°C a +55°C e umidade relativa de 0% a 100%.
Procedimentos Qualidade	A calibrao deve ser feita de acordo com recomendaes do fabricante.
Finalidade dos dados	Criar um banco de dados que permita identificar a precipitao da região.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a coleta deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais ou os dados baixados da plataforma da ANA (HIDROWEB) quando disponíveis.

Dados/Parâmetro	Coliformes Termotolerantes
Unidade de Dados	NMP/100ml
Descrio	Número mais provável de coliformes termotolerantes por 100ml de gua
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrio dos métodos de medio e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento (amostragem e análise) trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obteno dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituies.

Dados/Parâmetro	DBO (5 dias)
Unidade de Dados	mg/l
Descrio	Demanda bioquímica de oxigênio por litro de gua
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrio dos métodos de medio e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento (amostragem e análise) trimestral.

Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	DQO
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Demanda química de oxigênio por litro de água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento (amostragem e análise) trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Nitrogênio Total
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Concentração de nitrogênio total na água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem

Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Fósforo Total
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Concentração de fósforo total na água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, cálculo do IET análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	OD
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Concentração de oxigênio na água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição no momento de coleta de amostras para outras análises químicas usando sonda portátil e seguindo os métodos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011).
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Sonda portátil
Procedimentos Qualidade	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011)

Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	pH
Unidade de Dados	Adimensional
Descrição	Potencial hidrogeniônico
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição no momento de coleta de amostras para outras análises químicas usando sonda portátil e seguindo os métodos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011).
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Sonda portátil
Procedimentos Qualidade	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011)
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Condutividade
Unidade de Dados	µS/cm
Descrição	Capacidade da água de conduzir corrente elétrica
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição no momento de coleta de amostras para outras análises químicas usando sonda portátil e seguindo os métodos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011). Monitorar em ambientes lênticos e lóticos.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Sonda portátil
Procedimentos Qualidade	

	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011)
Finalidade dos dados	Análises de tendência e outras. Relacionada diretamente com as concentrações iônicas e temperatura. A condutividade indica a quantidade de sais presentes na água, fornecendo uma medida indireta da concentração de poluentes e uma indicação das modificações na composição do corpo d'água. Concentrações acima de 100µS/cm (micro Siemens/cm) geralmente indicam ambientes impactados (CETESB e ANA 2011).
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Temperatura
Unidade de Dados	°C
Descrição	Temperatura da água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados desta monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição no momento de coleta de amostras para outras análises químicas usando sonda portátil (a mesma utilizada para ensaios de pH, OD e condutividade) e seguindo os métodos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011). Monitorar em ambientes lóticos.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Sonda portátil (a mesma utilizada para ensaios de pH, OD e condutividade).
Procedimentos Qualidade	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011)
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Turbidez
Unidade de Dados	NTU
Descrição	Redução da transparência da água devido à presença de material em suspensão
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados desta monitoramento direto.

Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Medição no momento de coleta de amostras para outras análises químicas usando turbidímetro e seguindo os métodos descritos no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011). Monitorar em ambientes lóticos.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Turbidímetro
Procedimentos Qualidade	Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB e ANA (2011)
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	SST
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Concentração dos sólidos suspensos totais na amostra obtida pelo método de Igual Incremento de Largura (IIL) descritos no parâmetro Descarga Sólida.
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas. Monitorar em ambientes lóticos.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Cálculo IQA, análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	IQA
Unidade de Dados	Adimensional
Descrição	Índice de qualidade da água
Fonte de Dados	ADASA ou dados monitorados pela CAESB. Na ausência destas monitoramento direto.

Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Este índice é calculado a partir dos seguintes parâmetros: Oxigênio dissolvido, Coliformes termotolerantes, Potencial hidrogeniônico – pH, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO5, Temperatura da água, Nitrogênio total, Fósforo total, Turbidez, Resíduo total. A metodologia de cálculo pode ser encontrada no produto E3.
Frequência de monitoramento/ registro	Calculado mensalmente nas estações a montante do exutório das sub-bacias, trimestralmente nas estações do exutório das sub-bacias.
Equipamentos de Monitoramento	Este indicador é calculado
Procedimentos Qualidade	Conferência do cálculo por terceiros.
Finalidade dos dados	Monitoramento de tendência da qualidade da água
Comentários	No caso do índice ser fornecido pela ADASA deve-se confirmar que os métodos utilizados no cálculo ainda são os mesmos descritos no E3.

Dados/Parâmetro	IET
Unidade de Dados	Adimensional
Descrição	Índice de qualidade da água
Fonte de Dados	Dados monitorados pela ADASA. Na ausência destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Este índice é calculado a partir a partir do parâmetro de Fósforo total. A fórmula usada é: $IET=10.(6-(1,77-0,42.(ln.(PT))/ln(2)))$ A metodologia de cálculo pode ser encontrada no produto E3.
Frequência de monitoramento/ registro	Calculado trimestralmente para as estações do lago descoberto da ADASA.
Equipamentos de Monitoramento	Este indicador é calculado
Procedimentos Qualidade	Conferência do cálculo por terceiros.
Finalidade dos dados	Monitoramento do estado de eutrofização
Comentários	No caso do índice ser fornecido pela ADASA deve-se confirmar que os métodos utilizados no cálculo ainda são os mesmos descritos no E3.

Dados/Parâmetro	Alumínio dissolvido
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Concentração de alumínio dissolvido na água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas.

Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas. Monitorar em ambientes lênticos e lóticos.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Ferro total
Unidade de Dados	mg/l
Descrição	Concentração de ferro total na água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas. Monitorar em ambientes lênticos e lóticos.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.
Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Análises de tendência e outras.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

Dados/Parâmetro	Trifluralina
Unidade de Dados	ug/l
Descrição	Concentração de trifluralina na água
Fonte de Dados	ADASA ou CAESB Na ausência de dados destas monitoramento direto.
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados	Métodos de amostragem e análises laboratoriais certificadas. Monitorar em ambientes lênticos.
Frequência de monitoramento/ registro	Monitoramento trimestral.

Equipamentos de Monitoramento	Amostragem e análises laboratoriais certificadas.
Procedimentos Qualidade	ISO 17025: para análises laboratoriais e amostragem
Finalidade dos dados	Análises de tendência e boas práticas agrícolas.
Comentários	No caso de dados fornecidos pela ADASA ou CAESB os métodos utilizados no monitoramento são os mesmos utilizados por eles. Nesse caso a obtenção dos dados deve ser feita a cada 3 meses após as campanhas sazonais por estas instituições.

ANEXO 2: MÉTODOS DE CAMPO PARA REALIZAÇÃO DO MONITORAMENTO

A seguir é apresentada a descrição dos equipamentos que poderão ser utilizados nas medições de descargas líquidas e sólidas no monitoramento proposto. As fotos dos equipamentos foram retiradas de manuais dos mesmos bem como as fotos foram cedidas de arquivo pessoal de Paiva, 2012.

1. Descrição dos métodos e equipamentos utilizados para as medições de descarga líquida

1.1. ADCP (Perfilador Acústico Doppler)

De acordo com Gamaro (2006) e Teledyne Teledyne Rd Instrument (2007) o sistema *SonTek RiverSurveyor* é um sistema Perfilador Acústico Doppler (ADCP) robusto e bastante preciso, projetado para medir vazões fluviais, fluxos de água tridimensionais, profundidades e batimetria em embarcações paradas (medidas estacionárias) ou em movimento. O sistema *RiverSurveyor* oferece uma combinação dupla: um perfilador de velocidade acústica Doppler, aliada a um conjunto de softwares compatíveis com *Windows* que pode ser usado em computador ou celular.

O ADCP portátil (Figura 1) é constituído de nove sensores que emitem feixes de ondas acústicas com diferentes frequências, permitindo obter imagens precisas tanto de locais rasos como profundos (até 60 metros de profundidade). Além desses sensores, o M9 tem uma carcaça de Delrin de 13 cm de diâmetro, e é composto de dois conjuntos de transdutores para medição de velocidade, ambos em configuração Janus: quatro transdutores de 3,0 MHz e quatro de 1,0 MHz. Um feixe acústico vertical (sonda *echo sounder*) de 0,5 MHz fornece dados de profundidade. Um feixe acústico vertical (sonda *echo sounder*) de 0,5 MHz fornece dados de profundidade.

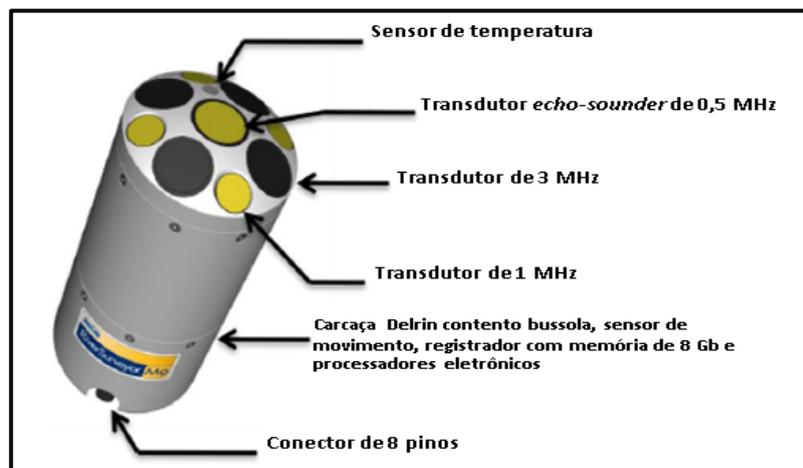


Figura 1 Características do ADCP M9

O PCM (Figura 2) conecta diretamente ao M9 por meio de um cabo de 1 metro. A sua função é fornecer alimentação ao ADCP usando um conjunto de baterias recarregáveis, permitindo comunicações remotas com o PC ou aparelho celular por *bluetooth*. Existem ainda locais para fixação da haste do D-GPS e o interruptor geral que liga e desliga todo o sistema (botão central, na cor verde). O D-GPS pode ser fixado tanto à unidade M9 quanto à unidade PCM.

A Figura 3 ilustra as unidades necessárias para a medição de vazão, como a sonda M9, o módulo PCM, a antena D-GPS e o uso facultativo do notebook ou celular smartphone Motorola. As medições de descarga líquida são efetuadas com a utilização do conjunto ADCP (sonda M9, módulo PCM e D-GPS, Figura 4a) e notebook (Figura 4b).

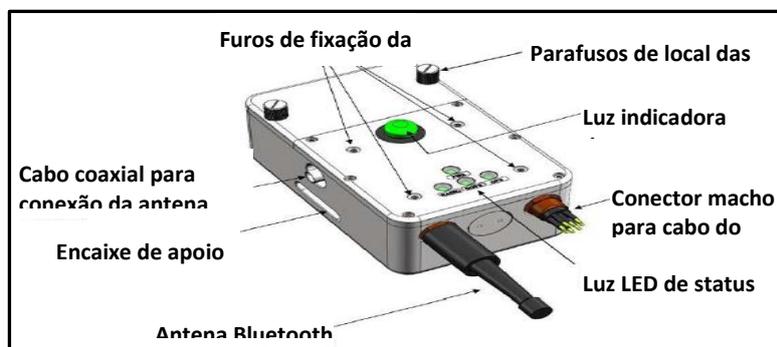


Figura 2 Módulo de alimentação e comunicação (PCM).



Figura 3 Hardware montado para a opção D-GPS com comunicações bluetooth.

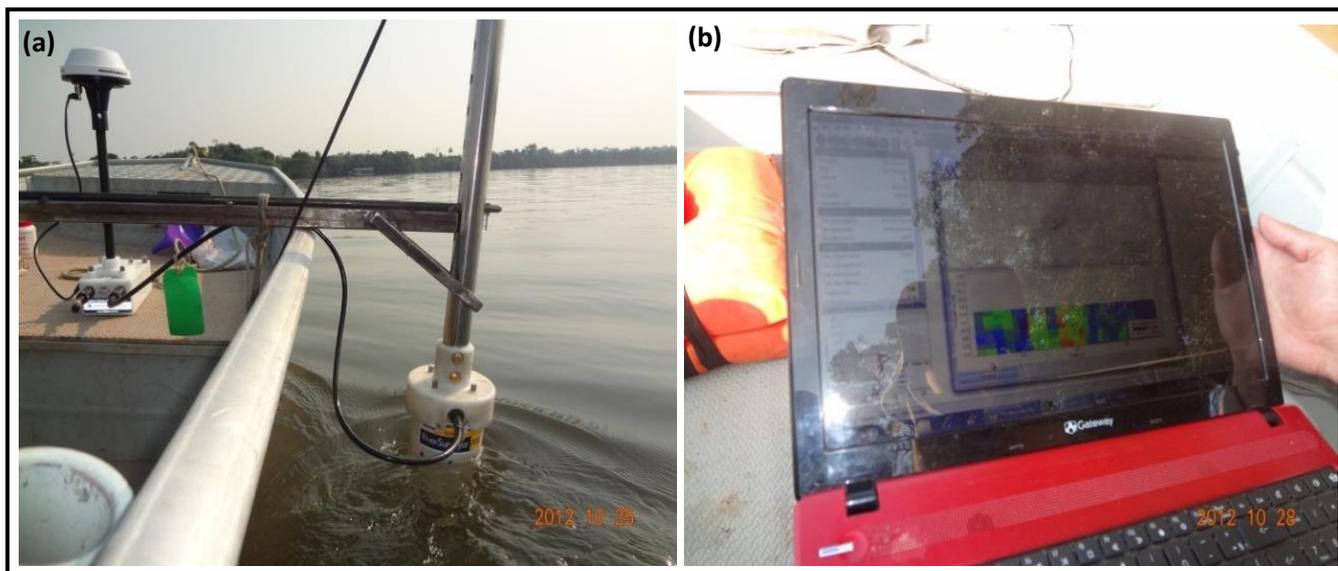


Figura 4 Medição de vazão com utilização do ADCP. Em (a) o ADCP parcialmente submerso coletando os dados, e em (b) o notebook usado na visualização dos dados gerados. (Fonte: Arquivos pessoais Paiva, 2012 cedidas pelo autor).

1.2. Molinete Hidrométrico

De acordo com Tucci (1993), para o emprego do método de medição convencional, é necessária a determinação da velocidade em um número relativamente grande de pontos na seção transversal, utilizando a integração das velocidades, ou seja, define-se na seção uma série de verticais de acordo com a Tabela 1 e mede-se as velocidades em vários pontos situados nessas verticais (Tabela 2).

O perfil de velocidade é utilizado para se calcular a velocidade média da vertical, que por sua vez, é usada para se calcular a vazão de cada segmento, multiplicando-se a velocidade média da vertical em cada abscissa pela área de influência de cada trecho. A somatória de todas as vazões parciais (q) fornece a vazão total (Q) da seção.

A medição convencional utilizando o molinete hidrométrico é universalmente bem aceita e utilizada para a determinação da vazão em cursos de água naturais e artificiais (canais), e consiste em determinar a área da seção e a velocidade do fluxo que passa na seção.

Tabela 1 Recomendações de distância entre verticais para medição de velocidade da água (Fonte: SANTOS et al., 2001).

Largura do rio (m)	Distância entre verticais (m)
≤ 3	0,3
3 – 6	0,5
6 – 15	1
15 – 30	2

30 – 50	3
50– 80	4
80 – 150	6
150 – 250	8
250 – 500	12
>500	15

Tabela 2 Fórmulas para o cálculo da velocidade média na vertical.

Nº de pontos	Posição na vertical em relação a profundidade (p)	Cálculo da velocidade média (Vm) na vertical	Profundidade (m)
1	0,6 p	$V_m = V_{0,6}$	$p \leq 0,6$
2	0,2 e 0,8 p	$V_m = (V_{0,2} + V_{0,8})/2$	$0,6 < p \leq 1,2$
3	0,2; 0,6 e 0,8 p	$V_m = (V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/4$	$1,2 < p \leq 2,0$
4	0,2; 0,4; 0,6; 0,8 p	$V_m = [V_{0,2} + 2(V_{0,4} + V_{0,6}) + V_{0,8}]/6$	$2,0 < p \leq 4,0$
6	Sup.; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e fundo	$V_m = [V_s + 2(V_{0,2} + V_{0,4} + V_{0,6} + V_{0,8}) + V_f]/10$	$P > 4,0$

Fonte: ANA,2009.

A determinação da área da seção é realizada a partir da medição da abscissa e da profundidade do rio em um número significativo de pontos ao longo da seção (Figura 5). Estes pontos definem as verticais que ligam a superfície livre ao fundo do rio, sendo que nessas mesmas verticais são realizadas as medições de velocidade com o molinete hidrométrico em certo número de pontos (variando em função da profundidade). A velocidade média na vertical é determinada por meio do método analítico.

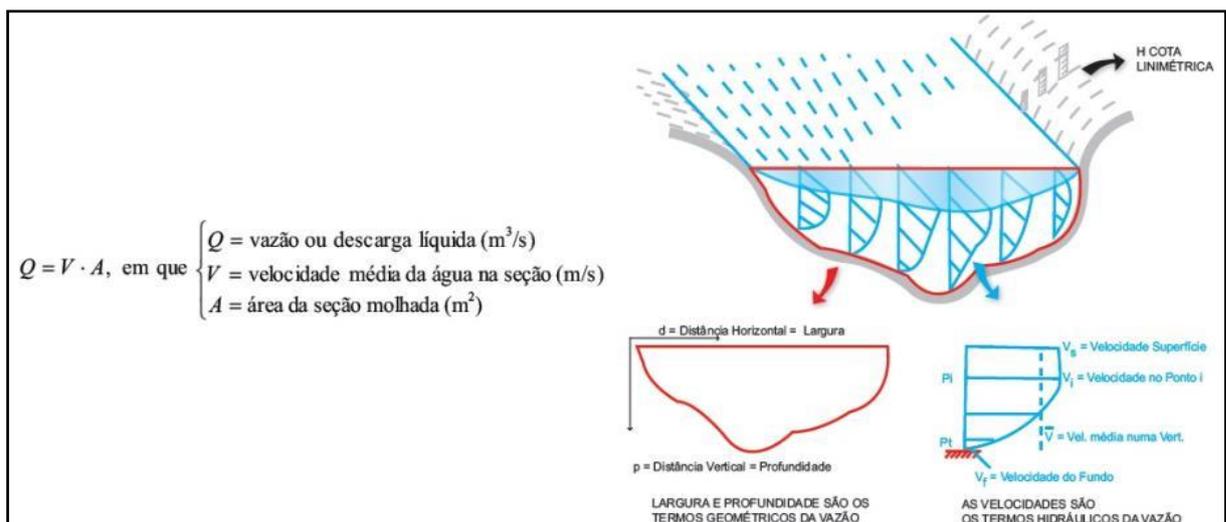


Figura 5 Grandezas necessárias para medição de descarga líquida (Fonte: ANA, 2009).

O molinete usado nas medições possui certificado de calibração contendo a equação a ser utilizada no cálculo das velocidades a partir do número de rotações por segundo. Para exemplo,

são apresentadas a seguir as Equações 1 e 2, a partir da contagem do número de rotações da hélice por segundo (N).

$$V \text{ (m/s)} = 0,0193 + 0,22393 * N, \quad \text{Válida para } N \leq 0,6431 \quad (1)$$

$$V \text{ (m/s)} = -0,016 + 0,2949 * N, \quad \text{Válida para } N > 0,6431 \quad (2)$$

A velocidade do fluxo da água é linearmente proporcional ao número de rotações da hélice por segundo (N). O número de rotações é determinado em intervalos de tempo de 50 e 60 segundos, sendo que o número de contagens é dividido por esses tempos para se determinar o valor de N. Desta forma, além do molinete, o contador de rotações é um equipamento indispensável nas medições de vazão. Atualmente, utiliza-se o contador digital de tempo pré-programado com parada automática em 60 segundos e aviso de pré-parada em 50 segundos.

As rotações do molinete (Figura 6a e Figura 6b) são registradas pelo contador de impulso, o qual é ajustado para emitir um impulso elétrico a cada rotação completa da hélice. Esses impulsos acionam o contador, que é acoplado a um cronômetro de contagem regressiva (Figura 6c). Ajusta-se o tempo desejado para a medição, posiciona-se o molinete (profundidade a ser medida a velocidade) e, ao apertar um botão, o contador de impulsos e o cronômetro é acionado simultaneamente. Após o tempo pré-programado, o cronômetro regressivo atinge o zero e o contador para, indicando o total de rotações do molinete no período. O número de rotações é então anotado em planilha apropriada (Figura 6d).

As medições com o molinete são feitas com o barco completamente parado para não haver falseamento na medida de velocidade da corrente, e isso pode ser feito com o barco fixado com cabo de aço junto as margens ou com o barco ancorado no fundo do rio.

No caso da utilização do barco ancorado, a ancoragem é realizada de forma sucessiva para cada uma das verticais, dividindo a seção transversal em trechos, dentro do alinhamento PI – PF (Ponto Inicial e Final). Trata-se do método mais trabalhoso e demorado, visto que para cada vertical deve-se alinhar o barco com o auxílio de uma âncora fixada que deve ser descida e subida em cada uma das verticais.

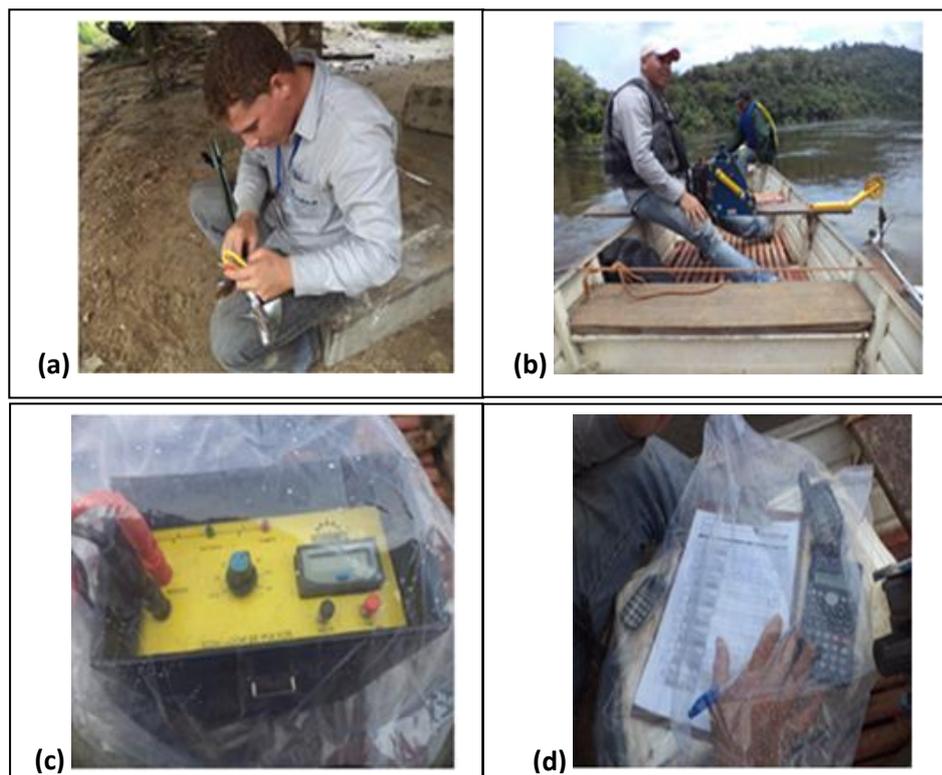


Figura 6 (a) Montagem e preparação do molinete hidrométrico; (b) molinete hidrométrico completo pronto para utilização; (c) contador de impulsos envolvido em plástico impermeável contra chuva; (d) planilhas de anotações hidrométricas com saco plástico contra chuva. (Fonte: Arquivos pessoais Paiva, 2012 cedidas pelo autor).

2. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA AS MEDIÇÕES DE DESCARGA SÓLIDA

2.1. Amostragem de sedimento em suspensão

Carvalho (1994), diz que a coleta de sedimento em suspensão é realizada utilizando o amostrador do tipo saca. A amostragem é efetuada por integração na vertical em dois sentidos, descida e subida, em que a mistura água-sedimento é acumulada continuamente no recipiente, e o amostrador se move verticalmente em uma velocidade de trânsito (v_t) constante entre a superfície e um ponto a poucos centímetros acima do leito, entrando a mistura numa velocidade quase igual à velocidade instantânea da corrente em cada ponto na vertical. Esse procedimento é conhecido como Igual Velocidade de Trânsito (IVT). Devido ao bico do amostrador ficar um pouco acima do fundo, há uma zona não amostrada de poucos centímetros de profundidade logo acima do leito do rio.

O método mais utilizado para amostragem do sedimento em suspensão é o Igual Incremento de Largura (IIL), devido a sua simplicidade. No método IIL a área da seção transversal é dividida

numa série de verticais igualmente espaçadas, sendo que em cada uma das verticais se utiliza a amostragem por integração vertical (Figura 7).

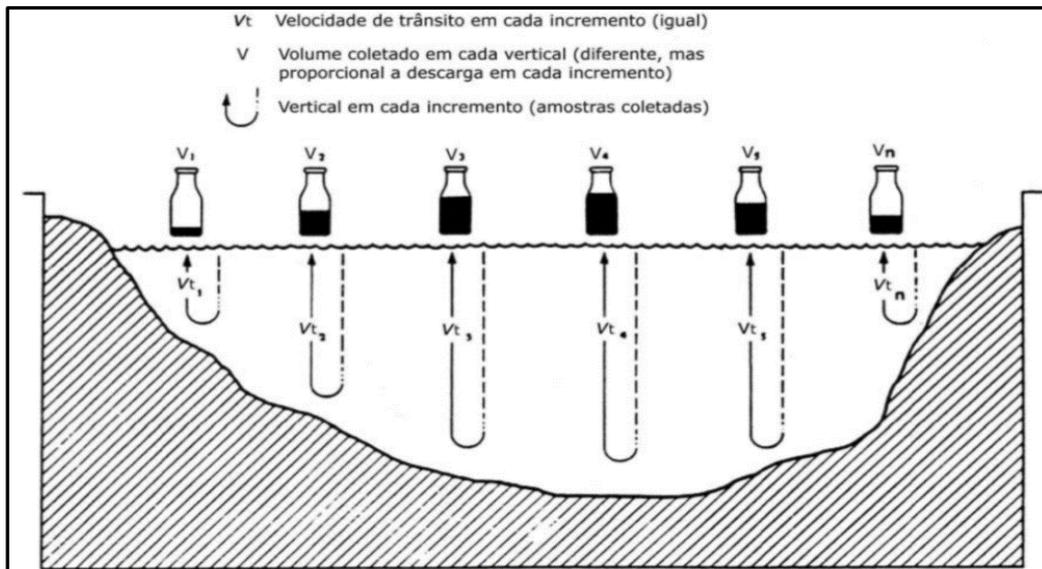


Figura 7 Exemplo de amostragem pelo método de Igual Incremento de Largura (Carvalho, 1994).

No método IIL precisa-se de 10 a 20 sub-amostras, logo faz-se a medida da vazão com o dobro da quantidade de sub-amostras desejadas, uma vez que essa vazão tem normalmente um mínimo de 20 verticais. Em seguida, programam-se as verticais escolhidas para amostragem e procura-se entre elas a vertical que apresente o maior produto entre a velocidade média (V_m) e a profundidade (p) na vertical de controle. Nessa vertical obtém-se a primeira amostra, adotando os procedimentos com o cálculo do tempo mínimo de amostragem (t_{min}), o qual será usado para definir a velocidade de descida e subida (velocidade de trânsito – v_t) do amostrador. Para o bico de $\frac{1}{4}$ " utilizado, o tempo mínimo é definido pela seguinte equação:

$$t_{min} = 2p/vt = 2p/0,4v_m$$

As outras sub-amostras são obtidas com tempos proporcionais a partir de uma regra de três entre o tempo padrão e as profundidades, mantendo a mesma velocidade de trânsito utilizada na vertical de controle. As sub-amostras obtidas são combinadas em uma só amostra composta para a determinação da concentração média e granulometria média, permitindo análises com precisão desejável (Figura 8).

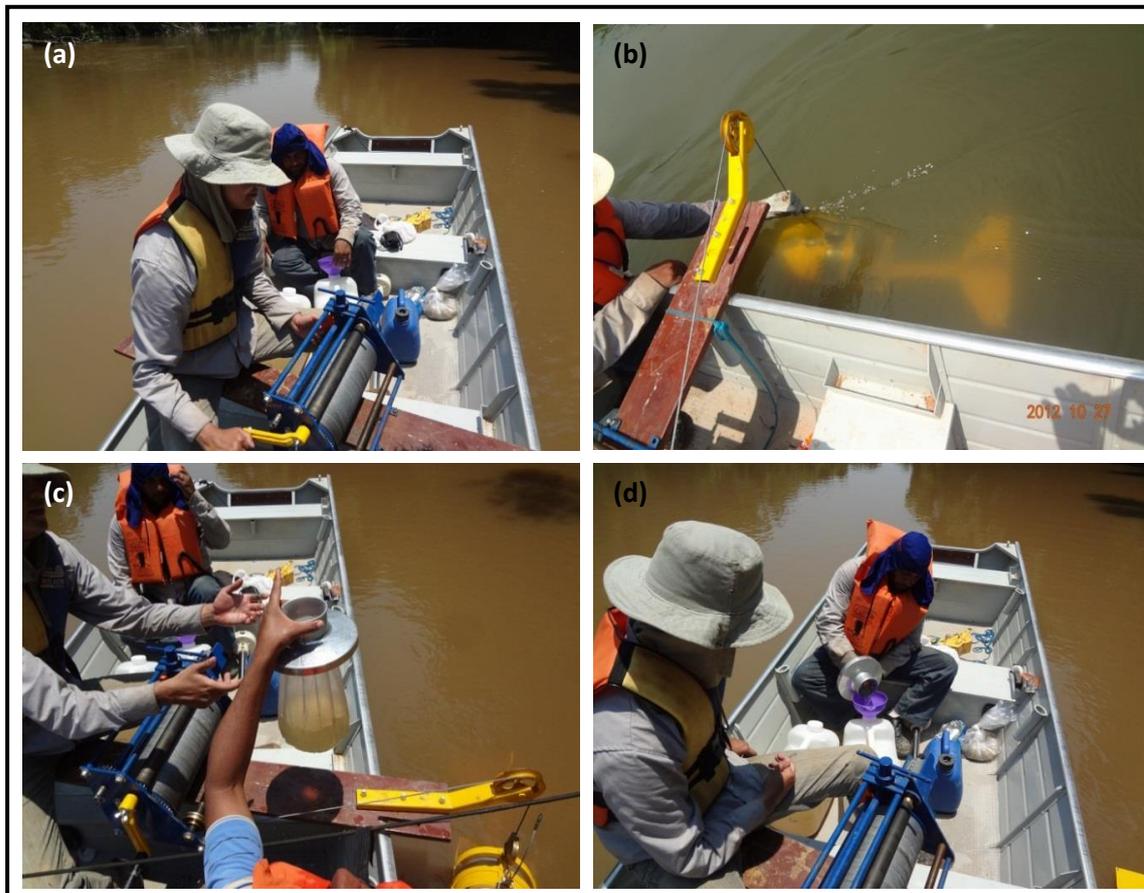


Figura 8 Amostragem da mistura água-sedimento utilizando um amostrador do tipo saca (ams©-8): (a) guincho fluviométrico; (b) amostrador de saca submerso; (c) coleta da amostra água-sedimento dentro da saca; e (d) armazenamento da mistura água-sedimento em galões de 40 litros. (Fonte: Arquivos pessoais Paiva, 2012 cedidas pelo autor).

2.2. Amostragem de sedimento de leito

Já na amostragem do material de leito é utilizada a Draga Petersen (Figura 9), através da metodologia de Igual Incremento de Largura, porém em verticais alternadas em relação a amostragem em suspensão, permitindo uma boa representatividade estatística, que quando analisadas em laboratório podem representar a média (Carvalho, 1994).



Figura 9 Amostragem do sedimento de leito utilizando a Draga de Petersen. (Fonte: Arquivos pessoais Paiva, 2012 cedidas pelo autor).

2.3. Análises de Laboratório

As amostras coletadas devem ser recebidas, checadas e pesadas pela equipe do Laboratório. Posteriormente, as amostras de material em suspensão devem seguir para a determinação da concentração e granulometria do material em suspensão e as amostras de material de leito para análise granulométrica.

Todo o volume de cada uma das amostras em suspensão que chega ao laboratório deve ser analisado, visto que não se deve fazer um fracionamento da amostra total devido a dificuldade de homogeneização da mistura água-sedimento. Uma suposta homogeneização da mistura não fica completa, porque as partículas pesadas vão logo se depositando no instante seguinte, sendo, portanto, perdidas em análises fracionadas.

2.3.1. Tubo de Retirada pela Base

Inicialmente, determina-se a concentração de sais solúveis com a retirada de duas pipetagens de 50 ml da parte sobrenadante da amostra. O método do tubo de retirada pela base consiste em inserir a amostra em um tubo de graduação de 100 centímetros e aproximadamente uma polegada de diâmetro. Deve-se agitar durante cinco minutos para que a amostra fique homogênea. As amostras de água com os sedimentos em suspensão são retiradas a cada dez centímetros em intervalos de tempo pré-determinados de acordo com o diâmetro das partículas. Os tempos para a retirada de cada amostra são: 30 segundos, 1 min., 2 min., 5 min., 13 min., 32 min., 80 min., 160 min., 450 min. e 451 minutos após o início do ensaio. Para cada retirada deve-se anotar a temperatura da água, pelo fato de que a viscosidade da água se altera de acordo com sua temperatura.

Essas amostras são levadas para a estufa a 105 °C durante 24 horas, e posteriormente ao dessecador. O peso da amostra é definido pela subtração do peso do béquer limpo do valor do peso total do béquer com a amostra seca.

2.3.2 Análises de Concentração

As análises de concentração são realizadas pelo método de evaporação, evitando-se a colmatação do filtro devido à grande quantidade de amostra, mesmo que em baixa concentração.

As amostras são submetidas ao processo de redução após 96 horas de repouso seguindo as instruções da **CESP (2009)**. A mistura água-sedimento reduzida é então colocada em um recipiente para evaporação e levada a estufa para secagem. Depois de algumas horas, quando o sedimento fica visualmente seco, deve-se deixá-lo por mais duas horas na estufa. Posteriormente, as amostras são levadas ao dessecador e depois para pesagem em balança analítica.

Determina-se a concentração de sais solúveis com a retirada de duas pipetagens de 50ml da parte sobrenadante da amostra.

2.3.3. Análise Granulométrica do Material de Leito

Utiliza-se uma série de peneiras de malhas padronizadas, nos seguintes diâmetros: 32 mm, 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,250 mm; 0,125 mm e 0,063 mm. Cada porção de material retido na peneira é pesado, sendo a porcentagem de cada diâmetro de malha de peneira obtida com a divisão pelo peso total da amostra.

Sobrando resíduo fino maior que 5% após a peneiração com a malha de 0,063 mm, correspondente aos materiais finos silte + argila, procede-se uma análise pelo processo de pipetagem ou tubo de remoção pela base.

2.4. Descarga Sólida

2.4.1. Cálculo da Descarga Sólida em Suspensão

As medições da descarga sólida em suspensão (Q_{ss}), com amostragens pelo método de Igual Incremento de Largura, possuem uma única análise a partir de amostra composta. A concentração (C) corresponde ao valor médio na seção, sendo a descarga sólida em suspensão calculada pela **Equação (CARVALHO, 2008)**:

$$Q_{ss} = 0,0864 * Q * C$$

Em que, Q é a descarga líquida em m^3/s , C é a concentração em mg/l , e o resultado de Q_{ss} é dado em ton/dia.

2.4.2. Descarga Sólida Total pelo Método de Colby (1957)

O método de **Colby (1957)** para o cálculo da descarga sólida total é um método robusto e simples, principalmente considerando o reduzido número de dados necessários para à sua aplicação. Além da concentração de sedimentos em suspensão, são necessários apenas dados de vazão, largura da superfície do canal, velocidade média do escoamento e a profundidade hidráulica (**PAIVA, 2001**).

2.4.3. Descarga sólida Total pelo Método Modificado de Einstein

O método modificado de Einstein é o resultado de vários anos de pesquisas no campo, conduzidas em conjunto pelo USBR e o USGS em rios aluvionais largos e rasos no estado de Nebraska nos Estados Unidos da América. Dos métodos atualmente disponíveis, é o que possui maior precisão para o cálculo do transporte de sedimentos obtido para diversas granulometrias (**CARVALHO, 2008**). Ele calcula a descarga sólida total de sedimentos a partir de medidas das descargas de sedimentos em suspensão na seção do rio até uma pequena distância do fundo e da extrapolação da carga em suspensão medida até o fundo do rio.

Para o cálculo do método modificado de Einstein é utilizado um programa desenvolvido por **Mendes (2001)** no Excel.